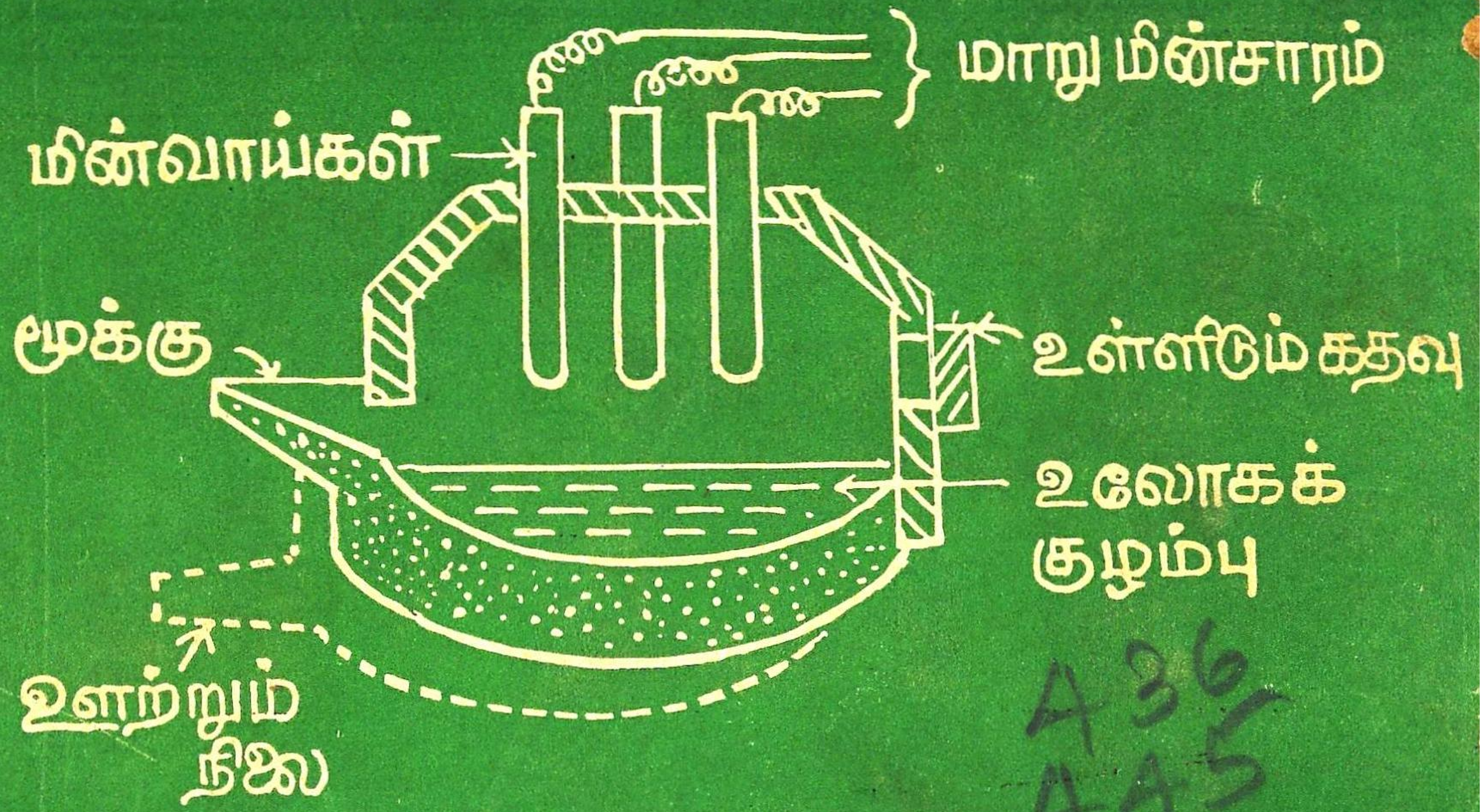
வார்ப்படவியல்

(FOUNDRY TECHNOLOGY)

அ. இளங்கோ

50



A36
A45

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த.பா.நி. (க.வெ.) வரிசை எண் — 603

வார்ப்படவியல்

(பட்டப் படிப்பிற்குரியது)

(திருத்தப்பட்ட பாடத்திட்டத்தின்படி வெளியிடப்படுகிறது)

ஆசிரியர்
அ. இளங்கோ, B.E., M.Sc. (Engg.),
விரிவுரையாளர், இயந்திரவியல் துறை,
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி,
சேலம்.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—January, 1975

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 603

© Tamilnadu Textbook Society

FOUNDRY TECHNOLOGY

A. ELANGO

Price Rs. 5-45

Published by the Tamilnadu Textbook Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by
MANI PRINTERS,
7, Muthial Naicken Street,
Madras-7.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினுன் காண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழி லேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித்தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத்திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்து வரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள் மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டுவருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான **'வார்ப்படவியல்'** என்ற இந்நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 603 ஆவது வெளி யீடாகும். கல்லூரித் தமிழ் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 638 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை. ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம்கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

			பக்கம்
1.	அறிமுகம்	...	1
2.	சாயலும் சாயலைச் செய்தலும்	...	5
3.	குழிவமைப்பு முறைகளும் வார்ப்பட முறைகளும்	...	16
4.	குழிவமைப்பு மண்	...	48
5.	உட்படிவமும் அதனை உருவாக்குதலும்	...	64
6.	வார்ப்படக் கூடத்தை இயந்திர மயமாக்குதல்	...	71
7.	உருக்குதல்	...	81
8.	உலோகக்குழம்பு வார்ப்படமாதல்	...	109
9.	தூய்மைப்படுத்தலும் இறுதியாக்கலும்	...	122
10.	மண் வார்ப்படங்களின் குறைகளும் அவற்றைச் சோதிக்கும் முறைகளும்	...	127
11.	மண் வார்ப்படங்கள் வகுதி செய்தல்	...	137
	மேற்கோள் நூற்பட்டியல்	...	143
	கலைச்சொற்கள்	...	144

1. அறிமுகம்

வார்ப்படத் தொழில்முறை கி.மு. 4000 ஆண்டிலேயே பயன் படுத்தப்பட்டதாக வரலாறு கூறுகிறது. அன்றைய மக்களுக்குத் தேவையான அம்பு, ஈட்டி போன்ற ஆயுதங்களைச் செம்பு உலோ கத்தை உருக்கி வார்ப்படங்களாகத் தயாரித்தனர். இம்முறை யில் பொருள்களைத் தயாரிப்பது, உலோகத்தை அடித்து, நீட்டி உருவாக்குவதை (forging) விட எளிதானதாக இருந்ததால் பலரும் இம் முறையைப் பின்பற்றலாயினர். ஆனால், இருபதாம் நூற்றாண்டுவரை, வார்ப்படத் தொழில்முறை ஒரு கலையாகவே கருதப்பட்டு வந்தது. இது குலத்தொழில் முறையிலேயே கற்பிக் கப்பட்டு, அதன் தொழில் நுணுக்கங்கள் இரகசியமாகவே வைக்கப் பட்டிருந்தமையால், ஒரு சிலருக்கே கைவந்த கலையாக இருந்து வந்தது. இந் நூற்றாண்டில்தான், வார்ப்படத் தொழில் வல்லு நர்கள் கருத்துகளைப் பரிமாறி, புதிய நுணுக்கங்களை ஆராய்ந்து, அது சம்பந்தப்பட்ட விரிவான நூல்களை வெளியிட்டு, இத் தொழிலில் மறுமலர்ச்சியை ஏற்படுத்தியதால், வார்ப்படக்கலை அறிவியல் முறையில் வளர்ந்தோங்கத் தொடங்கியது.

தமிழ்நாட்டில், சென்னையிலும் கோவையிலும் இயந்திர மயமாக்கப்பட்ட (mechanised) பெரிய வார்ப்படக் கூடங்கள் உள்ளன. இவை தவிர ஆங்காங்கே மாவட்டங்கள்தோறும் பல சிறு தொழிற்சாலைகள் வார்ப்படப் பொருள்கள் தயாரிக்கும் வேலை யில் ஈடுபட்டிருக்கின்றன. சமீபத்தில், அரக்கோணத்தில் ரஷ்யத் தொழில்நுட்பக் கூட்டுடன், தமிழக அரசால் தொடங்கப்பட் டுள்ள தொடர் வார்ப்படக் கூடம் (Continuous casting) ஆக்க வேலையைத் தொடங்கியிருக்கிறது. இதிலிருந்து நமது இந்நாள் வாழ்க்கையில் வார்ப்படப் பொருள்களின் தேவையை உணரலாம்.

1–1. வார்ப்படவியலின் கூறுகள்

உருக்கப்பட்ட உலோகக் குழம்பை ஒரு குழிவினுள் (mould) ஊற்றிக் குளிர்வித்துத் திண்மைப்படுத்துவதால் கிடைக்கும்

பொருளே 'வார்ப்படம்' (casting) எனப்படும். இவ்வாறு கிடைக்கும் பொருளின் உருவமும் (shape), அளவும் (size) குழியின் வடிவமைப்பையும் அளவையும் பொறுத்தது. வார்ப்படப் பொருள்களை உருவாக்கும் தொழிற்கூடம் வார்ப்படக்கூடம் (Foundry) என அழைக்கப்படும். குழிவுகளைச் செய்வது முதல் வார்ப்படங்களை உருவாக்குவது வரையுள்ள அனைத்து வேலை களையும் உள்ளடக்கிய இயல் 'வார்ப்படவியல்' (Foundry Technology) ஆகும்.

1–2. வார்ப்படவியலின் சிறப்பு

பொருள்களை உருவாக்க வேறுபல முறைகள் உள்ளன. அவற்றுள், கடைசல் (turning), அடித்து உருவாக்குதல் (forging), பற்றவைத்தல் (welding) என்பன சில. மேற்கூறிய ஒவ்வொரு முறையும் தன்னியல்புக்கேற்ப ஒவ்வொரு துறையில் சிறப்பாகப் பயன்படுகின்றது. ஒரு பொருளை உருவாக்க ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உருவாக்கும் முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியதிருக்கும். ஆயினும், வார்ப்படமுறை இவற்றில் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்தது. ஏனெனில், இம் முறையினால் திரவ உலோகத்தைக்கொண்டு நேரடி யாகப் பொருளை உருவாக்கமுடியும். எனவே, வார்ப்படத் தொழில், பொருள்களை உருவாக்குவதில் அடிப்படையானதொரு முறை எனக் கூறுவதில் மிகையில்லை.

உலோக வார்ப்பட முறைக்கே உரித்தான சில நிறைகள் உள்ளன. அவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டு மற்ற முறை களுடன் ஒப்பிட்டு வார்ப்படமுறையை ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளை உருவாக்கத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். வார்ப்படமுறையின் சிறப்பிற் குரிய காரணங்கள் பின்வருமாறு :

1. மிகவும் சிக்கலான (intricate) வடிவங்களையும் உரு வாக்க முடியும். இதனால் மற்ற முறைகளான கடைசல், அடித்து உருவாக்குதல், பற்றவைத்தல் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்த வேண்டிய தேவையில்லை.

2. சில உலோகங்களின் இயல்பான தன்மையினால் அவற்றை வார்ப்படமுறையில் மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும். சான்றாக, மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் உலோகமான வார்ப்பு இரும்பைக் (cast iron) கொண்டு வேறுமுறைகளினால் பொருள்களை உருவாக்க இயலாது.

3. இயந்திர பாகங்களின் கட்டுமானத்தை எளிதாக்க லாம். மற்ற முறைகளினால் பல துண்டுகளாக உருவாக்கிய பின்

இணைத்துச் செய்யப்படும் பாகங்களை ஒரே துண்டாக வார்த்திட இயலும்.

4. கணிச உற்பத்திக்கு (mass production) வார்ப்பு முறையை எளிதாகக் கையாளலாம். குறிப்பிட்ட வார்ப்படங்களை ஏராளமான அளவில் வேகமாக உற்பத்தி செய்ய இயலும்.

5. மிகப்பெரிய, எடைகூடிய பாகங்களை வார்க்கலாம். மற்ற முறைகளினால் அவற்றை உருவாக்குவது கடினமாகவோ, குறைந்த விலையில் உருவாக்க முடியாததாகவோ இருக்கலாம். சுமார் 200 டன் நிறையுள்ள பெரிய நீரேற்றியின் கலசங்கள் (pump housings), மின்னுற்பத்தி இயந்திரங்களின் பாகங்கள் ஆகியவை வார்ப்படமுறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

6. வார்ப்புப் பாகங்களினால் சில குறிப்பிட்ட நன்மைகளுள.

சான்றாக,

(அ) வார்ப்பிரும்பின் அதிர்வு குறைக்கும் இயல்பு (vibration damping capacity)

(ஆ) வார்ப்புப் பாகங்களில் எல்லாத் திசைகளிலும் ஒரே மாதிரியான இயல்புகள் (Uniform directional properties).

பொதுவாகப் பலதரப்பட்ட இயல்புகளையுடைய ஏராளமான உலோகக் கலவைகள் வார்ப்பட முறையினால் உருவாக்கப்படுகின்றன.

7. வார்ப்படப் பொருள்களின் விலை பொதுவாகக் குறைவாக இருக்கும்.

1–3. மண்குழிவு வார்ப்படங்கள் உருவாக்கப்படும் முறை

மண்குழிவு (sand mould) வார்ப்படங்கள். குறிப்பாக ஐந்து கட்டங்களில் உண்டாக்கப்படுகின்றன. அவை,

(அ) சாயல் அமைத்தல் (Pattern making)
(ஆ) உட்படிவம் அமைத்தல் (Core making)
(இ) குழிவமைத்தல் (Moulding)
(ஈ) உருக்கி ஊற்றுதல் (Melting and pouring)
(உ) தூய்மைப்படுத்துதல் (Cleaning)

இந்த ஐந்து கட்டங்களையும் சுருக்கமாக இங்கே கவனிப்போம்.

(அ) சாயல் அமைத்தல் : 'சாயல்' என்பது நமக்குத் தேவையான வார்ப்படத்தை ஒத்த உருவமும் அளவும் உடையது. சாயலைச்சுற்றிக் குழிவமைப்பு மண்ணை இறுக்கியபிறகு, சாயலை எடுத்துவிட்டால், அதன் உருவம் மண்ணில் பதிந்து குழிவை ஏற்படுத்தும். அதனுள் உலோகத்தை உருக்கி ஊற்றினால் நமக்குத் தேவையான வார்ப்படத்தைப் பெறலாம்.

(ஆ) உட்படிவம் அமைத்தல் : 'உட்படிவம்' என்பது வார்ப்படத்தின் உள்வடிவ அமைப்பை உருவாக்கக் குழிவினுள் பொருத்தப்படும் பாகமாகும். இது பொதுவாக மண்ணினால் செய்யப்படும். உட்படிவத்திற்கும் குழிவின் பரப்பிற்கும் இடையேயுள்ள காலி இடம் உருக்கப்பட்ட உலோகத்தால் நிரப்பப்பட்டு இறுதியில் வார்ப்படம் ஆகிறது. உட்படிவம் அமைக்க உட்படிவப் பெட்டி தேவை.

(இ) குழிவமைத்தல் : குழிவமைத்தல், உருக்கிய உலோகக் குழம்பை ஊற்றக் குழிவு ஏற்படுத்த வேண்டிய அனைத்து வேலைகளையும் உள்ளடக்கியதாகும். பொதுவாக, சாயலைச் செய்தல், சாயலைப் பயன்படுத்திக் குழிவு உண்டாக்குதல், உட்படிவத்தைக் குழிவினுள் நிறுத்துதல் ஆகியவை குழிவமைத்தலில் அடங்குவன.

(ஈ) உருக்கி ஊற்றுதல் : வார்ப்படத்திற்காக உலோகக் குழம்பைத் தயாரித்தல் 'உருக்குதல்' எனப்படும். உலோகம், குறிப்பிட்ட உலையில் உருக்கப்பட்டு, குழிவமைப்பு இடத்திற்குக் கொண்டுவரப்பட்டுக் குழிவுகளில் ஊற்றப்படும்.

(உ) தூய்மைப்படுத்துதல் : குழிவில் ஊற்றப்பட்ட உலோகக் குழம்பு உறைந்து திடப்பொருளான பிறகு, குழிவு உடைக்கப்பட்டு வார்ப்படம் தனியே எடுக்கப்படும். பிறகு வார்ப்படத்தின்மேல் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் தீய்ந்துபோன மண் (burned-on sand) போன்ற அழுக்குகள் நீக்கப்படும். மேலும், தேவையற்ற உலோகப் பகுதிகளான உலோகக்குழம்பு செலுத்தப்படும் பாதை (gate), உயரி (riser) ஆகியவை வெட்டப்படும். பின் வார்ப்படங்கள் சோதிக்கப்பட்டு அனுப்பப்படும்.

மேற்கண்டவை, வார்ப்படமுறையின் அடிப்படை நிலைகளைச் சுருக்கமாகத் தொகுத்துக் கூறப்பட்டவையாகும். பின்வரும் அத்தியாயங்களில் அவற்றை விளக்கமாகக் கவனிப்போம்.

2. சாயலும் சாயலைச் செய்தலும்

(Pattern and Pattern Making)

சாயல் என்பது வார்ப்படத் தொழில் வினைஞரின் அமைப்புக் கருவியாகும். குழிவமைப்பும் அதன்மூலம் வார்ப்படமும் சாயலைப் பயன்படுத்தியே உருவாக்கப்படுகின்றன. ஒரே ஒரு சாயலைக் கொண்டு அதே அமைப்பும் அளவும் உள்ள பல வார்ப்படங்களை உருவாக்கலாம். எனவே, ஒரு சரியான, பொருத்தமான சாயலைச் செய்வதே வார்ப்படம் உருவாக்குவதற்குரிய முதற்படியாகும்.

2–1. புதிய சாயலுக்குத் திட்டமிடுதல்

சாயல் செய்பவர் சாயலைத் தயாரிக்கும்போது சில முக்கிய கூறுபாடுகளை (factors) மனத்திற் கொள்ளவேண்டும். அவை பின் வருமாறு :

(அ) வார்ப்படம் உருவாக்க வேண்டிய உலோகத்தின் தன்மைகள்.

(ஆ) ஒரு சாயலிலிருந்து உருவாக்க வேண்டிய வார்ப்படங் களின் எண்ணிக்கை.

(இ) சில காலத்திற்குப்பின் மீண்டும் அதே வார்ப்படத்தை உருவாக்குவதற்குரிய வாய்ப்பு (possibility of repeat orders).

(ஈ) குழிவு உண்டாக்கத் தேர்ந்தெடுத்துள்ள அமைப்பு முறை.

(உ) சாயல் இசைவுகள்.

(ஊ) சாயல் செய்வதற்குரிய பொருள்.

சரியான விதத்தில் செம்மையாகச் சாயல் தயாரிக்கப்பட்டால் தான் வார்ப்படமும் சரியாக அமையும். மேலும், வார்ப்படத் தயாரிப்பு விலையும் பெரும்பாலும் சாயலின் வகுதியைப் (design)

பொறுத்துள்ளது. எனவே, சாயலைக் கவனமாகத் திட்டமிட்டு உருவாக்க வேண்டும்.

2–2. சாயல் வகைகள் (Types of Pattern)

வார்ப்படத்தின் அளவு, அமைப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்துச் சாயலைப் பல வகைகளில் அமைக்க வேண்டியதிருக்கும். அவ்வகைகளைப் பின்வருமாறு பிரிக்கலாம் :

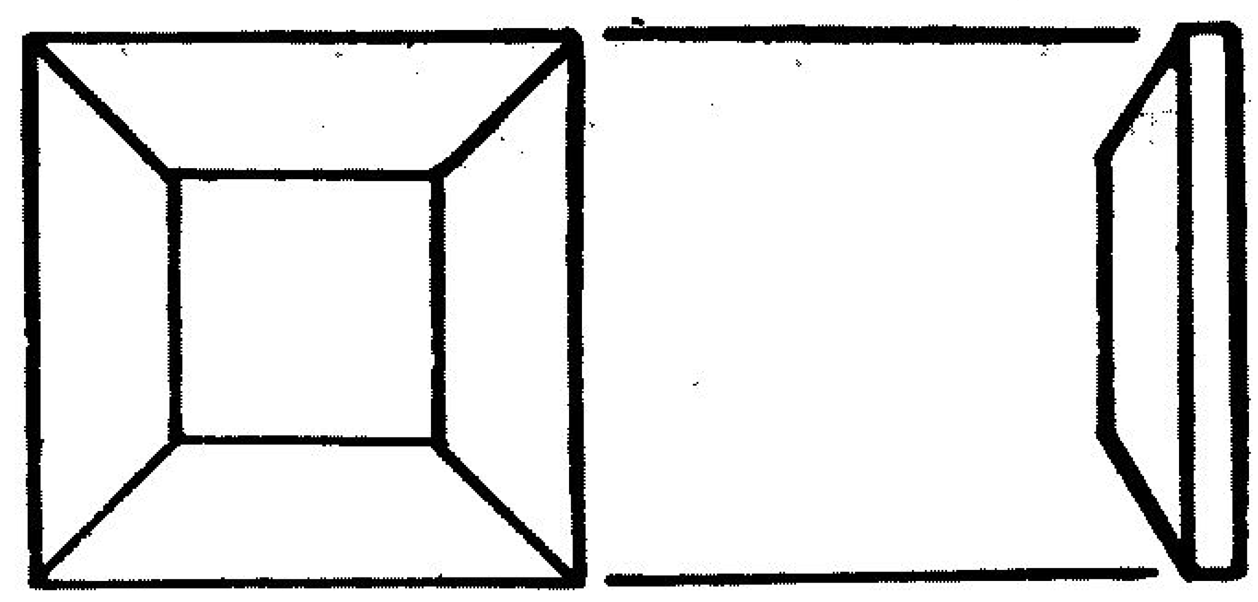
1. தனிப்பகுதிச் சாயல் (Single piece pattern)
2. பிளவுச் சாயல்)Split pattern)
   (அ) இரு பகுதிச் சாயல் (Two-piece pattern)
   (ஆ) முப் பகுதிச் சாயல் (Three-piece pattern)
3. உதிரிப் பகுதிச் சாயல் (Loose piece pattern)
4. சுற்றுச் சாயல் (Sweep pattern)
5. கட்டுக்கூட்டுச் சாயல் (Skeleton pattern)
6. இயைந்த தட்டுச் சாயல் (Match plate pattern)
7. மேல், கீழ்ச் சாயல் (Cope and Drag pattern)

மேற்கூறிய வகைகளைப் பற்றிக் கீழே விரிவாகத் தெரிந்து கொள்வோம்.

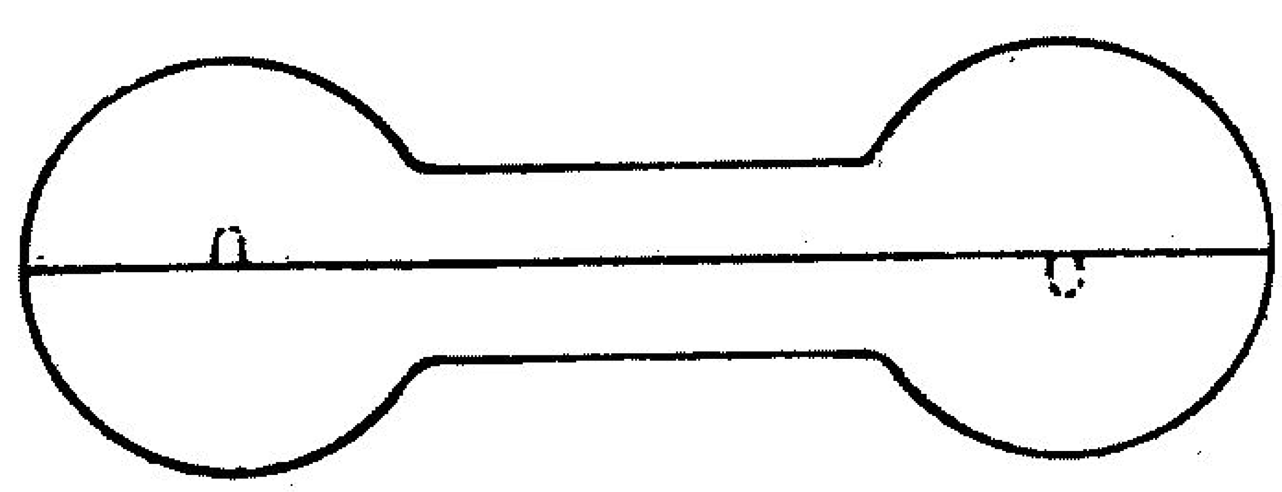
1. தனிப்பகுதிச் சாயல் : எந்த விதமான இணைப்புப் பகுதிகளோ (joints), பிரிக்கும் பகுதிகளோ (partings) அல்லது உதிரித் துண்டுகளோ (loose pieces) இல்லாமல் எளிமையான வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும் சாயல் 'தனிப்பகுதிச் சாயல்' எனப்படும். இவ்வகைச் சாயல் பொதுவாகப் பெரிய, எளிய (simple) வடிவமுடைய வார்ப்படங்கள் உருவாக்கப் பயன்படும். இதனால் உண்டாக்கப் படும் குழிவின் முழு அமைப்பும் மேற் பகுதியிலோ (cope) அல்லது கீழ்ப் பகுதியிலோ (drag) இருக்கும். அதிகப் பரப்புள்ள மேற்புறம் (படம் 2-1) குழிவின் பிரிக்கும் பரப்பாக (parting surface) இருக்கும்.

2. பிளவுச் சாயல் : எல்லா வார்ப்படங்களையும் தனிப் பகுதிச் சாயலினால் உருவாக்க இயலாது. சான்றாக, படம் (2–2)-ல் காட்டியுள்ள வார்ப்படத்தை உருவாக்கத் தனிப்பகுதிச் சாயலை வைத்துக் குழிவு தயாரிப்பது கடினமாக இருக்கலாம். எனவே,

சாயலை இரண்டு அல்லது மூன்று பகுதிகளாகப் பகுத்து உருவாக்கி, அவற்றை இரு முளைகளினால் (pins) சரியாகப் பொருத்தி இணைத்

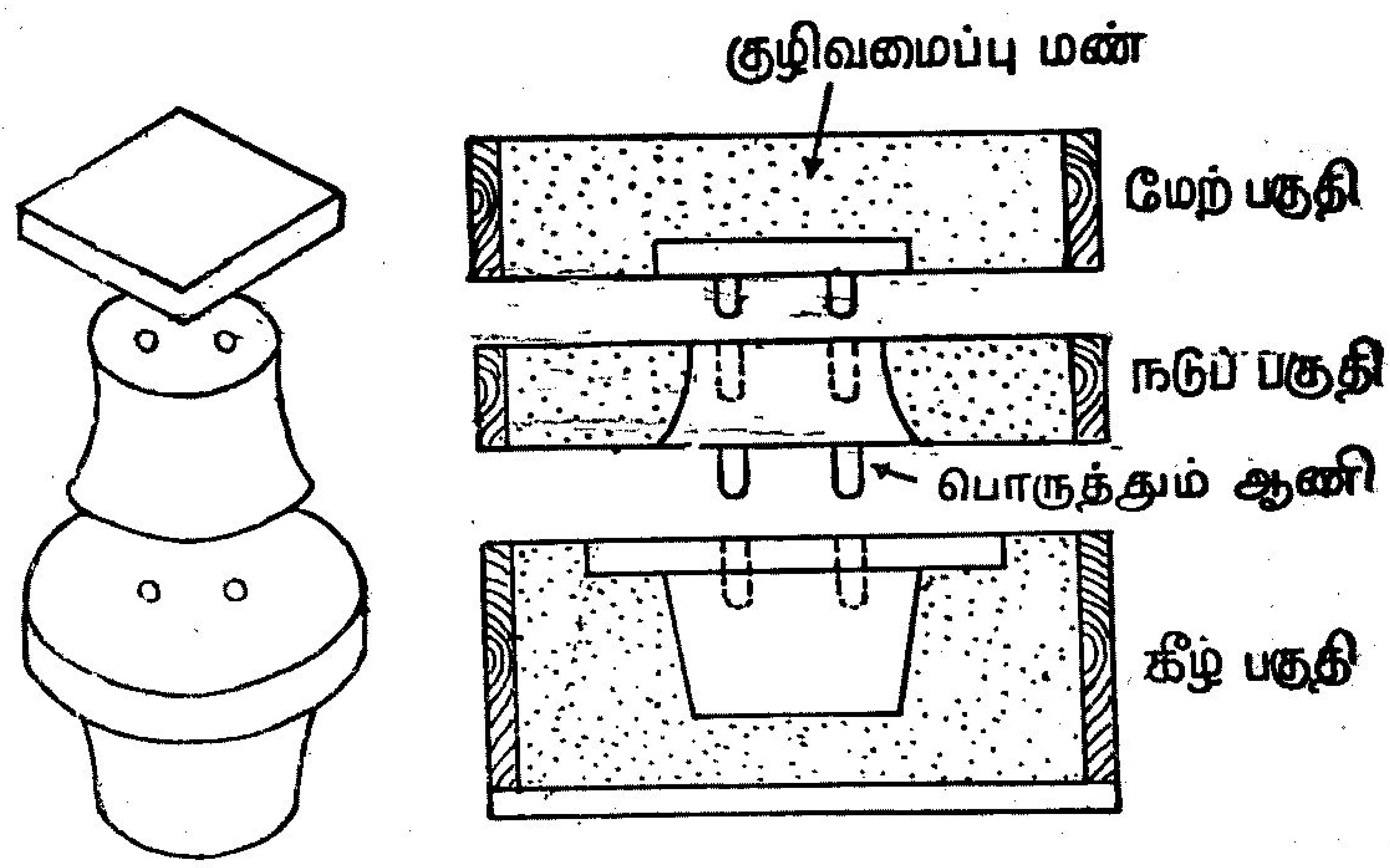


படம் 2–1. பகுதிச் சாயல்



படம் 2–2. இரு பகுதிச் சாயல்

துப் பயன்படுத்தலாம். இரு பகுதிகளுக்கும் இடையே உள்ள பரப்பு 'பிரிக்கும் பரப்பு' (Parting surface) என்றழைக்கப்படும்.

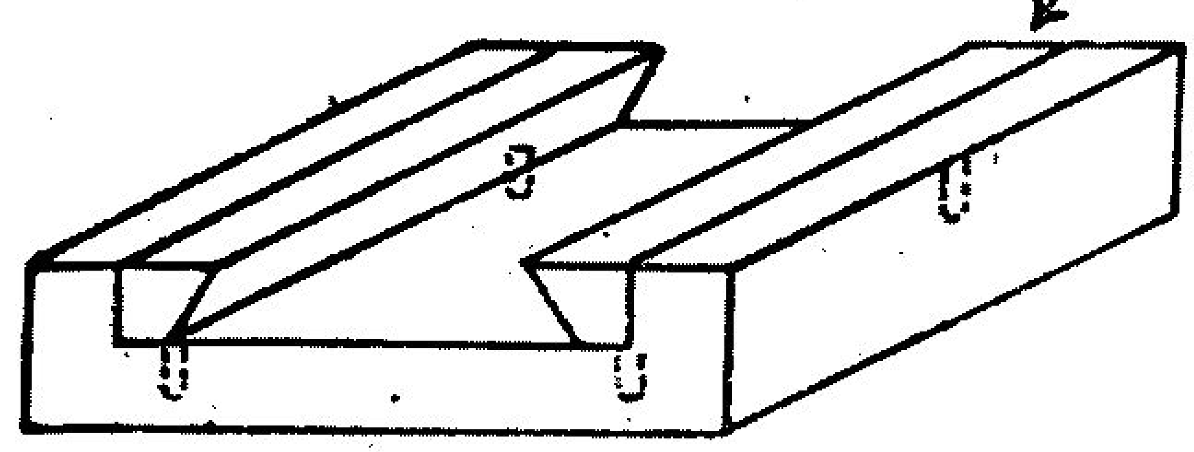


(அ) (ஆ)

படம் 2–3. முப்பகுதிச் சாயல்
(அ) சாயல்; (ஆ) முப்பகுதிக் குழிவு.

முப் பகுதிச் சாயலை வைத்துக் குழிவு தயாரிக்க மூன்று குழிவமைப்புப் பெட்டிகள் தேவைப்படும். அதில் இரு பிரிக்கும் பரப்புகள் உள்ளன.

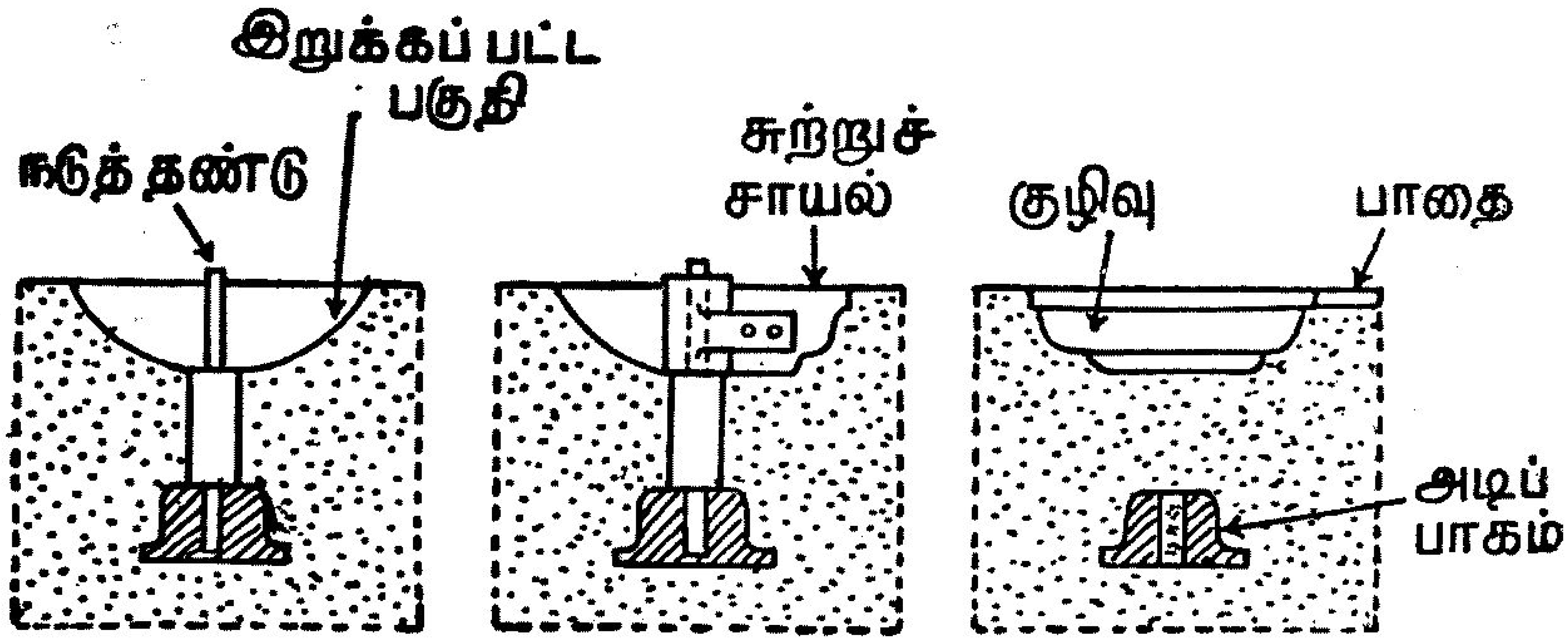
3. **உதிரிப் பகுதிச் சாயல் :** ஒரு சாயலில் சிறியதொரு பாகம் பிரிக்கும் கோட்டிற்கு மேலாகவோ அன்றிக் கீழாகவோ நீட்டிக் கொண்டிருந்தால் சாயலைக் குழிவிலிருந்து வெளியே உருவுதல் இயலாமற் போய்விடும். இதனைத் தவிர்க்க, நீட்டிக் கொண் டிருக்கும் பகுதியை உதிரிப் பகுதியாகச் செய்து பொருத்த



படம் 2–4. உதிரிப் பகுதிச் சாயல்

வேண்டும் (படம் 2–4). சாயலைச் சுற்றி மண்ணை இறுக்கிக் குழிவு உருவாக்கியபின், சாயலை உருவும்போது உதிரிப்பகுதி குழிவினுள் தங்கிவிடும். பிறகு ஒரு நீளமான முனை வளைக்கப்பட்ட கம்பியைக் குழிவினுள் செலுத்திக் கவனமாக உதிரிப்பகுதியை வெளியில் எடுத்துவிடலாம்.

4. **சுற்றுச் சாயல் :** வார்ப்படம் மிகப்பெரிய அளவாக, குழிவமைப்புப் பெட்டியினுள் அடக்க முடியாததாக இருப்பின்,

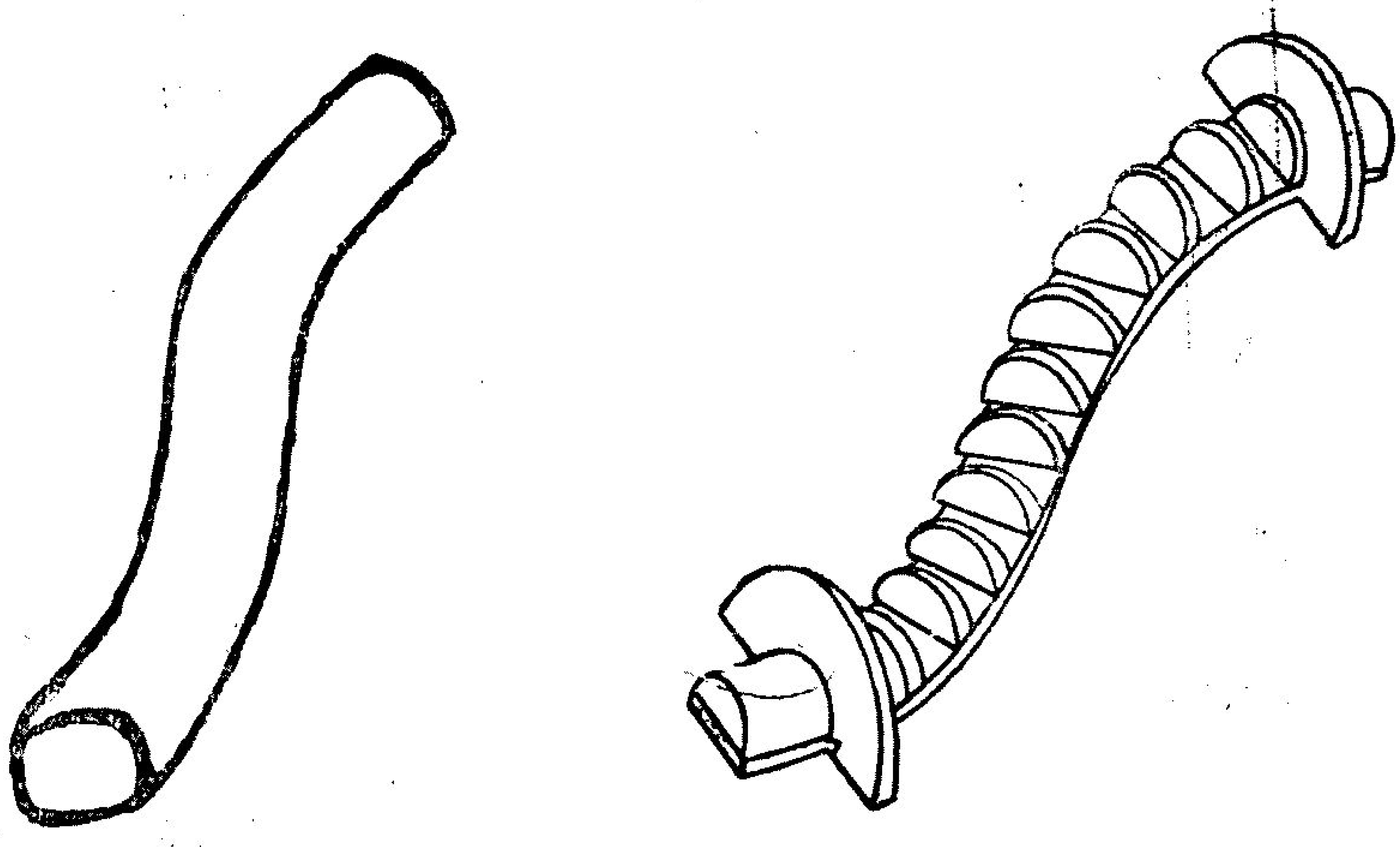


படம் 2-5. சுற்றுச் சாயல் — குழிவமைத்தல்

சுற்றுச் சாயலை உபயோகிக்கலாம். சுற்றுச்சாயல் மரப்பலகையால் ஆனது. பலகையின் எல்லைக்கோட்டுத் தோற்றம் (contour)

வார்ப்படத்தின் வடிவையும், அளவையும் கொண்டிருக்கும். பலகை ஒரு நடுத்தண்டில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் (படம் 2-5). நடுத்தண்டை மையமாகக் கொண்டு பலகையைச் சுற்றலாம். முதலில் நடுத்தண்டைச் சுற்றிலும் குறிப்பிட்ட அளவிற்குக் குழிவமைப்பு மண்ணை இறுக்கிப்பின் சாயலைச் சுற்றினுல் குழிவு ஏற்படும். இவ்வகைச் சாயல் பொதுவாக வட்டவடிவமைப் புள்ள பெரிய வார்ப்படங்களை உருவாக்கப் பயன்படும்.

5. **கட்டுக்கூட்டுச் சாயல் :** வார்ப்படம் பெரிதாக இருந்தால், முழுமையான சாயல் செய்யச் செலவு அதிகம் ஆகும். இதனைத் தவிர்க்க, சாயலைச் சட்டம் போல் (frame work) செய்யலாம்.



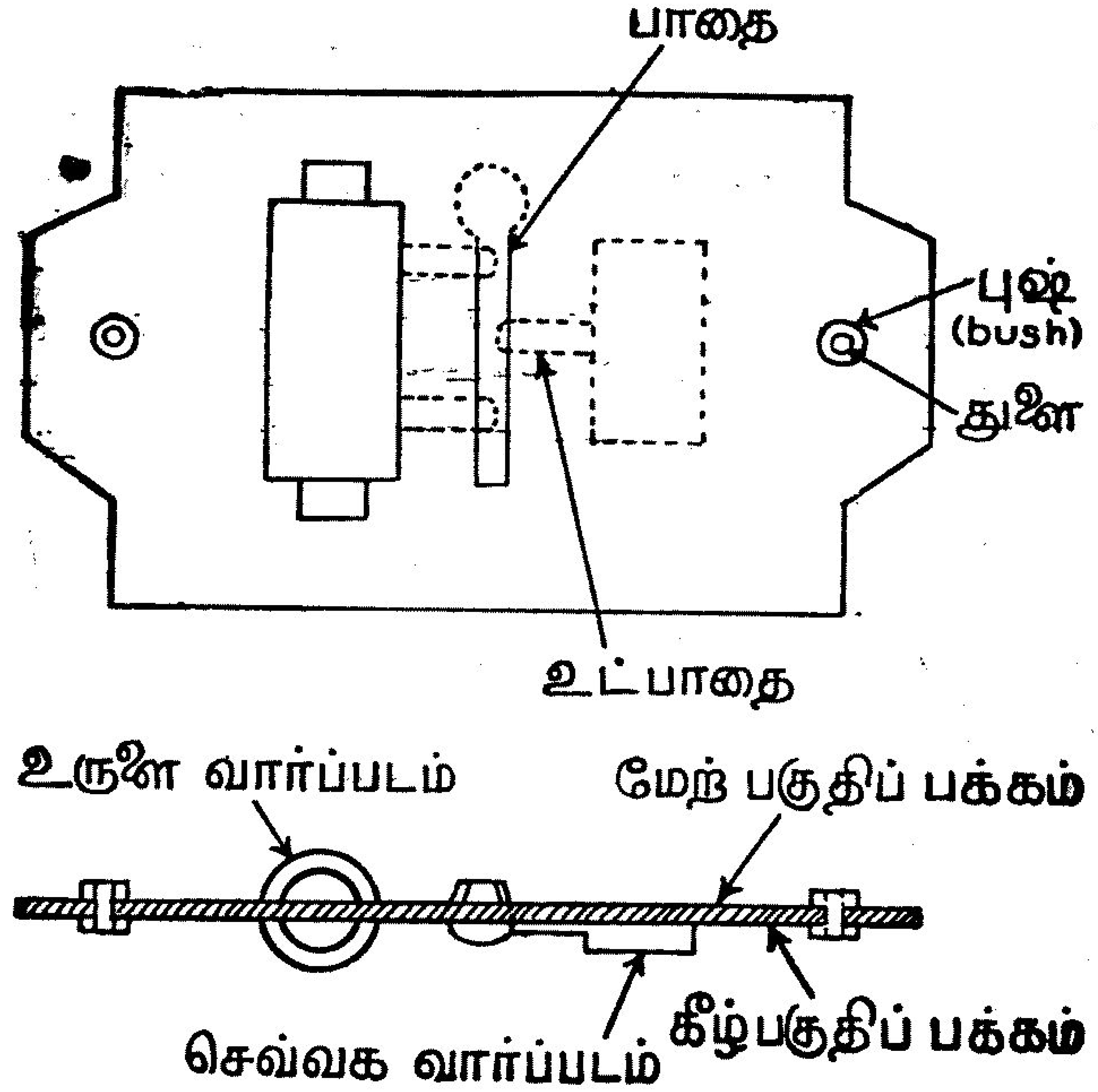
(அ) (ஆ)

படம் 2–6. வரிவடிவச் சாயல்

சான்ருக, படம் 2–6 (அ) வில் காட்டப்பட்டுள்ள 'S' - வளைவு வார்ப்படம் (எ.கா.30 செ.மீ. விட்டம் 10 மீ. நீளம்) உருவாக்க, படம் 2–6 (ஆ) வில் உள்ளபடி கட்டுக்கூட்டுச் சாயலைப் பயன் படுத்தலாம். சாயல் இரு பாதிகளாக உருவாக்கப்படும். அது S - வளைவுபோல் அமைக்கப்பட்ட இரு பலகைகளும், அவற்றின் மேல்–வார்ப்படத்தின் வெளிவிட்டத்திற்கு ஏற்ப–சிறிது இடை வெளி விட்டுவிட்டு அமைக்கப்பட்ட பாதி வட்டத் துண்டுகளும் உடையதாக இருக்கும். அந்த இடைவெளிகள் மண்ணினுல் நிரப்பப்பட்டால் முழுச்சாயலாகும். இதனைப் பிறகு இருபகுதிச் சாயலைப்போன்றே பயன்படுத்திக் குழிவுகளை உண்டாக்கலாம்.

6. **இயைந்த தட்டுச் சாயல் :** சிறிய வார்ப்படங்களை அதிக அளவில் உருவாக்கவேண்டுமாயின், இயைந்த தட்டுச் சாயலைப் பயன்படுத்தலாம். இதனைக் குழிவமைப்பு இயந்திரத்தில்

பொருத்தி விரைவாகக் குழிவுகளை உண்டாக்கலாம். இயைந்த தட்டுச் சாயல் (படம் 2–7), ஒரு தட்டையான உலோகத்தட்டின் ஒருபுறம் பாதிச்சாயலும் மறுபுறம் பாதிச்சாயலும் கொண்டிருக்கும். அளவில் சிறிய வார்ப்படமாயிருப்பின், ஒரேதட்டில் பல சாயல்கள் பொருத்தப்பட்டு அனைத்தும் 'பாதை அமைப்பு' (gating system) மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். எடை மிகுந்த வார்ப்படம் உருவாக்க இம் முறை பயன்படாது.



படம் 2–7. இயைந்த தட்டுச் சாயல்

7. மேல், கீழ்ச் சாயல் : இவ்வகைச் சாயலின் மேற் பாதியும், கீழ்ப்பாதியும் தனித்தனி உலோகத் தட்டுகளில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். எனவே, வெவ்வேறு இயந்திரங்களில் குழிவின் மேற் பாதியும் கீழ்ப்பாதியும் தனித்தனியாகச் செய்யப்பட்டுப் பின் இணைக்கப்படும். இதனால் நடுத்தர அல்லது பெரிய வார்ப்படங்களை உருவாக்க இவ்வகைச் சாயலைப் பயன்படுத்தலாம். இதனுடைய விலை அதிகம்; ஆதலால் கணிச உற்பத்திக்கு (mass production) மட்டுமே இது ஏற்றதாகும்.

2–3. சாயல் செய்வதற்குரிய பொருள்கள் (Materials for the pattern)

குழிவு உருவாக்கப்படும்போது, சாயலைச் சுற்றிக் குழிவமைப்பு மண் இறுக்கப்படும். இவ்வாறு மீண்டும் மீண்டும் சாயல் மண்ணினால் உரசப்படுவதால், அதன் பக்கங்கள் தேய்வுக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. சாயல் செய்வதற்காகத் தேர்ந்தெடுக்கப்

படும் பொருள், இவ்வித உராய்வால் அதிகத் தேய்வு அடையாத தன்மையுடைய பொருளாயிருத்தல் வேண்டும். அதனுடன் மண் ஈரமாயிருக்குமாதலால், சாயல் அந்த ஈரத்தை உறிஞ்சாத் தன்மை உடையதாயிருத்தல் வேண்டும்.

சாயல் செய்வதற்காக மரத்துண்டு, உலோகம், ஜிப்சம் (gypsum), பிளாஸ்டிக் (plastic), ஆகிய பொருள்களைப் பயன் படுத்தலாம். குறிப்பிட்ட பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்குமுன், தேவையான வார்ப்படங்களின் எண்ணிக்கை, பொருளுக்கு ஏற்படக்கூடிய தேய்மானத்தின் அளவு, வார்ப்படத்தின் புறப் பக்கங்களில் தேவையான வழவழப்பு ஆகியவற்றைக் கவனித்துச் சரியான பொருளைத் தேர்ந்தெடுப்பது மிக முக்கியம். எனவே, ஒவ்வொரு பொருளுக்குரிய இயல்புகளையும், அவற்றைப் பயன் படுத்துவதால் விளையும் நிறைகுறைகளையும் தெளிவாகத் தெரிந்து கொள்வோம்.

1. **மரத்துண்டு** : மரத்துண்டு மிகவும் மலிவான விலையில் எளிதாகக் கிடைக்கக்கூடியதொரு பொருள். அது அதிக எடை யின்றி இருப்பதால் சாயலைக் கையாளுதல் எளிதாக இருக்கும். மேலும், தேவைப்படும் உருவ அமைப்பை மரத்துண்டில் சமைப் பதும் எளிது. இக் காரணங்களால் சாயல் செய்வதற்கு மரத் துண்டு அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆனால் மரத்துண்டு ஈரத்தை உறிஞ்சும் தன்மையுடையதால், குழிவமைப்பு மண்ணிலுள்ள ஈரப்பசையால் கெட்டுவிடலாம். ஈரத்தை உறிஞ்சுவதால் சாயல் வளைந்துவிடலாம்; அதன் அளவுகள் மாறுபடலாம். மேலும், மற்றச் சாயல் பொருள்களுடன் ஒப்பிடும்போது மரத்துண்டு மண் உராய்வினால் விரைவாகத் தேய்வுறுகின்றது. இதனால் ஏராளமான எண்ணிக்கையில் வார்ப் படங்கள் உருவாக்க, மரத்துண்டால் ஆக்கப்பட்ட சாயல் ஏற்றது அன்று.

2. **வார்ப்பிரும்பு** : இதுவும் சுமாரான விலையில் கிடைக்கும். சரியான அளவுகளுடைய உருவமாகத் தயாரித்தலும் சுலபம். மரத்துண்டைவிடக் கடினமானதால் மண் உராய்வினால் சுலப மாகத் தேய்ந்துவிடாது. எனவே, ஒரே சாயலைக்கொண்டே ஏராள மான எண்ணிக்கையில் குழிவுகள் உண்டாக்கலாம். மேலும், வார்ப்பிரும்புச் சாயல் சீரான புறங்களை (uniform surfaces) உடைத்தாயிருக்கும்.

வார்ப்பிரும்பு எடை மிகுதியாகையால், அதனைக் கையாளுதல் சற்றுக் கடினம். ஈரமண் அதன்மேல் படுவதால் விரைவில் துருப் பிடிக்கும் வாய்ப்பும் உள்ளது.

3. **பித்தளை :** இது உறுதியானது. மண் உராய்வைத் தாங்கக்கூடியது. ஈர மண் பட்டாலும் துருப்பிடிப்பதில்லை. மிகவும் சீரான, வழவழப்பான புறங்களை உடைய சாயலைச் செய்யமுடியும். ஆயினும் வார்ப்பிரும்பையும்விட எடை மிகுந்திருப்பதாலும், விலை அதிகமாதலாலும் சாதாரணமாக இதைச் சாயல் செய்வதற்குத் தேர்ந்தெடுப்பதில்லை.

4. **அலுமினியக் கலப்பு உலோகம் (Aluminium Alloy) :** எளிதாக இதனை உருக்கி வார்த்துச் சாயலைச் செய்யலாம். இதன் எடை மிகவும் குறைவு. இக் காரணத்தினுல் பெரிய அளவு சாயல்களையும் எளிதில் கையாளலாம். துருப்பிடிக்காது. பித்தளை, வார்ப்பிரும்பு ஆகியவற்றுடன் ஒப்பிடும்போது, அலுமினியக் கலப்பு உலோகம் மிருதுவானதால் சற்றுக் கடினமான பொருள்கள் மேலே விழுந்தால் பழுதுபடும் வாய்ப்பு உள்ளது. அலுமினியக் கலப்பு உலோகம் மண் உராய்வினுல் ஏற்படும் தேய்மானத்தை ஓரளவு தாங்கிக்கொள்ளும் என்றுலும் முக்கியமாகத் தேய்வு ஏற்படக் கூடிய மூலைப்பகுதிகளில் எஃகுதுண்டைப் பொருத்தித் தேய்வைத் தடுக்கலாம்.

5. **பிளாஸ்டர் சாயல் (Plaster pattern) :** ஜிப்சம் சிமென்டைத் தண்ணீர்விட்டுக் கலக்கினுல் பிசுபிசுப்பான கலவை கிடைக்கும். அக் கலவையை அச்சில் அடைத்து நமக்குத் தேவையான உருவத்தைப் பெறலாம். அச்சில் அடைத்த நிலையில் 15 முதல் 30 நிமிடங்கள்வரை வைத்திருந்தபின் சற்றுச் சூடேற்றினுல் உறுதியான சாயல் கிடைக்கும். அச்சில் அடைக்கும்போதே சில இரும்புத்துண்டுகளை உள்ளே திணித்துவைத்தால், மேலும் உறுதியாக விளங்கும். இதன் பரப்புகள் நல்ல வழவழப்புடன் இருக்கும்.

6. **பிளாஸ்டிக் :** ஃபினுல் (Phenol), எபாக்ஸி (Epoxy) ஆகிய இருவகைப் பிளாஸ்டிக் பொருள்களும் சாயல் செய்ய உகந்தவை. அவை திரவநிலையில் அச்சினுள் ஊற்றப்பட்டு உருவாக்கப் படுகின்றன. பிளாஸ்டிக் மாதிரிகள் ஈரத்தை உறிஞ்சா. பரப்புகள் வழவழப்புடன் இருப்பதால், எளிதாகக் குழிவினுள்ளிருந்து வெளியே எடுக்கலாம். அவ்விதம் உருவாக்கப்பட்ட குழிவினுல் உருவாகும் வார்ப்படத்தின் புறங்களும் வழவழப்புடன் அமைகின்றன. பிளாஸ்டிக் துருப்பிடிக்காது; எடை குறைவு; உறுதியானது; தேய்வு குறைவு. மிக அதிக எண்ணிக்கையில் வார்ப்படங்கள் உருவாக்க, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சாயல்கள் தேவைப்படும் நிலையில் பிளாஸ்டிக் சாயல்களின் ஆக்கச் செலவு மற்றச் சாயல்களுக்கு ஆகும் செலவைவிடக் குறைவாக இருக்கும்.

2–4. சாயல் இசைவுகள் (Pattern Allowances)

சாயலின் அளவுகள் வார்ப்படத்தின் அளவுகளிலிருந்து சற்று மாறுபட்டிருக்க வேண்டும். கீழ்வரும் காரணங்களுக்காக வார்ப்படத்தின் அளவுகளுக்கு இசைவு கொடுத்து, சாயலின் அளவுகளை அமைக்க வேண்டும்.

1. **சுருங்கல் இசைவு (Shrinkage allowance) :** உலோகக் குழம்பு உறையும்போது அதன் கனஅளவு சுருங்குதல் இயற்கை. எனவே சாயலைத் தயாரிக்கும்போது, அதன் அளவுகளை, வார்க்கப் போகும் உலோகத்தின் சுருங்கல் தன்மைக்கு ஒப்பச் சற்றுப் பெரியதாக அமைத்தல் வேண்டும். அப்பொழுதுதான் நமக்குத் தேவையான அளவுக்கு வார்ப்படம் கிடைக்கும். சுருங்கல் இசைவு ஒவ்வோர் உலோகத்திற்கும் அதன் சுருங்கல் அளவிற்கு ஏற்ப மாறுபடும். எடுத்துக்காட்டாக, வார்ப்பிரும்பிற்கு 1 மி மீ./100 மி.மீ , செம்பு உலோகத்திற்கு 1.6மி.மீ/100 மி.மீ., எஃகிற்கு 2.1 மி.மீ./100மி.மீ. என்ற விகிதங்களில் சுருங்கல் இசைவைக் கணக்கிடவேண்டும்.

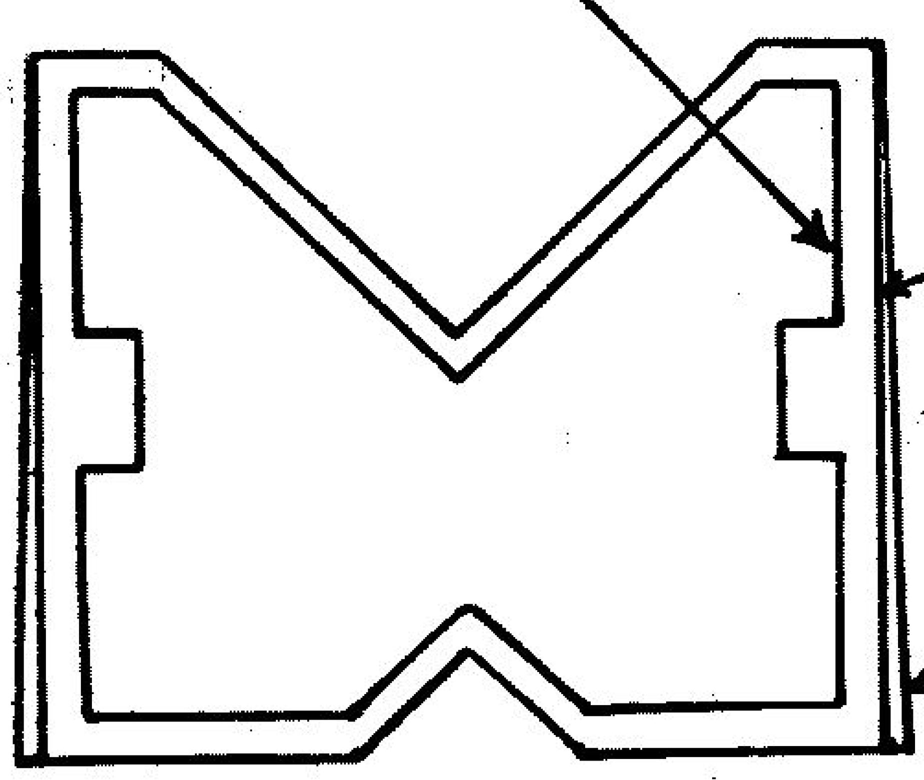
சாயல் செய்வதற்கு மேற்கூறியபடி கணக்கிடும் வேலையை எளிதாக்க, சுருங்கல் அளவுகோல்கள் (Shrinkage scales) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. வார்ப்பிரும்பிற்குரிய சுருங்கல் அளவு கோலில் 100 மி.மீ. என்று குறிக்கப்பட்டுள்ள அளவு உண்மையில் 101 மி.மீ. நீளமுள்ளதாக இருக்கும். இவ்வாறே ஒவ்வோர் உலோகத்திற்கும் தனித்தனி சுருங்கல் அளவுகோல்கள் உள்ளன. இவற்றை உபயோகிப்பதால் ஒவ்வோர் அளவிற்கும் சுருங்கல் இசைவு கணக்கிடும் வேலை குறையும்.

2. **இறுதி இசைவு (Finishing allowance) :** வார்ப்படங்களின் புறங்கள் மிகச் சரியான அளவுகளுடனும் நல்ல வழவழப்புடனும் வேண்டியதிருந்தால் அவற்றை இயந்திர சாதனங்களைப் பயன்படுத்திக் கம்மி செய்து (machining) சீரமைக்க வேண்டும். எனவே, கம்மி செய்வதற்கு வசதியாக வார்ப்படத்தின் அளவுகள் சற்றுக் கூடுதலாக இருத்தல் அவசியம். அந்த அதிக அளவுகளைச் சாயலிலேயே அமைக்க வேண்டும். இந்த இசைவு 'இறுதி இசைவு' எனக் குறிப்பிடப்படும்.

3. **சாய்வு (Draft) :** குழிவு தயாரிக்கும்போது குழி வமைப்பு மண்ணைச் சாயலைச் சுற்றி நன்கு இறுக்கியபின் சாயலை வெளியே எடுத்தல் வேண்டும். வெளியில் உருவுதலை எளிதாக்க, சாயலின் செங்குத்துப் பக்கங்கள் எல்லாம் சற்றுச் சாய்மானத்

துடன் (taper) இருக்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான் குழியின் பக்கங்கள் உடையாதவாறு சாயலை உருவலாம். குழிவமைப்பு இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படும் சாயல்களில் சாய்மானக் கோணம் 1° இருந்தால் போதுமானது. குழிவு கைகளினுல் செய்யப்படுவதாக இருப்பின் சாய்வு சற்று அதிகமாய் அமைக்க வேண்டும்.

படம் 2-8-ல் மேற்கூறப்பட்ட மூன்று இசைவுகளும் V-வடிவ வார்ப்படத்திற்கான சாயலில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

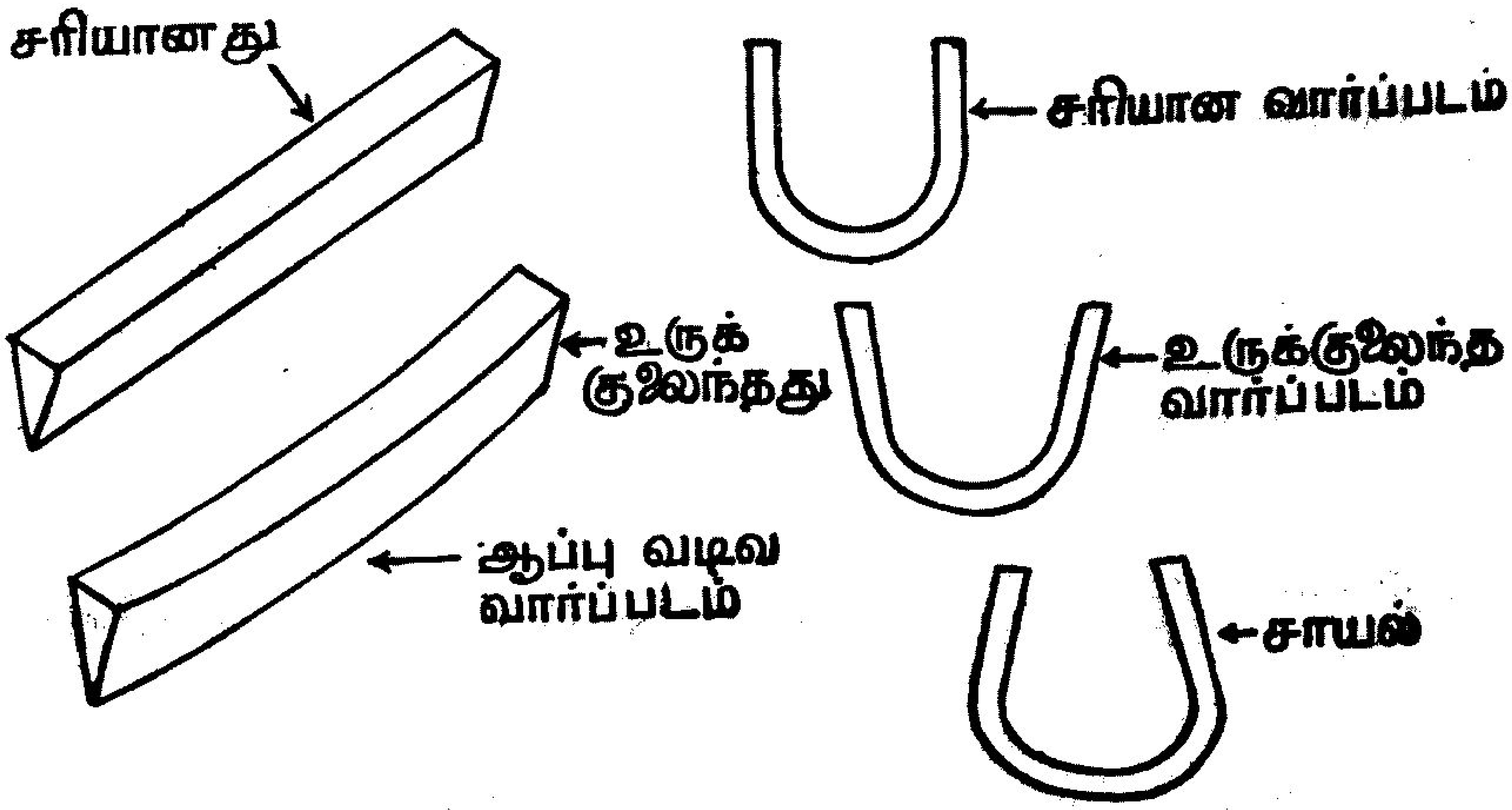


படம் 2-8. 'V' வடிவ வார்ப்படத்திற்கான வரைபடம்

4. அசைவு இசைவு (Rapping allowance): குழியிலிருந்து சாயலை வெளியே எடுக்கும்போது, எல்லாப் பக்கங்களிலும் சற்று அசைத்துப் பின் வெளியே உருவவேண்டும். அப் பொழுதுதான் குழியின் பக்கங்கள் உடையாமல் இருக்கும். அவ்வாறு அசைக்கும்போது குழியின் அளவுகள் பெரிதாகி, அதிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய வார்ப்படத்தின் அளவுகளும் பெரியன வாகிவிடும். இதனைக் கருதிச் சாயலின் அளவுகளைச் சற்றுச் சிறியன வாக அமைக்கலாம். இவ் விசைவு 'அசைவு இசைவு' எனப்படும். இவ் விசைவும் குழிவமைப்பு இயந்திரங்களில் பயன்படும் சாயல் களுக்குக் குறைவாகவும், கைகளினுல் குழிவு தயாரிக்கப் பயன்படும் சாயல்களுக்குச் சற்றே அதிகமாகவும் அனுமதிக்க வேண்டும்.

5. உருக்குலைவு இசைவு (Distortion allowance): படம் 2-9-ல் கண்டுள்ளபடி கனம் குறைவாகவும் நீளம் அதிகமாகவும் உள்ள உருவங்களை வார்ப்படங்களாகத் தயாரிக்கும்போது, உறையுங் கால் ஏற்படும் மாறுபாடுகளினுல், வார்ப்படங்கள் ஒரு பக்கமாக வளைந்துவிடலாம். அதனைத் தவிர்க்க, சாயலை, எந்த அள

விற்கு வளைகிறதோ அதே அளவு எதிர்ப்புறமாக வளைத்துவிட வேண்டும். வார்ப்படம் குளிர்ந்தபின் நேரான உருவம் கிடைக்கும். இவ் விசைவை 'உருக்குலைவு இசைவு' எனலாம்.



படம் 2-9 உருக்கலங்கல்—எடுத்துக்காட்டுகள்

2-5. சாயல் உருவாக்குதல்

சாயலுக்கு வேண்டிய இசைவு அளவுகளுடன், எல்லா அளவுகளையும் ஒரு மரப்பலகையின் மேல் வரைபடமாக வரைந்து கொள்ளவேண்டும். அதன்பின் அந்த அளவுகளுக்குத் தகுந்தபடி மரத்துண்டுகளை இழைத்து இணைத்துச் சாயலை உருவாக்க வேண்டும். உருவாக்கும் முறையைச் சாயலின் அளவையும், அமைப்பையும், உருவாக்கப்பட வேண்டிய வார்ப் படங்களின் எண்ணிக்கையையும் பொறுத்துத் தீர்மானிக்க வேண்டும்.

3. குழிவமைப்பு முறைகளும் வார்ப்பட முறைகளும்

(Moulding Methods and Casting Methods)

சிறந்ததொரு வார்ப்படத்தை உருவாக்க, சரியானதொரு குழிவை அமைத்தல் இன்றியமையாதது. கவனமன்றி, தவறுகளையுடைய குழிவைத் தயாரித்துவிட்டால், அதை உபயோகித்து வார்க்கப்படும் வார்ப்படமும் பற்பல குறைகளுடன் உருவாகும். அதனால், பொருட்சேதமும், காலவிரயமும் ஏற்படும். குழிவின் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்தே பல குழிவமைப்பு முறைகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு முறையிலும், அதற்கே உரிய நிறைகளும் குறைகளும் உள்ளன. தயாரிக்கப்படும் வார்ப் படத்தின் அளவு, உருவம், எண்ணிக்கை, உலோகத்தின் தன்மை ஆகியவற்றையும், என்ன உபயோகத்திற்காக வார்ப்படம் தயாரிக் கப்படுகிறது என்பதனையும் கருத்திற்கொண்டு, அதற்குத் தகுந்தபடி சரியான குழிவமைப்பு முறையைத் தேர்ந்தெடுத்தல் அவசியம்.

பொதுவாகக் கீழ்க்கண்ட குழிவமைப்பு முறைகள் உபயோகப் படுத்தப் படுகின்றன.

1. மண் குழிவமைப்பு முறைகள் (Sand moulding)
   - (i) அ. ஈரமண் முறை (Green sand moulding)
     ஆ. உலர்மண் முறை (Dry sand moulding)
   - (ii) சிமென்ட் கட்டுமண் முறை (Cement bonded sand moulding)
   - (iii) லோம் முறை (Loam moulding)
   - (iv) கரியமிலவாயு முறை (Carbon di-oxide Process)

2. நிரந்தர குழிவமைப்பு முறை (Permanent mould casting).
3. அச்சு வார்ப்பட முறை (Die casting).
4. மைய விலக்கு வார்ப்பட முறை (Centrifugal casting).
5. பிளாஸ்டர் முறை (Plaster mould casting).
6. கூடு முறை (Shell mouiding).
7. துல்லிய வார்ப்பட முறை (Precision casting investment casting).

3-1. மண் குழிவமைப்பு முறை

குழிவமைப்பு முறைகளில் மண்ணை உபயோகித்துக் குழிவு ஏற்படுத்தும் முறையே பெருவாரியான வார்ப்படங்கள் தயாரிக்கக் கடைப்பிடிக்கப்படுகிறது. மண் குழிவினுள் ஊற்றப்படும் உலோகம் எதுவாயினும், அதனுல் கிடைக்கும் வார்ப்படம் 'மண் வார்ப்படம்' (sand casting) என்றே அழைக்கப்படும். வெவ்வேறு நோக்கங்களுக்காகப் பல மண் குழிவமைப்பு முறைகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. அவற்றை விளக்கமாகக் காண்போம்.

1. மண் குழிவு முறை (Sand moulding process): இம்முறை, ஈரமண்முறை, உலர்மண் முறை என இருவகைப் படும். குழிவு உலோகக் குழம்பால் நிரப்பப்படும்போது மண் ஈரத்துடன் இருந்தால் அது 'ஈரமண் குழிவு' (green sand moulding) என்றும், குழிவு தயாரித்தபின் ஈரம் நீங்கும்படி நன்ருக உலர்த்திவிட்டால், அது 'உலர்மண் குழிவு' (dry sand moulding) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

மண் குழிவு முறையினை, குழிவு தயாரிக்க உபயோகப்படுத்தப் படும் கருவிகளைப் பொறுத்து, 'கை குழிவமைப்பு முறை' (hand moulding) (இயந்திரக் குழிவமைப்பு முறை' (Machine moulding) என்றும் பிரிக்கலாம். ஏராளமான அளவில் வார்ப்படங்கள் தேவைப்படும்போது இயந்திரங்களை உபயோகித்தல் சாலச் சிறந்தது. குழிவு தயாரிக்க உபயோகப்படும் இயந்திரங்களை அடுத்த அத்தியாயத்தில் விரிவாகக் கவனிப்போம்.

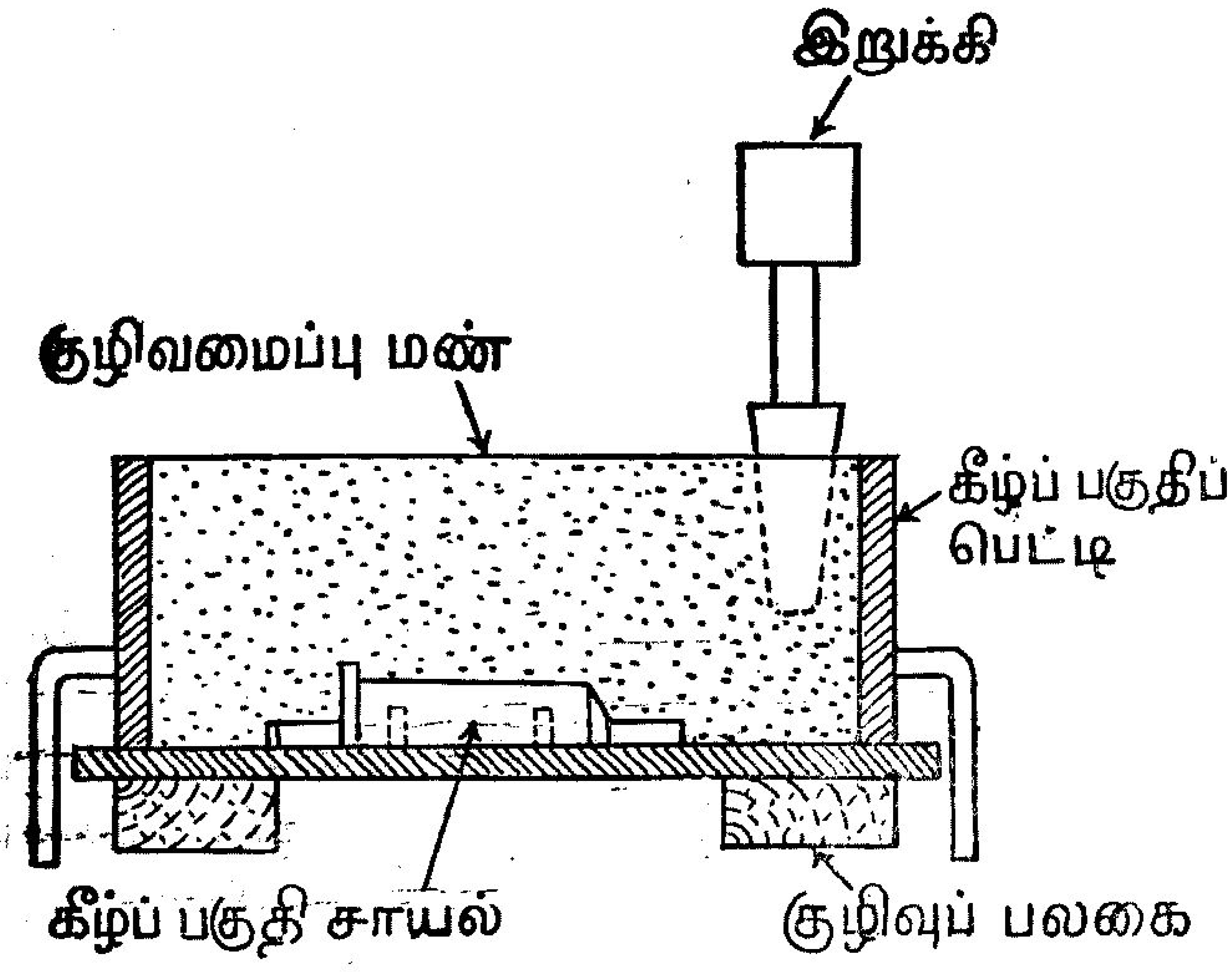
குறைந்த எண்ணிக்கையில், வார்ப்படங்கள் தயாரிக்கக் கை முறை ஏதுவாகும். இம்முறையில் இயந்திர முறையைப் போலன்றி, மாதிரியை சரியான இடத்தில் வைத்தல், மண்ணை

இறுக்குதல், குழிவமைப்புப் பெட்டிகளைக் கையாளுதல் போன்ற வேலைகள் அனைத்தும் குழிவமைப்பாளரின் உடலுழைப்பாலேயே செய்யப்படுகின்றன. கைகளினால் தூக்க முடியாதபடி எடை மிகுந்து இருந்தால் விசைத்தூக்கியை (crane) உபயோகித்துக் கொள்ளலாம்.

மண் குழிவு தயாரிக்கும் முறை : குழிவமைப்பு மண்ணுடன் சரியான விகிதத்தில் தண்ணீர் சேர்த்து, நன்றாகக் கலக்கிப் பக்குவப்படுத்தவேண்டும். நல்ல தரமுள்ள, சீரான (uniform) மண் இம்முறைக்கு மிக முக்கியமானதாகும்.

குழிவு தயாரிக்கும் முறையின் வெவ்வேறு கட்டங்களை வரிசையாகப் பின்வருமாறு விவரிக்கலாம்.

முதல்நிலை : சுமாரான வழவழப்புள்ளதும், குழிவுப் பெட்டியை (flask) விடச் சற்றுப் பெரிய அளவுள்ளதுமான ஒரு குழிவுப் பலகையை (mould board) எடுத்துச் சமமான இடத்தில் கீழே வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். அப் பலகையின் மேல், கீழ் குழிவுப் பெட்டியைத் (drag flask) தலைகீழாக வைக்கவும். மாதிரியை அல்லது மாதிரியின் கீழ்ப்பாதியைக் குழிவுப் பலகையின் மேல், கீழ்குழிவுப் பெட்டிக்குள் மையமான இடத்தில் நிறுத்த வேண்டும் (படம் 3-1).



படம் 3-1.

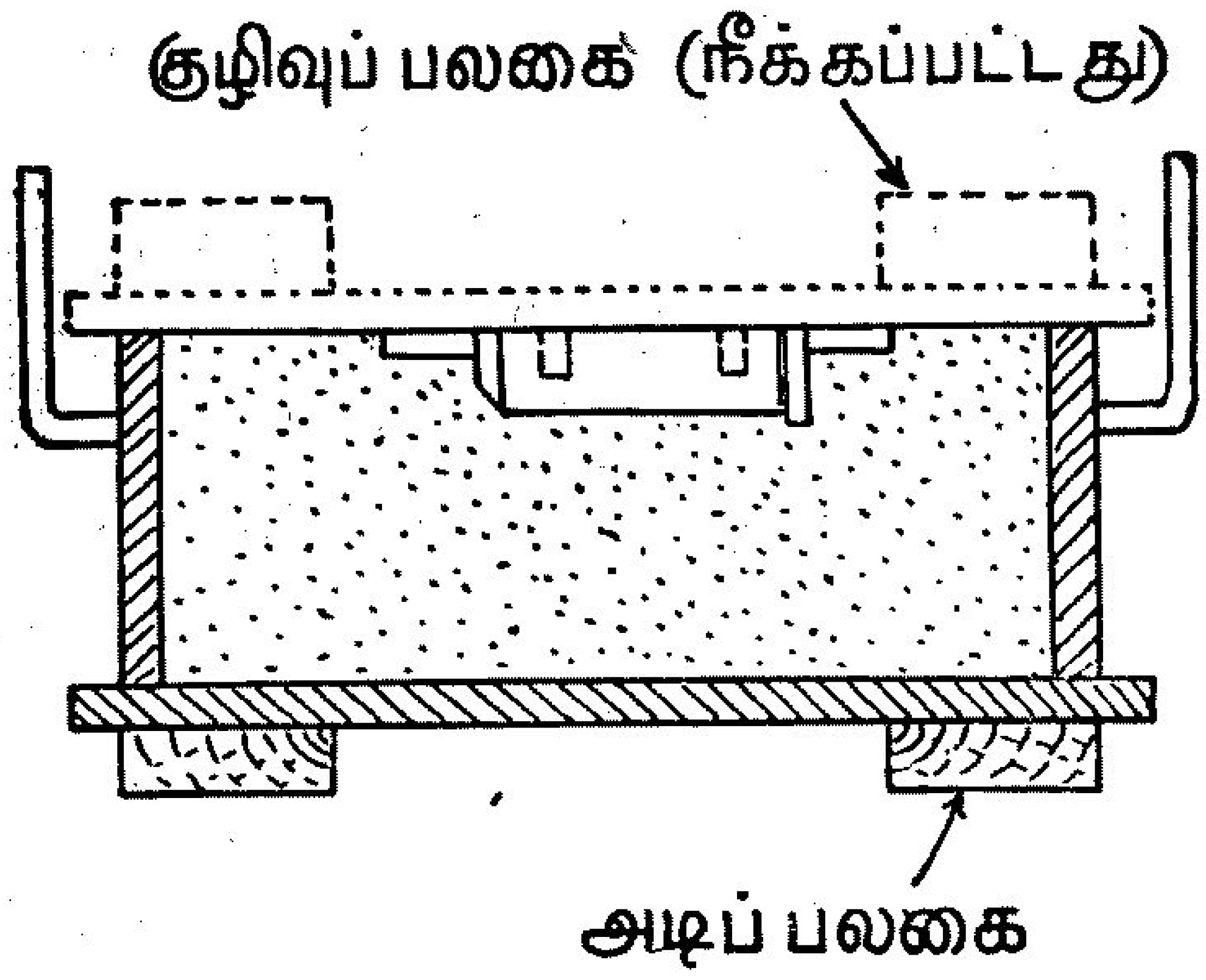
கீழ்ப் பகுதியை இறுக்குதல் (Ranning of the drag) : சிறிதளவு குறுமணலை (fine sand) மாதிரியின் மேலும், குழிவமைப்புப் பலகையின் மீதும் தூவிக்கொள்ளவேண்டும். இதனால் குழிவமைப்பு மண் மாதிரியின்மீது ஒட்டிக்கொள்வது தடுக்கப்

பட்டு, மாதிரியை இறுதியில் வெளியில் எடுப்பது எளிதாகிறது. பிறகு, தேவையான அளவு மண்ணை மாதிரியின் மீது கொட்டி, மாதிரியை ஒரு கையால் அழுத்திப் பிடித்துக்கொண்டு, மற்ற கையினுல் மாதிரியைச் சுற்றியுள்ள மண்ணை அழுத்திவிட வேண்டும். இதனுல், மாதிரி அதன் இடத்தைவிட்டு விலகிவிடாமல் இருக்கும். பிறகு, பெட்டி நிறைய மண் கொட்டி அதை 'இறுக்கி' (bench rammer) யினுல் எல்லாப் பக்கங்களிலும் சமமாக இறுக்கவேண்டும். இறுக்கியின் ஒரு முனை, ஆப்பு (Peen end) போன்றும், மறுமுனை, தட்டை முகங்கொண்ட உருளையாகவும் (butt end) இருக்கின்றன. முதலில் ஆப்பு முனையினுல் இறுக்கினுல், அது மண்ணை நன்ருக ஊடுருவிச் சென்று எல்லா இடங்களிலும் சமமான உறுதியை ஏற்படுத்தும். கடைசியாக, தட்டைமுக உருளை முனையினுல் இறுக்கி, மேல்தளத்தைச் சீராக்கலாம். முதலில், ஆப்புமுனை யினுல் பெட்டியின் உள் பக்கத்தை ஒட்டி இறுக்க ஆரம்பித்துச் சுற்றிச்சுற்றி மையத்தை நோக்கி இறுக்கிக்கொண்டே வருவது சரியான முறை. பெட்டியின் அளவைப் பொறுத்து, இரு முறை அல்லது மும்முறை இதேபோல், மண்ணை உள்ளே கொட்டி இறுக்க வேண்டும். இறுக்கப்பட்டபின் குழிவு சரியான உறுதி உடைய தாயிருத்தல் வேண்டும். உறுதி குறைவாக இருந்தால், உருக்கிய குழம்பை ஊற்றும்போது சில இடங்களில் உடைப்புகள் ஏற்பட லாம். உறுதி தேவைக்குமேல் அதிகமாக இருந்தால், சூடான உலோகத்தை ஊற்றும்போது எழும் வாயுக்கள் வெளியேற வாய்ப்பின்றி வார்ப்படம் குறைபாடாய் முடியும். எனவே சரியான அளவு உறுதி ஏற்படும்படி இறுக்குதல் முக்கியமானது.

பெட்டிக்குமேல் மிகுந்து, நிற்கும் மண்ணை, ஒரு மட்டப் பலகை (strike–off bar) கொண்டு வழித்து எடுக்க வேண்டும். மேல்தளத்தில் குறுமண் சிறிதளவு தூவியபின், ஒரு கூர்மையான சூடான உலோகக் குழம்பை ஊற்றுவதால் குழிவில் உண்டாகும் வாயுக்களும் கம்பி கொண்டு பல இடங்களில் துளைகள் இடவேண் டும். இதனுல்-உலோகக் குழம்பில் உள்ள வாயுக்களும், விரைவாக வெளியேற வழி ஏற்படுகிறது.

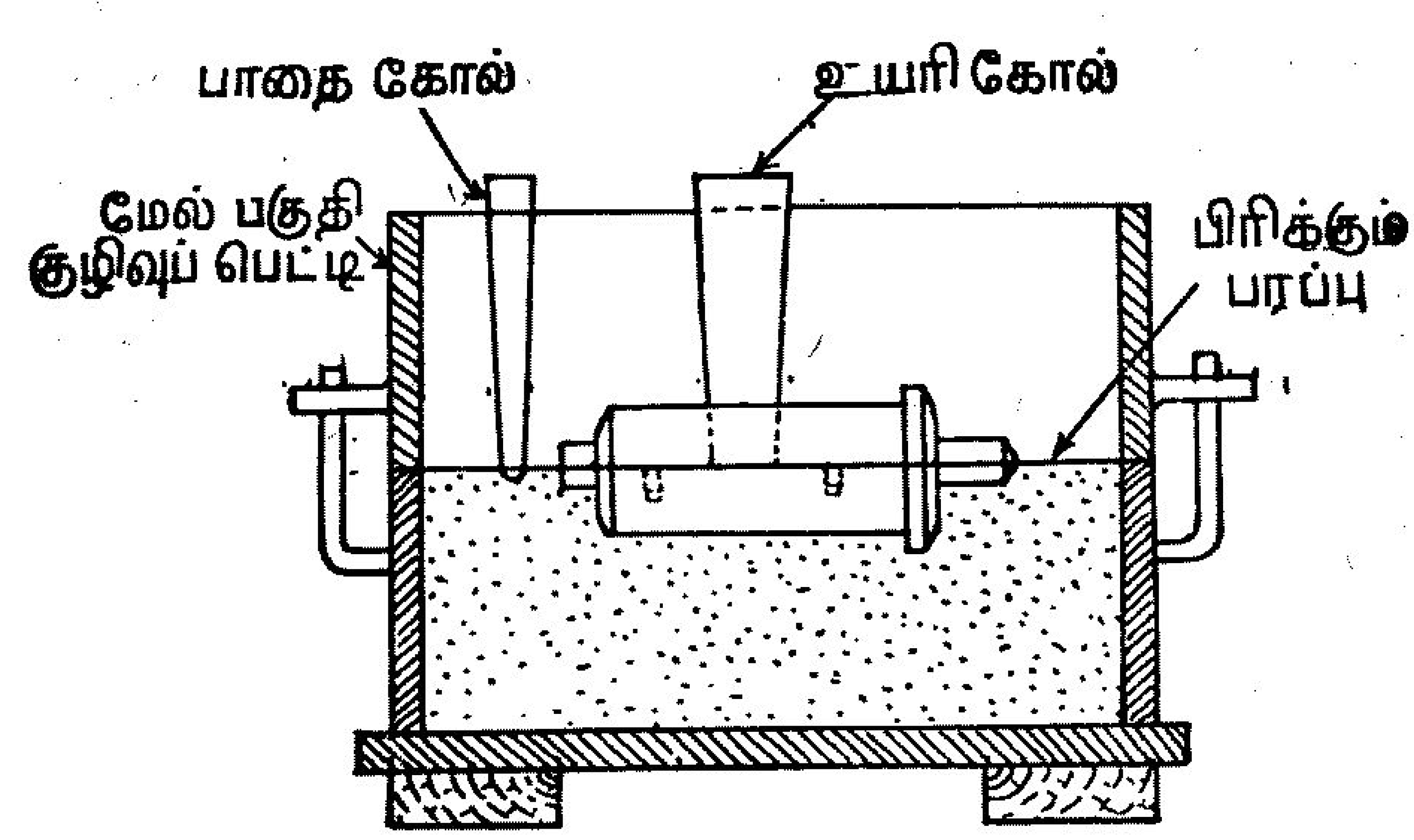
இதன்பின், குழிவமைப்புப் பலகையை ஒத்த, ஒரு அடிப்பல கையை (bottom board) குழிவமைப்புப் பெட்டியின் மேல் வைக்க வேண்டும். இப்பொழுது அடிப்பலகை மேலாகவும், குழிவமைப்புப் பலகை கீழாகவும் இடையே குழிவுடன் உள்ள அமைப்பை அப் படியே தூக்கித் தலைகீழாகத் திருப்பி நிறுத்தவேண்டும். குழிவு இப்பொழுது அடிப்பலகையின் மேல் இருக்கும். குழிவமைப்புப்

பலகையை நீக்கிவிட்டால், குழிவு மாதிரியுடன் வெளியே தெரியும். (படம் 3-2)



படம் 3-2.

மேற்பகுதியை இறுக்குதல் (Ramming up the Cope) : இப்பொழுது மாதிரியின் மேற்பகுதியை, கீழ்ப்பகுதியின் மீது பொருத்த வேண்டும். பிறகு மேற்பகுதி குழிவமைப்புப் பெட்டியைக் கீழ்ப்பகுதி பெட்டிமீது சரியாகப் பொருத்த வேண்டும். பாதைக்கோலையும் (gate sprue) உயரிக் கோலையும் (riser pin) திட்டமிட்டுள்ள இடங்களில் நிறுத்தவேண்டும், (படம் 3-3).



படம் 3-3.

இப்பொழுது நன்கு காய்ந்த குறுமணலை கீழ்ப்பகுதி குழிவின் மேற்பரப்பில் தூவவேண்டும். இதனால் கீழ்ப்பகுதியில் இறுக்கப் பட்ட மண்ணும் மேற்பகுதியில் இறுக்கப்படும் மண்ணும் கலந்து விடாமல் தடுக்கப்படும் பிறகு சிறிதளவு மண் எடுத்துப் பாதைக் கோலையும், உயரிக்கோலையும் சுற்றிச் கையால் மணலை இறுக்கி, அவற்றை நிலைநிறுத்த வேண்டும். பின், முன்பு மாதிரியே மணலை

உள்ளே நிரப்பி, இறுக்கியால் இறுக்க வேண்டும். முழுவதுமாக இறுக்கியபின் கோல்கள் இரண்டையும் கவனமாக உருவிவிடல் வேண்டும். அவ்விடங்களில் செங்குத்தான வழிகள் ஏற்படும். பாதைக்கோல் இருந்த இடத்தில் ஏற்பட்டுள்ள வழியின் மூலம் உலோகக்குழம்பைக் குழிவினுள் செலுத்தலாம். உயரிக்கோல் இருந்த இடத்தில் ஏற்பட்டுள்ள காலி இடத்தில் சிறிதளவு உலோகக் குழம்பு மேல் ஏறி தேங்கி நிற்கும். உலோகக் குழம்பு உறையும்போது சுருங்குவதால், குறையும் கனஅளவை ஈடு செய்யத் தேவையான உலோகக் குழம்பு அதிலிருந்து அளிக்கப் படுகிறது. பிறகு, மேற்பகுதி குழிவமைப்புப் பெட்டியைத் தூக்கி, தனியே வைத்திடலாம்.

மேற்பகுதியை முடித்தல் (Completing the cope) : மாதிரி யின் மேற்பகுதியை உருவி எடுக்க மேற்பகுதி குழிவமைப்புப் பெட்டியை, பிரிக்கும் பரப்பு (parting surface–மேற்பகுதி, கீழ்ப்பகுதி இரண்டினையும் பிரிக்கும் பரப்பு) மேல்நோக்கி இருக்கும்படி வைக்கவேண்டும். உருவு கம்பியின் (draw spike) கூர்மையான முனையை மாதிரியினுள், நடுப்பகுதியில் செலுத்த வேண்டும். பிறகு, உருவு கம்பியின் உதவியால், மாதிரியை நான்கு பக்கமும் மெதுவாக அடித்து மண் பிடிப்பிலிருந்து விடுவிக்க வேண்டும். இப்பொழுது மாதிரியை நேர் செங்குத்தாகக் குழி வுக்குப் பழுது ஏற்படாமல், உருவு கம்பியுடன் எடுத்து விடலாம்.

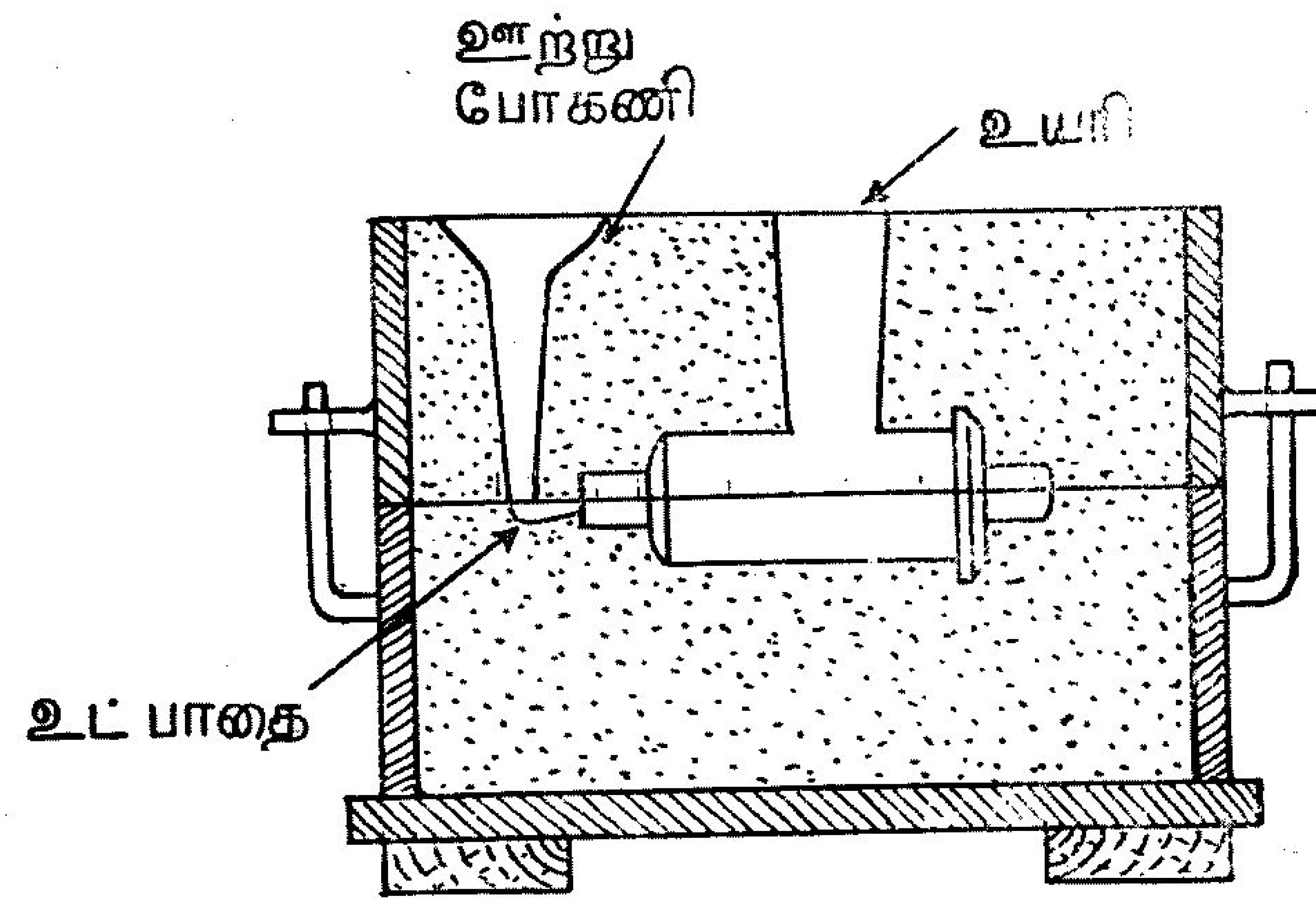
இப்பொழுது மேற்பகுதியை மீண்டும் அதன் பக்க வாட்டத்தில், நிறுத்த வேண்டும். உலோகக் குழம்பு செல்லும் பாதையின் அடிப்பகுதியிலுள்ள கூர்மையான ஓரங்களையும், உலோகக் குழம்பு ஏறி நிற்கும் இடத்தின் மேலும் கீழுமுள்ள ஓரங்களையும் வளைவாக வெட்டிவிடவேண்டும். இதனால் குழிவு உலோகக் குழம்பினால் நிரப்பப்படும்போது ஓரங்கள் உடைவது தவிர்க்கப்படும். உலோகக் குழம்பை ஊற்றுவதற்கு வசதியாக பாதையின் மேற்பகுதியை சற்று அகலமாக வெட்டிவிடலாம். இறுதியாக, உதிரியாகக் கிடக்கும் மண்ணை குழிவிலிருந்து அகற்றி விடவேண்டும்.

கீழ்ப்பகுதியை முடித்தல் (Finishing of drag) : 'பாதை வெட்டி'யை (gate cutter) உபயோகித்து, உலோகக் குழம்பு குழிவினுள் நுழைவதற்கேற்ப பாதை வெட்டலாம். உதிரி மண்ணை (loose sand) அகற்றியபின், மாதிரியின் கீழ்ப்பகுதி முன்பு கூறி யுள்ளபடியே அசைத்து உருவப்படவேண்டும்.

உட்படிவத்தை நிறுத்துதல் (Setting the Core) : கீழ்ப்பகுதி குழிவில் இப்பொழுது உட்படிவம் கவனமாகப் பொருத்தப்பட

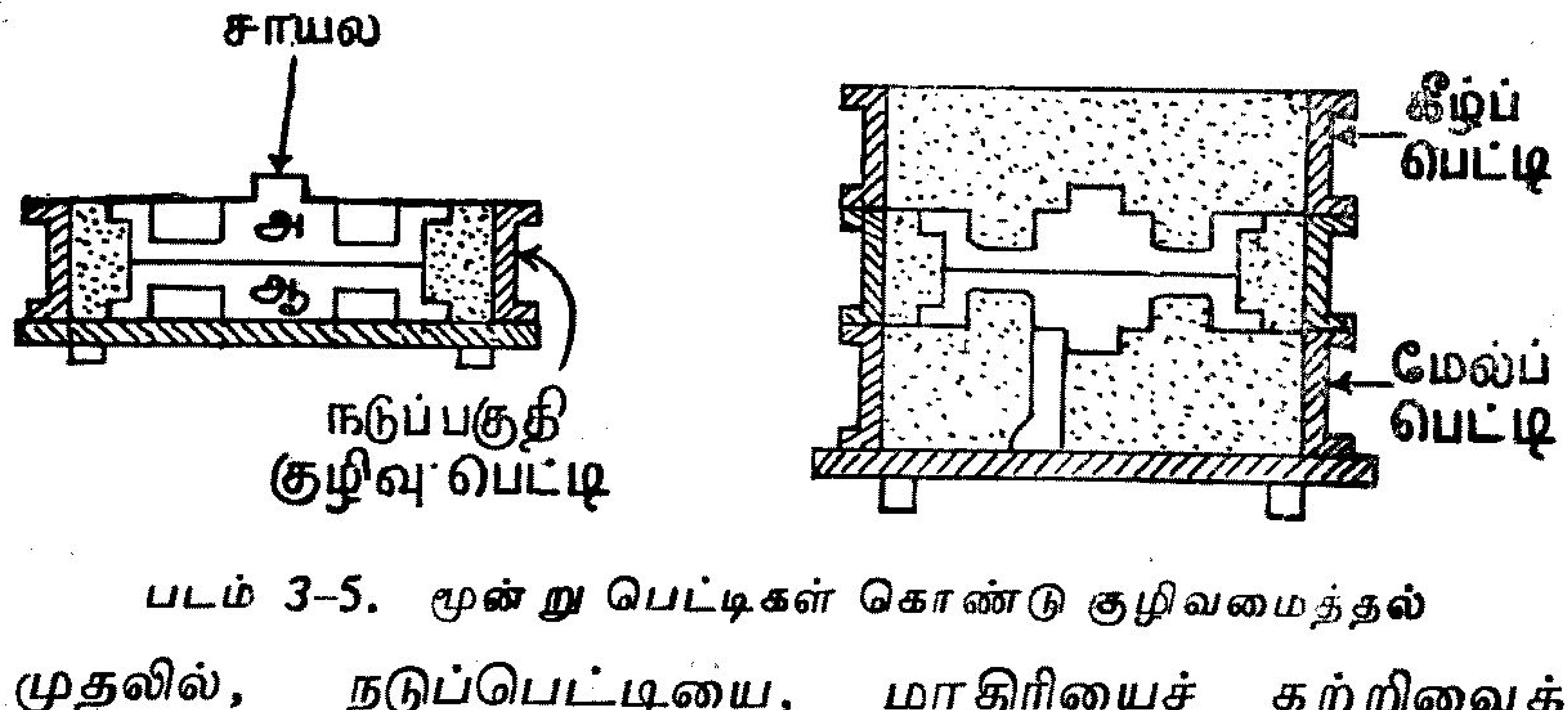
வேண்டும். அதற்குரிய உட்படிவ ஓரங்கள் (core points) மீது அது வைக்கப்பட்டு, நிலைநிறுத்தப்படும்.

குழிவை மூடுதல் (Closing the Mould) : மேற்பகுதி குழிவு இப்பொழுது தூக்கப்பட்டு மேற்புறம் மேல்நோக்கி இருக்கும் வண்ணம் கொணரப்படும். அது கீழ்ப்பகுதியின்மீது சரியாகப் பொருத்தப்படும். மேற்பகுதியும், கீழ்ப்பகுதியும், பிணைப்பான் (clamp) கொண்டு உறுதியாக இணைக்கப்படும். இதனால், கனமான உலோகக் குழம்பை ஊற்றும்போது, மேற்பகுதி இடம் பெயராமல் இருக்கும். தேவையானால் சில கனமான பொருட்களை மேற்பகுதியின்மேல் வைக்கலாம். இப்பொழுது குழிவு, உலோகக் குழம்பு ஊற்றுவதற்குத் தயாராகி விட்டது (படம் 3–4).



படம் 3–4. முற்றுப்பெற்ற அமைப்பு

மூன்று பெட்டிகளை உபயோகித்து குழிவமைத்தல் : படம் 3-5 (அ) வில் காட்டியுள்ள கப்பி (pulley)க்காகக் குழிவு தயாரிக்க வேண்டுமென்றால், மூன்று பெட்டிகளை உபயோகிக்கலாம்.

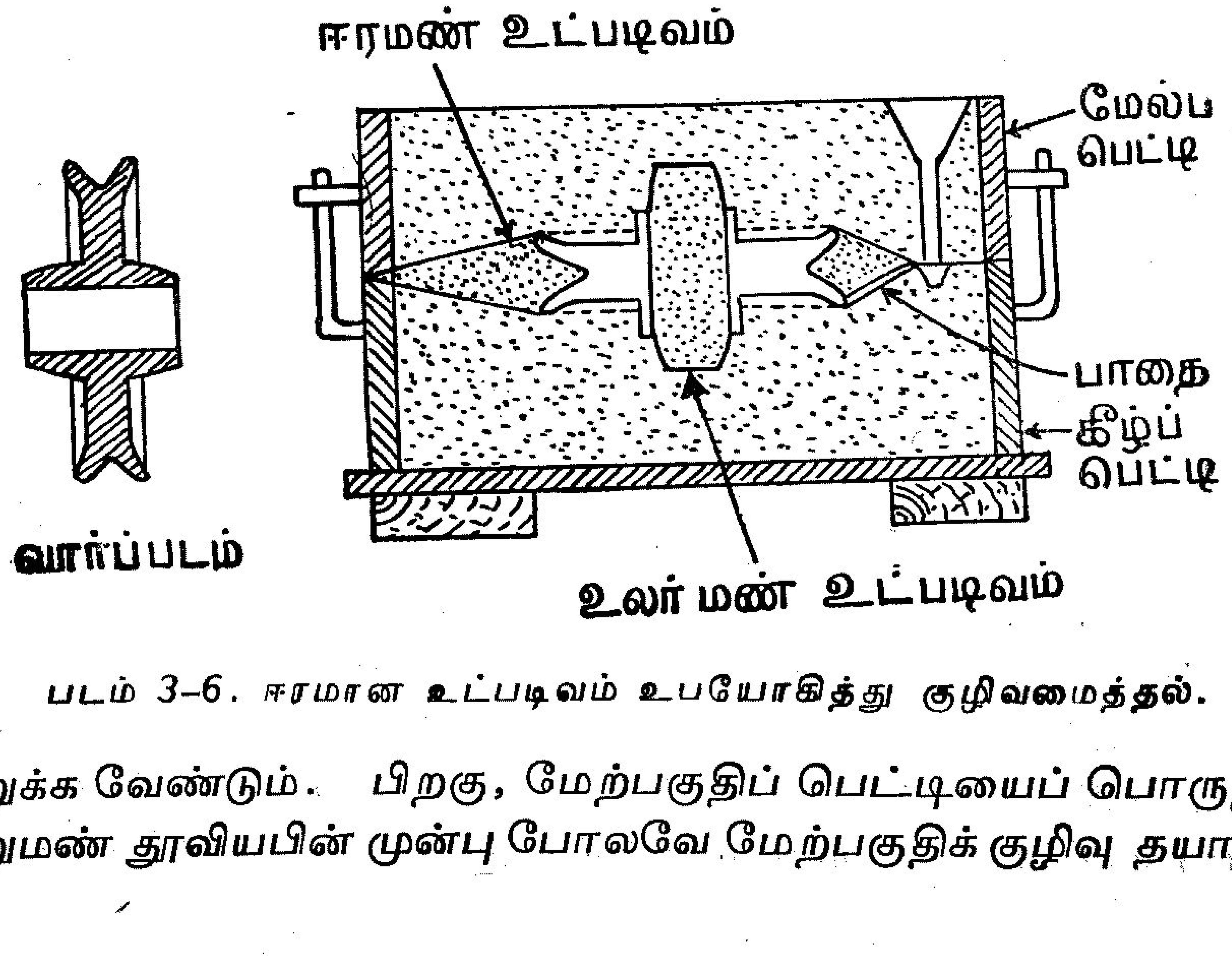


படம் 3–5. மூன்று பெட்டிகள் கொண்டு குழிவமைத்தல்

முதலில், நடுப்பெட்டியை, மாதிரியைச் சுற்றிவைத்து, மண்ணை இறுக்க வேண்டும். மேற்பரப்பில் குறுமணலைத் தூவி,

அதன்மேல், மேற்பெட்டியைச் சரியாகப் பொருத்த வேண்டும். மேற்பகுதியை உலோகக்குழம்பு செல்லும் பாதைகளுடன் அமைக்க வேண்டும். இரு பெட்டிகளையும் அப்படியே தலைகீழாகத் திருப்பிவைக்க வேண்டும். இப்பொழுது மேற்பகுதி கீழேயும், நடுப்பகுதி மேல் நோக்கியும் இருக்கும். மீண்டும் குறுமணலைத் தூவவேண்டும். இப்பொழுது கீழ்ப்பெட்டியைப் பொருத்தி, கீழ்ப்பகுதியைத் தயாரிக்க வேண்டும். கீழ்ப்பகுதி தயாரான வுடன் அதனைமட்டும் எடுத்துத் தனியே வைக்கவேண்டும். 'அ' என்று குறிப்பிட்டுள்ள மாதிரியின் பகுதியை அசைத்து உருவிவிட வேண்டும். (படம் 3-5) மீண்டும் கீழ்ப்பகுதியைப் பொருத்தி, முழு அமைப்பையும் தலைகீழாகத் திருப்ப வேண்டும். இப் பொழுது மேற்பகுதி மேல் நோக்கி இருக்கும். அதனை மட்டும் எடுத்துத் தனியே வைத்துவிடவேண்டும். வெளியே தெரியும் மாதிரியின் மற்றொரு பகுதியையும் உருவிவிடவேண்டும். இப் பொழுது மேற்பகுதியைச் சரியாக இணைத்துவிட்டால் குழிவு தயாராகிவிடும்.

இருபெட்டிகளைப் பயன்படுத்தி மூன்றுபகுதிக் குழிவமைத்தல் : இந்த முறை சில நேரங்களில் பயனுடையதாகும். இதற்கும் இருபகுதிகளாகவுள்ள மாதிரியை உபயோகப் படுத்தலாம். முதலில் கீழ்ப்பகுதி மாதிரியை வைத்து கீழ்ப்பகுதிக் குழிவைத் தயாரித்து நேராக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இப்பொழுது மேற்பகுதி மாதிரியைப் பொருத்தி, குறுமண் தூவி விடவேண்டும். படம் 3–6–ல் காட்டியுள்ளபடி மாதிரியின் இடுக்கினுள் மண்ணை



படம் 3–6. ஈரமான உட்படிவம் உபயோகித்து குழிவமைத்தல்.

இறுக்க வேண்டும். பிறகு, மேற்பகுதிப் பெட்டியைப் பொருத்தி, குறுமண் தூவியபின் முன்பு போலவே மேற்பகுதிக் குழிவு தயாரிக்க

வேண்டும். இப்பொழுது மேற்பகுதிப் பெட்டியைக் கவனமாகத் தனியே எடுத்துவிடலாம். பின், மேல்நோக்கித் தெரியும் மேற்பகுதி மாதிரியை உருவிவிடலாம். மீண்டும் மேல்பெட்டியைப் பொருத்தி, முழு அமைப்பையும் தலைகீழாகத் திருப்பி நிறுத்தி, மேலே இருக்கும் கீழ்ப்பொட்டியைத் தனியே எடுத்து, மறுபாதி மாதிரியை உருவலாம். பெட்டிகளைச் சரியாகப் பொருத்திவிட்டால் தேவையான குழிவு கிடைத்துவிடும்.

ஈரமண்முறையின் நிறைகளும் குறைகளும்

நிறைகள்

1. மிகவும் சிக்கனமானது.

2. தேவைப்பட்டால், இயந்திரங்களை உபயோகித்து விரைவாக உற்பத்தி செய்யலாம்.

3. ஈரமண்ணை, மீண்டும் மீண்டும் பலமுறை பக்குவப்படுத்தி உபயோகிக்கலாம்.

குறைகள்

1. குழிவு மெல்லிய, நீளமான பகுதிகளை உடையதாக இருந்தால், அவை அதிக வலுவுடையதாக இருத்தல் வேண்டும். அன்றி, உலோகக் குழம்பு, அதனை அரித்துவிடும்.

2. குழிவு ஈரமாயிருப்பதால் அதிக அளவு நீராவி கிளம்பி, வெளியேற முடியாமல் வார்ப்படத்தினுள் அடக்கப்பட்டு, பல காலியிடத் துளைகளை (blow holes) வார்ப்படத்தில் உண்டாக்கி விடும்.

3. மிகவும் சிக்கலான (intricate) அமைப்புள்ள வார்ப்படங்களை இம்முறையில் உற்பத்தி செய்வது மிகக் கடினம்.

4. நுணுக்கமான அளவுகளும் (dimensional accuracy), நல்ல வழவழப்பான பரப்பும் (surface smoothness) பெறமுடியாது.

5. பெரிய வார்ப்படங்களை அதிக வலுவுள்ள குழிவுகளில் தான் வார்க்கமுடியும். ஈரமண் குழிவுகள் அவ்வளவு வலிவுடையன அல்ல. ஆகையால் பெரிய வார்ப்படங்களுக்குப் பயன்படுவதில்லை.

(i) உலர்மண் முறை : இம்முறையிலும், அடிப்படையில் ஈரமண்கொண்டே குழிவுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மண் கலவை, குழிவை உலர்த்தியபின் நல்ல வலுவைத் தருவதற்காகச் சற்று மாற்றப்பட்டிருக்கும், ஈரமண் குழிவமைப்பு முறையிலேயே

இதுவும் தயாரிக்கப்படும். பின் அக்குழிவு 150 to 300°C வெப்ப நிலையிலுள்ள அடுப்பினுள் குறிப்பிட்ட கால அளவுவரை வைக்கப் பட்டு நன்முக உலர்த்தப்படுகின்றன. அதனுல் ஈரம் முழுவதுமாக நீக்கப்படுவதாலும், வலிமை கூடுவதாலும் ஈரமண் முறை யிலுள்ள சில குறைகள் தவிர்க்கப்படுகின்றன.

குழிவை, அடுப்பினுள் வைத்து உலர்த்துவதால் காலதாமதம் ஏற்படும். சில சமயங்களில், அதனைத் தவிர்க்கக் குழிவின் மேற் பரப்பை மட்டும் 2.5 செ.மீ. ஆழத்திற்கு உலர்த்தலாம். அதற்கு வெப்பக்கதிர் விளக்குகள் (Radiant-heat-lamps) அல்லது மின் வெப்பக் கருவிகள் ஆகியவற்றை உபயோகிக்கலாம். இம்முறைக் குட்படுத்தப்பட்ட குழிவுகள் புற-உலர் குழிவுகள் (Skin-Dried mulds) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இக்குழிவுகளில் உலர்த்தப் பட்ட உடனேயே உலோகக்குழம்பை ஊற்றி விடவேண்டும். அல்லது, உலர்த்தப்படாத உட்பகுதியிலிருந்து ஈரம் மேற்பரப் பிற்கு ஊடுருவிவந்து விடலாம்,

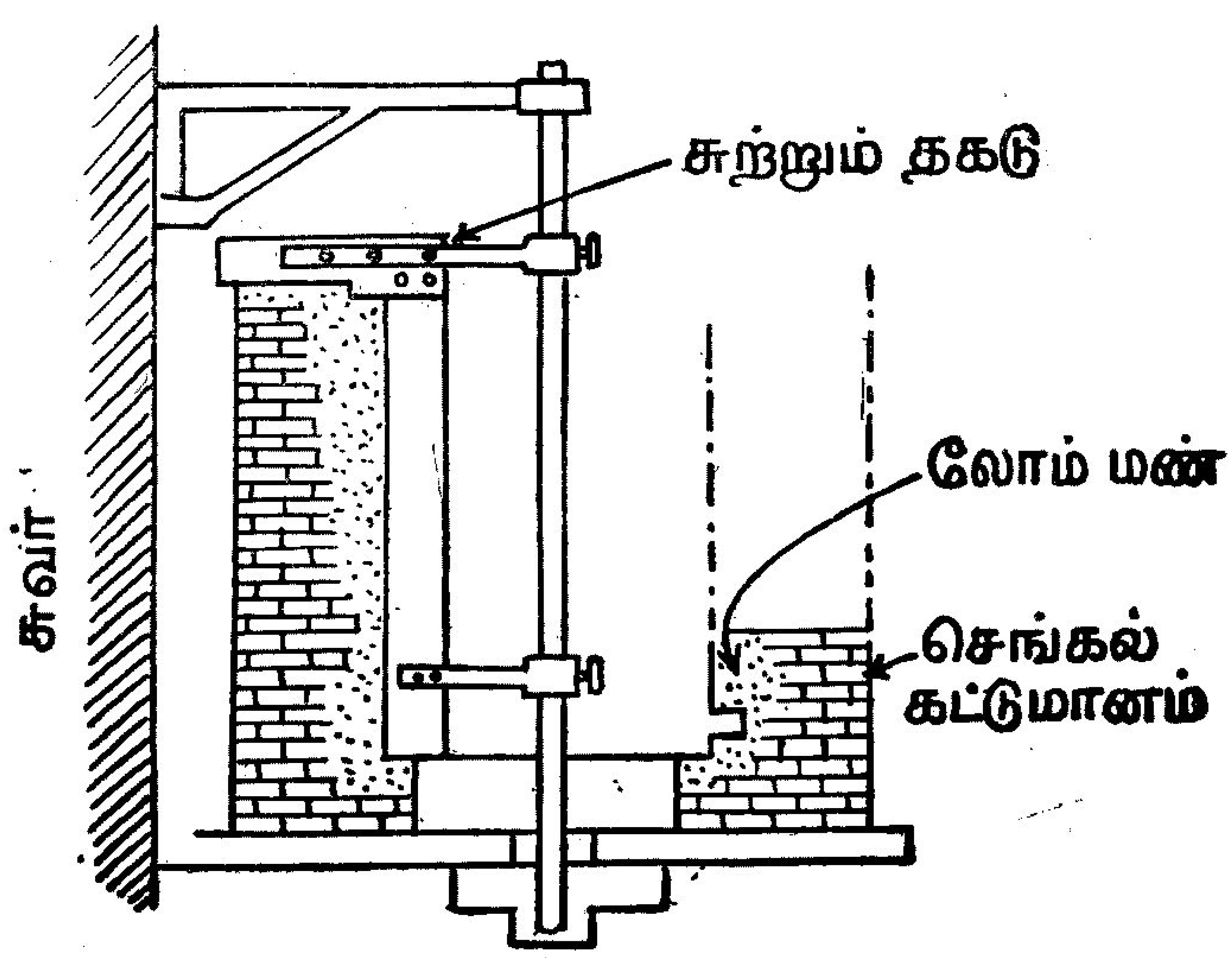
திறந்த வெளி-மண் குழிவு (Open sand moulds) : வட்டத் தட்டு போன்ற அல்லது செவ்வகத்தட்டு போன்ற வார்ப்படங்கள் தயாரிப்பதற்கு, திறந்தவெளி-மண்குழிவு ஏற்றது. இது மிகவும் எளிய குழிவமைப்பு முறையாகும். இம்முறையில், தரையைச் சமப்படுத்தி, அதில் மாதிரியை வைத்துச் சுற்றிலும் மண்ணை இறுக்கியபின் மாதிரியை உருவிவிட வேண்டும். உலோகக் குழம்பை ஊற்ற, ஏற்ற பாதையும் வெட்டிவிட வேண்டும்.

பள்ளக் குழிவமைப்பு (Pit moulding) : இதுவும் ஒரு எளிய முறையே. ஒரு டன் அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கனமுள்ள வார்ப்படங்களை உருவாக்கத் தேவையான குழிவுகள், பள்ளம் வெட்டி, அதில் உருவாக்கப்படும். குழிவமைப்புப் பள்ளங்கள் தரைமட்டத்திற்குக் கீழே தோண்டப்பட்டு கற்காரையினுல் பூசப் பட்டிருக்கும். மாதிரி பள்ளத்திற்குள் இறக்கப்பட்டு, அதற்கு அடியிலும், பக்கவாட்டிலும், பிரிக்கும் பரப்பு வரை மண் இறுக்கப் படும். பிறகு, மாதிரி உருவப்பட்டு, குழிவின் பரப்புகள் உலர்த் தப்படும். தேவையான உட்படிவம் அல்லது மேற்பகுதிகள் தயாரிக்கப்பட்டு பொருத்தப்படும்.

(ii) சிமெண்ட்-கட்டு மண் முறை : சிமெண்ட் கட்டு குழி வமைப்பு மண், 8 முதல் 12% சிமெண்ட், 4 முதல் 6% தண்ணீர் ஆகியவற்றை மண்ணுடன் சேர்த்து உண்டாக்கும் மண் கலவை யாகும். சிமெண்டின் தன்மையால் இம்மண் கலவை அதிக வலு

வாகவும் உறுதியாகவும் இருக்கும். இம்மண் கலவையை மாதிரியைச் சுற்றி இறுக்கி வைக்கவேண்டும். மாதிரியைச் சற்று நேரம் பொறுத்து-மண் உறுதியானபின்-உருவ வேண்டும். அதன்பின் சுமார் 72 மணி நேரத்திற்குக் குழிவு நன்றாகப் பக்குவப்படும்படி விட்டுவிடவேண்டும். பிறகு, குழிவைப் பொருத்தி உலோகக் குழம்பை ஊற்றலாம். இம்முறையினால் மிகச் சரியான அளவுகளுடைய வார்ப்படங்களைப் பெறலாம்.

(iii) ''லோம்'' முறை: மிகப் பெரிய வார்ப்படங்கள் உற்பத்தி செய்ய ''லோம்' முறை கையாளப்படுகிறது. ''லோம்' மண் கலவையானது 50% மண்ணும் 50% களிமண்ணும் கலந்தது. தேவையான அளவு தண்ணீர் சேர்த்துக்கொள்ளவேண்டும். முதலில் செங்கற்கள் கொண்டு வார்ப்படத்தின் உருவத்தைப்போன்று கட்டவேண்டும். அதன்மேல் ''லோம்'' மண் கலவையைப் பூச வேண்டும். நடுத்தண்டை மையமாகக்கொண்ட-வார்ப்படத்தின் சரியான உருவமைப்புகொண்ட எஃகுத் தகட்டினால் அதிகமாக



படம் 3–7. ''லோம்'' முறை

வுள்ள மண்ணை வழித் தெடுத்துவிடலாம். (படம் 3–7) பிறகு, குழிவை, வெப்பக் காற்றைச் செலுத்திக் காயவைக்கவேண்டும்.

இம்முறையில் மாதிரிக்குப் பதில் எஃகுத் தகட்டையே உபயோகிக்கிறோம். இதனால், பெரிய வார்ப்படங்கள் தயாரிக்கும் போது செலவு குறைகிறது. ஆனால், ''லோம்'' முறை மிகக் கடினமானமுறை. அதற்காகச் செலவிடப்படும் நேரமும் அதிகம். அனுபவம் முதிர்ந்த குழிவமைப்பு வினைஞர்களால் தயாரிக்கப்பட வேண்டியவை.

(iv) **கரியமிலவாயு முறை:** இம்முறையில், சுத்தமான, களிமண் கலப்பில்லாத, ஈரம் இல்லாத சிலிகாமண், சோடியம் சிலிகேட்டுடன் (Sodium Silicate) நன்ருகக் கலக்கப்பட்டுப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. இக்கலவையை, உபயோகப்படுத்தும் வரை ஈரச் சாக்கிளுல் மூடிவைக்கவேண்டும். இல்லையேல் சோடியம் சிலிகேட், காற்றிலுள்ள ஈரத்தை உறிஞ்சி மண்கலவையை உபயோகமற்றதாக்கிவிடும். பிறகு இம்மண் கலவையை உட் படிவப் பெட்டியிலோ, குழிவமைப்புப் பெட்டியிலோ போட்டு வழக்கமான முறையிலே இறுக்கவேண்டும்.

இவ்வாறு இறுக்கப்பட்ட மண்ணினூடே கரியமிலவாயுவைச் செலுத்தவேண்டும். பொதுவாக இவ்வாயு சதுர செ.மீ.க்கு 50 முதல் 55 கிலோகிராம் அழுத்தத்தில் கனமான இரும்பு சிலிண்டரில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். வாயுவின் அழுத்தம் குறைக்கும் வால்வுமூலம் தேவையான அளவுக்குக் குறைக்கப் பட்டு, ரப்பர் குழாய்கள் மூலம் செலுத்திக்குக் (probe) கொணரப் படும். செலுத்திமூலம் வாயு சிறு துவாரங்கள்மூலம் உட்படிவம் அல்லது குழிவினுள் செலுத்தப்படும். பெரிய உட்படிவத்தில் 10 செ.மீ. தூர இடைவெளி விட்டுவிட்டுத் துவாரங்கள் இடப் பட்டு, குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில் நிர்ணயிக்கப்பட்ட கால அளவிற்கு வாயு செலுத்தப்படும். கரியமில வாயு, சோடியம் சிலிகேட்டுடன் கிரியை செய்து, சோடியம் கார்பனேட்டையும் (Sodium carbonate), சிலிகா ஜெல்லையும் (Rilica gell) உற்பத்தி யாக்கும்.

$$Na_2OSio_2 \cdot xH_2O + Co_2 \rightarrow Na_2Co_3 + Sio_2xH_2O$$

சோடியம் சிலிகேட் + கரியமிலவாயு → சோடியம் கார்பனேட் + சிலிகா ஜெல்

சிலிகா ஜெல், மண்துணுக்குகளை ஒன்ருகக் கட்டிவிடுவதால் குழிவு வலுவுடையதாகிறது. பிறகு மாதிரியை உருவி எடுத்து விடலாம் அல்லது உட்படிவத்தைப் பெட்டியிலிருந்து எடுத்து விடலாம். இப்பொழுது குழிவு, உட்படிவம் இவைகளைப் பொருத்திவிட்டு உலோகக் குழம்பை ஊற்றலாம்.

நிறைகள்

1. உட்படிவத்தைக் காயவைக்கத் தேவையில்லை. எனவே காயவைக்கத் தேவையான அடுப்பும் (oven) காய வைப்பதற் குரிய நேரமும் மிச்சமாகும்.

2. அளவுகளை நுணுக்கமாக அமைக்கமுடியும். ஏனென்றால் காயவைக்கும்போது ஏற்படும் உருக்குலைவு (distortion) ஏற்பட வழியில்லை.

3. சாதாரண மண்முறையில் வெளிவரும் அளவுக்கு வாயுக்கள் வர வழியில்லை. எனவே, வார்ப்படத்தில் ஏற்படக் கூடிய குறைகள் குறையும்.

4. மிகச் சிக்கலான உருவ அமைப்புகளை எளிதாக உருவாக்கலாம். ஏனென்றால் கரியமிலவாயுவைச் செலுத்தி வலு ஊட்டிய பிறகுதான் உட்படிவத்தை வெளியே எடுக்கிறோம். தவிரவும், பெரிய அளவுள்ள அல்லது சிக்கலான அமைப்புள்ள உட்படிவத்தைச் சாதாரண மண் முறையில் இரு பாகங்களாகச் செய்து காயவைத்தபின்தான் ஒன்றாக இணைக்க முடியும். கரியமிலவாயு முறையில், அவற்றை ஒரே, பெரிய பகுதியாகவே செய்து விடலாம்.

5. சரியான அளவு கரியமிலவாயுவை உபயோகப் படுத்தினால் உற்பத்திச் செலவைக் குறைக்க இயலும்.

குறைகள்

1. கரியமிலவாயு முறையால் தயாரிக்கப்பட்ட உட்படிவம் மிகவும் வலிமை வாய்ந்தது. இதனால் வார்ப்படத்தை ஊற்றிய பின் உட்படிவத்தை உடைத்து அகற்றுவது கடினம். மண்கலவையுடன் சிறிதளவு கரிப்பொடி அல்லது மரத்தூள் கலந்து, ஓரளவு இக்குறையைச் சரி செய்யலாம்.

2. கரியமில வாயுவின் விலை அதிகம்.

3. வெளிப்பரப்பு வழவழப்பாக (surface finish) இருக்காது. ஏனென்றால் இம்முறையில் தேவைப்படும் கரியமிலவாயுவின் அளவைக் குறைக்க பெரிய துணுக்குகளுள்ள மண்ணைப் பயன் படுத்துவதே காரணமாகும்.

4. ஒரு முறை உபயோகித்த மண்ணை மீண்டும் உபயோகிக்க இயலாது.

3–2. நிரந்தர குழிவமைப்பு முறை

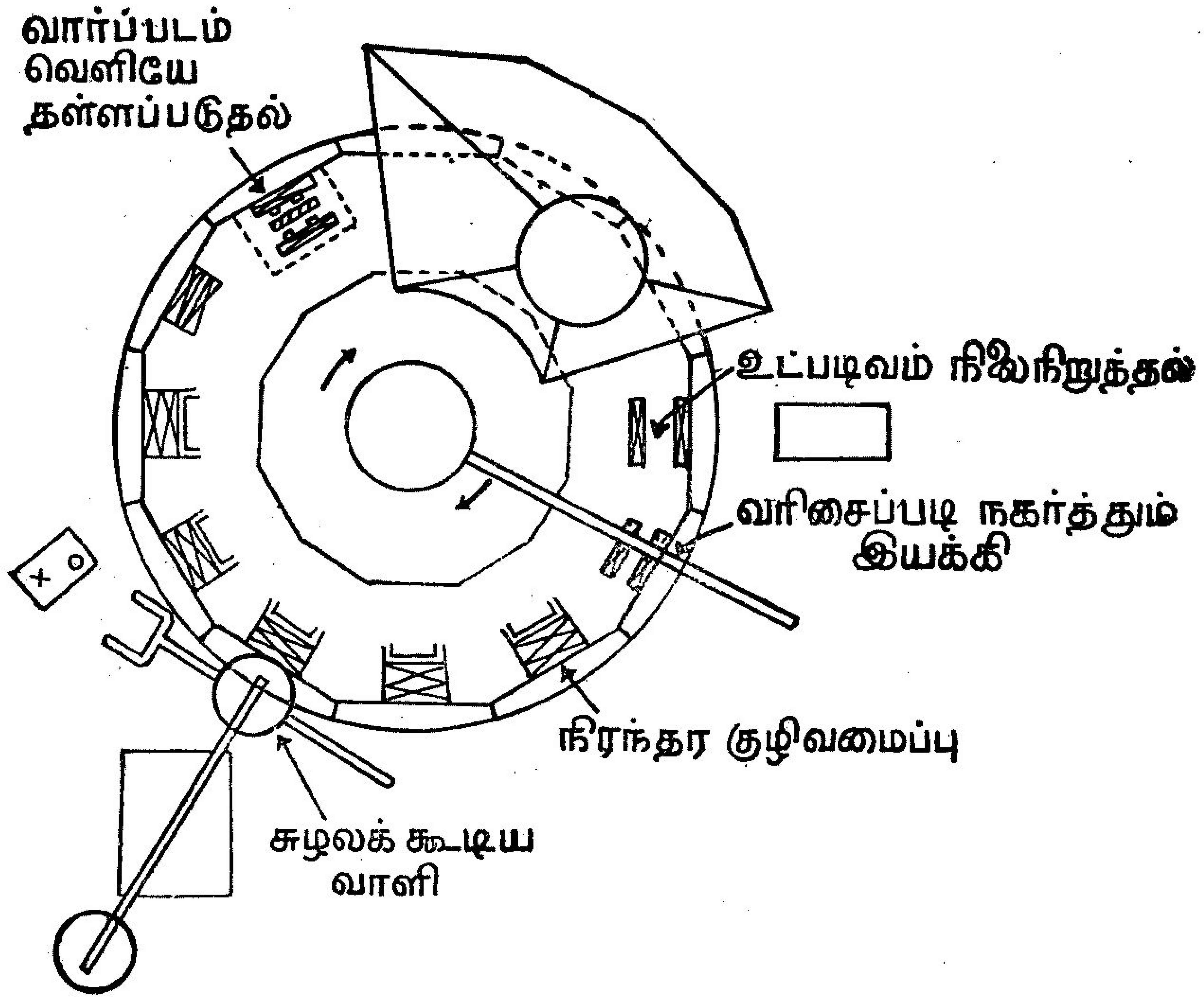
மண் குழிவமைப்பு முறைகளினால் வார்ப்படம் தயாரித்தால் வார்ப்படத்தை வெளியே எடுக்கும்போது குழிவை உடைக்க வேண்டியதாயிருக்கும். அதாவது ஒவ்வொரு வார்ப்படத்திற்கும் தனித்தனி குழிவு தயாரிக்கவேண்டும். ஆனால் நிரந்தர

குழிவுகள் உலோகத்தால் ஆனவை. ஆதலால் ஒரே குழிவை உபயோகித்து ஏராளமான வார்ப்படங்களை உற்பத்தி செய்ய லாம். குழிவு மீண்டும் மீண்டும் பலமுறை உபயோகப் படுத்தப்படுவதால் அதிக வெப்பநிலையை தாங்குவதற்கு ஏற்ற வகையில் அது சாம்பல் (gray) நிற வார்ப்பிரும்பு அல்லது எஃகினுல் செய்யப்பட்டதாயிருக்கும். முதலில், குழிவமைப்பு, அதன் சுமாரான வடிவுக்கு (rough contour) வார்க்கப்பட்டு, பின் சரியான அளவுக்குக் குறைக்கப்படும் (machining). உலோக்க குழம்பு செல்லும் பாதையும் வகுக்கப்படும். உலோக உட்படிவம் அல்லது உவர்மண் உட்படிவத்தை இதனுடன் உபயோகிக்கலாம். உலோக உட்படிவத்தை உபயோகித்தால் வார்ப்பு உலோகம் உறைய ஆரம்பித்தவுடன் உட்படிவத்தை உருவி எடுத்துவிட வேண்டும். உலோகக்குழிவின் உபயோகக் காலத்தை அதிகரிக்க, உட்பகுதியில் வெப்பந்தாங்கி (refractory) பொடியையும், கரிப் பூச்சையும் (carbon soot) தடவலாம். இதனுல், வார்ப்படத்தை வெளியில் எடுப்பதும் எளிதாகும்.

இம்முறை, ஒரே மாதிரியான வார்ப்படங்கள் ஏராளமான எண்ணிக்கையில் உற்பத்தி செய்வதற்கு மட்டுமே உபயோகப் படுத்தப்படும். ஏனென்றுல் நிரந்தரக் குழிவின் அடக்கவிலை அதிகம். தவிரவும் இம்முறையினுல், இரும்பு அல்லாத குறைந்த உருகு நிலையுள்ள உலோக வார்ப்படங்களையே எளிதாக உருவாக்க முடியும். ஓரளவுக்கு வார்ப்பிரும்பு வார்ப்படங்களையும் வார்க்க லாம். முக்கியமாக, அலுமினியம், மக்னீசியம், துத்தநாகம், ஈயம் ஆகியவற்றின் கலப்பு உலோகப் பொருட்களும் வார்ப் பிரும்பும் இம்முறையினுல் வார்க்கப்படுகின்றன.

நிரந்தர குழிவமைப்பு முறையினுல் வார்ப்படங்கள் தயாரிக்கத் தானியங்கி இயந்திரங்கள் (automatic machines) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் ஒரு வட்டமேஜை, மெதுவாகச் சுழன்று கொண்டிருக்கும். அதன்மேல் குறிப்பிட்ட இடத்தில் உலோகக்குழிவுடன் உட்படிவம் பொருத்தப்படும். அடுத்த நிலை யில் உலோகக்குழம்பு ஊற்றப்படும். அதற்கடுத்த இடத்திற்கு வருவதற்குள் வார்ப்படம் உறைந்துவிடும். அந்நிலையில் வார்ப் படம் வெளியே தள்ளப்படும். பின் மீண்டும் குழிவு தூய்மை செய்யப்பட்டு, அடுத்த வார்ப்புச் சுழற்சி (cycle) தொடங்கும். இதில் எல்லா நிகழ்ச்சிகளும் குறிப்பிட்டகால அளவுப்படி, குறிப் பிட்ட இடத்தில் நடைபெறுவன (படம் 3–8).

இம்முறையினுல் தயாரிக்கப்படும் வார்ப்படப் பரப்புகள் நல்ல வழவழப்பையும், மிகச் சரியான அளவுகளையும் கொண்டுள்ளன.



படம்3-8. நிரந்தர குழிவமைப்பு இயந்திரம்

±. 25 மி. மீ. நுணுக்கத்திற்கு அளவுகள் பெறலாம். மேலும் வார்ப்படத்திலிருந்து வெகு வேகமாக உலோகக் குழம்புமூலம் வெப்பம் வெளியேற்றப்படுவதால், அந்த குளிரவைக்கும் செயலால் (chilling action) வார்ப்படத்தின் உறுதி அதிகமாக இருக்கும். ஆனுல், சிறிய, அல்லது சுமாரான அளவுள்ள-எளிய வடிவமைப்புள்ள (simple design) வார்ப்படங்களே இம்முறையினுல் தயாரிப்பது கடினம்.

குளிர்ப்பதன வார்ப்படங்கள் (refrigeration castings), திரவ-தடைக் குடுவைகள் (hydraulic-brake cylinders), இணைப்புத் தண்டு (connecting rods), வெற்றிடம் ஏற்றியின் குடுவைகள் (Vacuum-pump cylinders) மற்றும் பல வார்ப்படங்கள் இம்முறையினுல் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

3–3 அச்சு வார்ப்பட முறை

இம்முறையில் உலோகக் குழம்பு அதிக அழுத்தத்தில் உலோக அச்சினுள் உந்தப்படுகிறது (forced). 'அச்சு' (dye)

என்பது உலோகக் குழிவைக் குறிப்பதாகும். அச்சு, பொதுவாக, இரு பாகங்களாக இருக்கும். இரு பாகங்களும் இணைக்கப்பட்டு, பிணைப்பான் (clamp) மூலம் உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். அழுத்தப்பட்ட காற்றினாலோ (compressed air) திரவச் சக்தியினாலோ (hydraulically) இயக்கப்படும் உந்து தண்டினால் (piston) தேவையான அழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. உலோகக் குழம்பு முற்றிலும் திடப்பொருளாகும்வரை சதுர செ.மீ.க்கு 70 முதல் 280 கிலோ கிராம் அளவுக்கு அழுத்தம் நிலைநிறுத்தப்படுகிறது (maintained).

அச்சு வார்ப்பட இயந்திரங்கள் : இந்த இயந்திரங்கள் கீழ்க் கண்ட வேலைகளைச் செய்கின்றன :

1. அச்சினை மூடுதல்.
2. இருபாதி அச்சுக்களையும் உறுதியாக இணைத்துப் பிடித்துக் கொள்ளுதல்.
3. உலோகக் குழம்பை அச்சினுள் உந்துதல்,
4. அச்சினைத் திறத்தல்.
5. அச்சு வார்ப்படத்தை வெளித்தள்ளுதல்.

அச்சு வார்ப்பட இயந்திரத்தின் இணைச் சட்டம் (frame) தேவையான அளவிற்கு உறுதி வாய்ந்ததாக இருக்க வேண்டும். ஏனென்றால் அதன்மேல் பொருத்தப்படும் அச்சின் எடை பல டன்கள் இருக்கலாம். மேலும் இரு அச்சுப் பாகங்களையும் நன்றாகப் பிணைக்கும் விசையானது உலோகக் குழம்பினால் ஏற் படுத்தப்படும் அதிகபட்ச விசையைவிட அதிகமாக இருத்தல் அவசியம். அப்பொழுதுதான் அச்சுப்பகுதிகளின் நடுப்பிரிவு வழியாக உலோகக் குழம்பு கசியாதிருக்கும். நவீன அச்சு வார்ப்பட இயந்திரங்களில், பிணைக்கும் விசை, அச்சின் அளவையும், உலோகக்குழம்பு உந்தப்படும் அழுத்தத்தையும் பொறுத்து, 100 டன் அளவைக்கூட நெருங்குகிறது. அச்சினைத் திறந்திட முயலும் அதிகபட்ச விசையினை, உலோகக் குழம்பு உந்தப்படும் அதிகபட்ச அழுத்தத்தை குழிவமைப்பின் நிழல் (projected) பரப்பினால் பெருக்கிக் கணக்கிடலாம்.

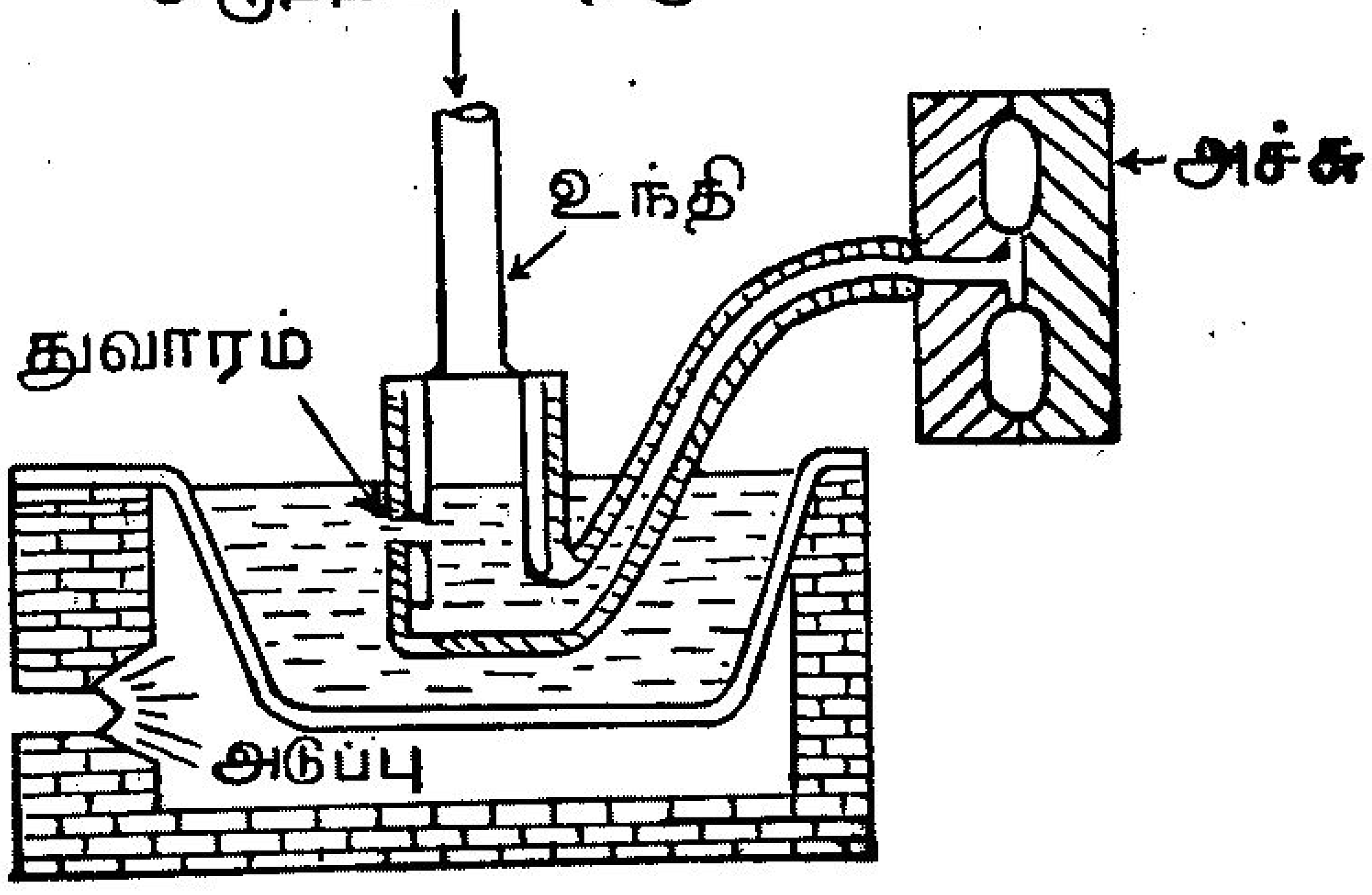
அச்சுக்களை மூடிப்பிணைக்க திரவ விசையினையோ, திரவ விசையும் இயந்திர விசையும் கலந்தோ அல்லது இயந்திர விசையை மட்டுமோ பயன்படுத்தலாம்.

அச்சு வார்ப்பட இயந்திரங்களை இருவிதங்களாகப் பாகுபடுத்தலாம். அவை,

(அ) வெப்ப அறை இயந்திரங்கள்.

(ஆ) குளிர் அறை இயந்திரங்கள்.

(அ) வெப்ப அறை இயந்திரங்கள் : இந்த இயந்திரம் உலோகத்தை உருக்கவும், உருக்கிய உலோகத்தைத் திரவநிலையில் வைத்திருக்கவும் பொருத்தமான உலையைத் தன்னகத்தே கொண்



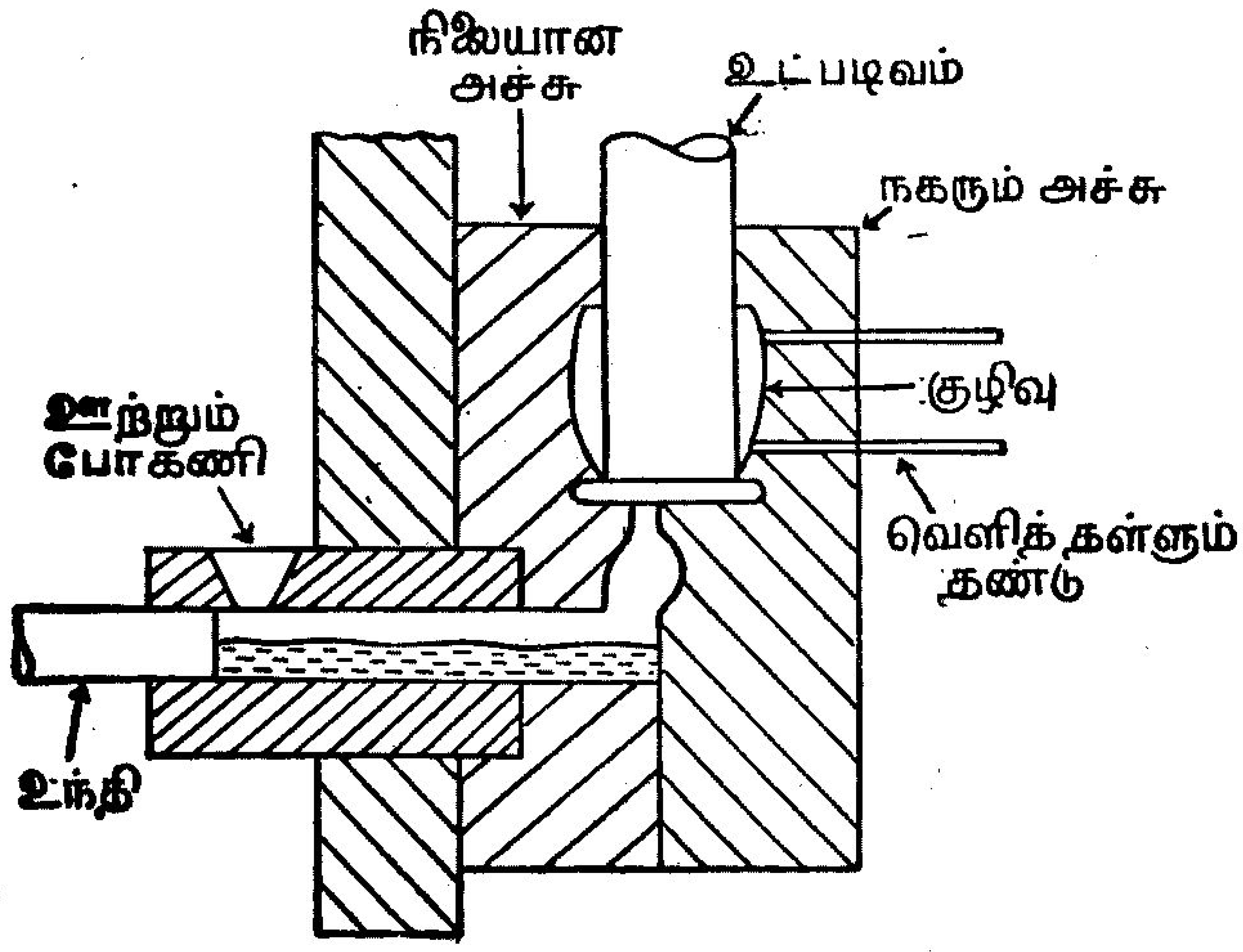
படம் 3-9. வெப்ப அறை அச்சு வார்ப்பட முறை

டிருக்கும் (படம் 3-9). உலோகக் குழம்பை எடுத்து அச்சினுள் செலுத்த ஒரு சிலிண்டர் பயன்படுகிறது. இந்த சிலிண்டரினுள் ஒரு உந்தி (plunger) அழுத்தப்பட்ட காற்றின் விசையாலோ, அல்லது திரவ விசையாலோ, மேலும் கீழுமாக நகர்த்தப்படும். உந்தி மேலே உயர்த்தப்படும்போது, சிலிண்டர் சுவரில் உள்ள துவாரத்தின் வழியாக உலோகக் குழம்பு உட்புகுந்து சிலிண்டரை நிரப்பும். இப்பொழுது, உந்தி கீழ் நோக்கி நகரும்போது, துவாரம் மூடப்பட்டு சிலிண்டரினுள் உள்ள உலோகக்குழம்பு முகவையின் வழியாக அச்சினுள் உந்தப்படும். முன் கணிக்கப்பட்ட கால அளவிற்குப்பின், உந்தி மீண்டும் உயர்த்தப்பட்டு, உலோகக் குழம்பின் மீதுள்ள அழுத்தம் அகற்றப்படும். இப்பொழுது, அச்சு திறக்கப்பட்டு, திடப்பொருளாகி விட்ட, அச்சு வார்ப்படம் வெளியே தள்ளப்படும். உலோகக் குழம்பு உட்செலுத்தப்படும் வேகமும், அழுத்தமும் வெவ்வேறு உலோகத்திற்கும் வார்ப்படத்திற்குப் தகுந்தாற்போன்று கட்டுப்படுத்தப்படும்.

(ஆ) குளிர் அறை அச்சு வார்ப்பட இயந்திரம் : உருக்கப்பட்ட அலுமினியம், எஃகுடன் எதிர்வினை புரிந்து கலக்கும் தன்மை உடைத்தாயிருப்பதால், அலுமினியக் கலப்பு உலோகங்

களை வெப்ப அறை முறையில் அச்சு வார்ப்படங்களாகத் தயாரித்தல் இயலாது. எனவே, அதுபோன்ற உலோக அச்சு வார்ப்படங்களைத் தயாரிக்க குளிர் அறை முறைகளைப் பின்பற்றலாம்.

குளிர் அறை ஒரு கிடையான எஃகு சிலிண்டராகும். அதனுள் உலோகக்குழம்பு, வேறொரு உலையிலிருந்து கொணரப்பட்டு



படம். 3–10.
குளிர் அறை அச்சு வார்ப்பட முறை

ஊற்றப்படுகிறது. அச்சினை நிரப்புவதற்குத் தேவையான அளவை விடச் சற்று அதிகமாக ஊற்றியபின் உந்தி (plunger) வேகமாக முன்னேறி, உலோகக்குழம்பை அச்சினுள் உந்துகிறது. உலோகம் திடப்பொருளாவதற்குக் குறிப்பிட்ட நேரம் அனுமதித்தபின், அச்சு தானாகத் திறக்கும். அச்சு வார்ப்படம் அதிலிருந்து வெளித் தள்ளப்படும்.

குளிர் அறை இயந்திரத்தின் இயக்கம் (operation) வெப்ப அறை இயந்திரத்தின் இயக்கத்தைவிட வேகம் குறைவு. ஏனென்றால், முன் குறிப்பிட்டபடி உலோகக்குழம்பை வேறொரு உலையிலிருந்து இயந்திரத்திற்கு கொணரவேண்டி இருக்கிறது. மேலும், உலோகத்தின் வெப்பநிலை குளிர் அறை முறையில் சற்றுக் குறைவாக இருக்குமாதலால், அதற்குத் தகுந்தாற்போன்று, கொடுக்கப்படவேண்டிய அழுத்தத்தின் அளவை அதிகரிக்க வேண்டும். வார்ப்படத்தின் அளவினையும் உலோகத்தின் தன்மையையும் பொறுத்துப் பொதுவாகச் சதுர செ.மீ.க்கு 350 முதல் 1750 கி. கி. அளவுக்கு அழுத்தம் கொடுக்க வேண்டும்.

அச்சு வார்ப்பட உலோகங்கள் : இரும்பு அல்லாத உலோகங்களே இன்றைய நிலையில் அச்சு வார்க்கப்படுகின்றன. இரும்பு, எஃகு போன்றவற்றை அவற்றின் திரவநிலை வெப்ப அளவைத் தாங்கக்கூடிய மலிவான அச்சுப் பொருள் இல்லாததால் அச்சு வார்க்க இயலாது. துத்தநாகக் கலப்பு உலோகங்கள் அதிக அளவில் இம்முறையில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. அச்சு வார்ப்பினால் ஏற்படும் அதிக வலிவு போன்ற சிறந்த இயல்புகளும் (good mechanical properties) குறைந்த உற்பத்திவிலையும், சுலபமாக வார்க்க முடிகின்ற இயல்பும், கிடைக்கக்கூடிய வழவழப்பும் அதற்குச் சாதகமாக அமைந்துள்ளன. தவிரவும், துல்லியமான அளவுகள் பெறலாம். சன்னமான (thin) பாகங்களை வார்க்கலாம். துத்தநாகம் தவிர, அலுமினியம், மக்னீசியம், செம்பு, ஈயம், வெள்ளீயம் (tin) ஆகியவற்றின் கலப்பு உலோகங்கள் பெரும் அளவில் அச்சு வார்ப்பட முறையில் உற்பத்தியாகின்றன.

நிறைகள்

1. ஒரு மணி நேரத்திற்குச் சுமார் 350 அச்சு வார்ப்படங்களை வெப்ப அறை இயந்திரங்களிலும், சுமார் 150 வார்ப்படங்களைக் குளிர் அறை இயந்திரங்களிலும் தயாரிக்க முடியும். எனவே, அச்சு வார்ப்பு முறையின் உற்பத்தி வேகம் அதிகம்.

2. இம்முறையில் தயாரிக்கப்படும் வார்ப்படங்கள் துல்லியமான அளவுடையனவாக இருக்கும். சாதாரணமாக $\pm$ ·01 செ.மீ/செ.மீ. வரை அளவுகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

3. மெல்லிய பகுதிகளை வார்க்க முடியும். சாதகமான சூழ்நிலையில் துத்தநாகமானால் 0.5 மி.மீ. தடிமனுள்ள பாகங்களும், அலுமினியமானால் 1.0 மி.மீ. தடிமனுள்ள பாகங்களும், மக்னீசியமானால் 1.25 மி.மீ தடிமனுள்ள பாகங்களும் உற்பத்தி செய்யமுடியும்.

4. துத்தநாகத்தினால் ஒரு செ.மீ-க்கு 8 மரைகள் உள்ள ஆணிகள் போன்ற நல்ல நுணுக்கத்தோடு கூடிய வார்ப்படங்களைத் தயாரிக்க முடியும்.

5. புற வழவழப்பு 1.25 மைக்ரோமீட்டர் வரை பெறலாம் (Root mean square).

6. சில சிக்கலான வடிவங்களையும் அச்சு வார்க்கலாம்.

குறைகள்

1. குறிப்பிட்ட, இரும்பு அல்லாத கலப்பு உலோகங்கள் மட்டுமே சிக்கனமாக அச்சு. வார்க்கமுடியும்.

2. அச்சின் அளவையும், அச்சுவார்ப்பட இயந்திரத்தின் திறனையும் பொறுத்து, வார்ப்படத்தின் உச்சபட்ச அளவு கட்டுப் படுத்தப்படுகின்றது. சாதாரணமாக 100 கி.கிராம் துத்தநாக வார்ப்படமும் 50 கி.கிராம் அலுமினிய வார்ப்படமும் உச்ச அளவாகத் தயாரிக்கலாம்.

3. பொருளாதார நோக்கில் கணிச வார்ப்பட உற்பத் திக்கு மட்டுமே இம்முறையைக் கையாளலாம். அதிக விலையுள்ள அச்சுகளும் இயந்திரங்களுமே இதற்குக் காரணங்கள்.

4. அச்சு வார்ப்படங்களில் சிறிதளவு நுண்துளைகள் (porosity) எப்பொழுதுமே இருக்கின்றன. உள்ளடைக்கப்பட்ட காற்றினால் ஏற்படும் இக் குறைபாட்டினால் வார்ப்படம் வலிவு குன்றியதாக இருக்கும்.

4. மையவிலக்கு வார்ப்பட முறை

குழிவு வேகமாகச் சுழற்றுப்பட்டு, அதனால் ஏற்படும் மைய விலக்கு விசையினால் (centrifugal force), உலோகக் குழம்பு குழிவின் சுவரை ஒட்டி அழுத்தப்படுகிறது. குழிவின் சுழற்சி, உலோகம் திடப்பொருளாகும்வரை நீடிக்கப்படுகிறது. இம்முறை யினை மூன்று விதங்களாகப் பிரிக்கலாம்.

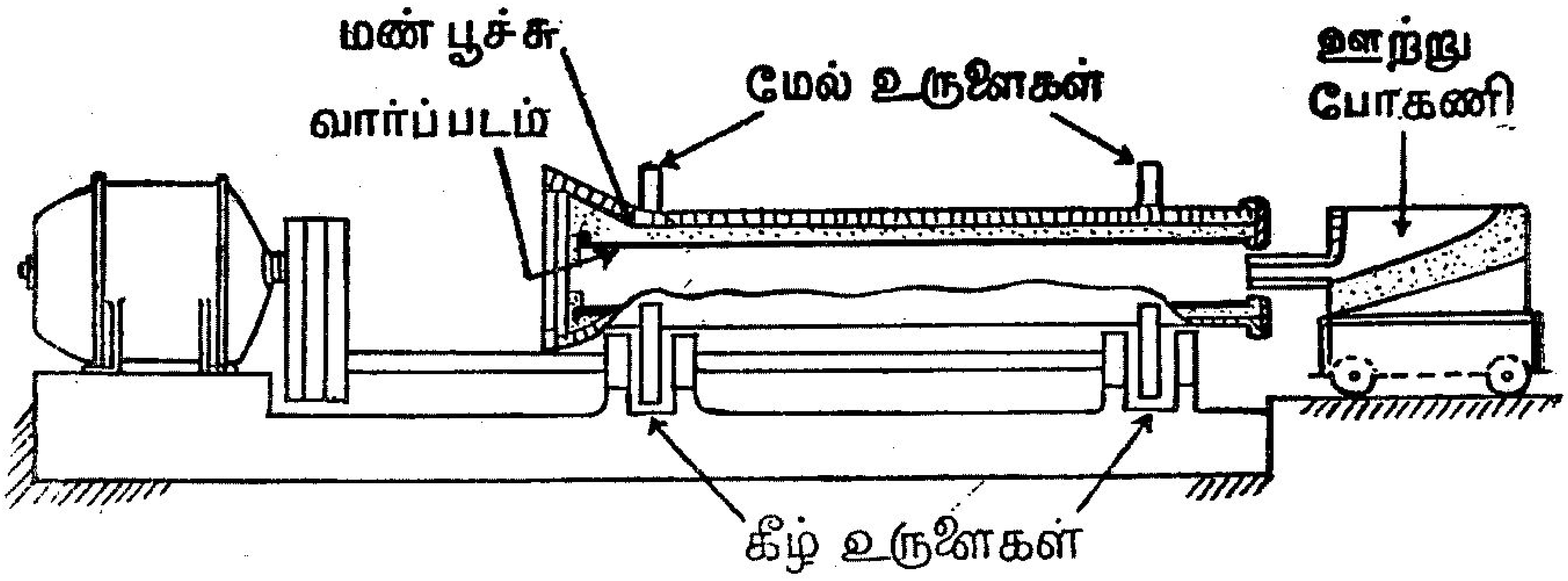
(அ) அசல் மையவிலக்கு வார்ப்படமுறை (True centri-fugal casting).

(ஆ) கலப்பு மையவிலக்கு வார்ப்படமுறை (Semi centri-fugal casting).

(இ) மைய இணைத்தல் முறை (Centrifugal).

(அ) அசல் மைய விலக்கு முறை : ஓர் உருளையான குழிவு, அதன் அச்சினை மையமாகக்கொண்டு வேகமாகச் சுழற்றப்படு கிறது. அச்சு, படுக்கை வசத்திலோ, செங்குத்தாகவோ, சாய்வாகவோ இருக்கலாம் (படம் 3–11). உருளையின் ஒருபுற மிருந்து மறுபுறம்வரை ஊற்று வண்டிமூலம் உலோகக் குழம்பு செலுத்தப்படுகிறது. உட்படிவம் இன்றியே இம்முறையினால் நடுவில் காலியிடம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. மையவிலக்கு விசை, உலோகத்தைக் குழிவின் சுவற்றுடன் அழுத்துவதால்

இதனை அடைய முடிகிறது. வார்ப்படத்தின் தடிமன் உள்ளே ஊற்றப்படும் உலோகக்குழம்பின் அளவைப் பொறுத்தே இருக்கும்.



படம் 3–11. அசல் மைய விலக்கு வார்ப்பட இயந்திரம்

இம்முறை வார்ப்பிரும்பு, குழாய்கள்போன்ற சமச்சீருள்ள (symmetrical) பொருட்கள் வார்க்கப் பயன்படுகிறது.

நிறைகள்

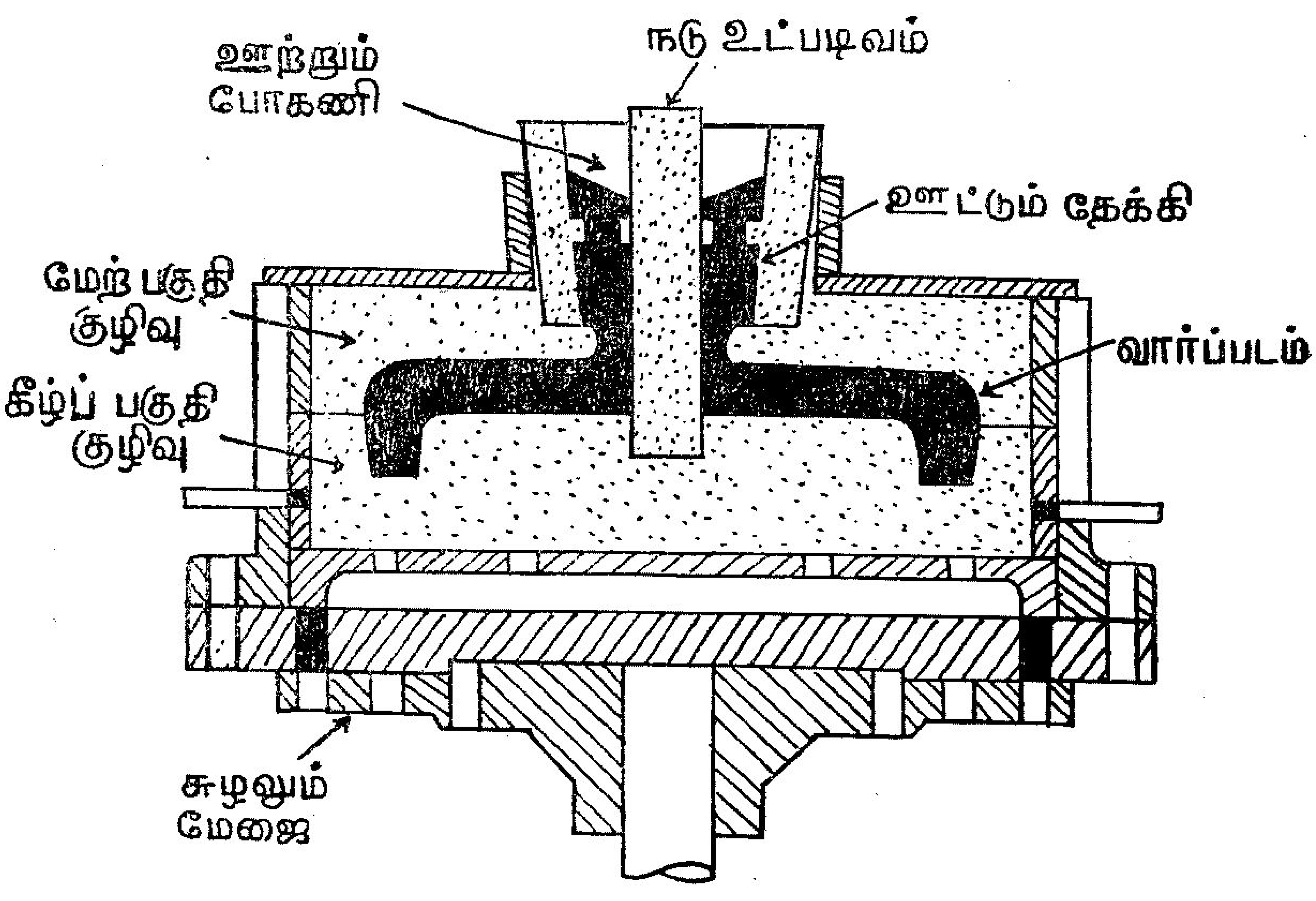
1. குழிவைச் சுழற்றும்போது, மணல், தூசிபோன்ற அழுக்குகள் வார்ப்படத்தின் உட்பரப்பில் தங்கிவிடுகின்றன. ஏனென்றால், வார்ப்பட உலோகத்தைவிட அவை கனம் குறைந்தவை. அவ்வாறு சேர்ந்த அழுக்குகளைக் கடைசல் இயந்திரம்மூலம் எளிதில் நீக்கிவிடலாம்.
2. திசைத் திண்மமாவதால் (directional solidification) வார்ப்படங்கள் சிறப்பானவையாயிருக்கின்றன.
3. உலோகம், மையவிலக்கு விசையால் அழுத்தப்படுவதால், அடர்த்தியாக இருக்கும். அதனால் வலிமை மிக்கதாயிருக்கும்.
4. உட்படிவம், உலோகக்குழம்பு செலுத்தப்படும் வழிகள் ஆகியவை தேவையில்லாததால், பணம் மிச்சமாகிறது. அத்துடன் நூறு சதவீத உலோகமும் வார்ப்படமாகவே கிடைக்கிறது. அதாவது, உயரி, பாதைகள் இவற்றில் உலோகம் வீணாவதில்லை.
5. கணிச உற்பத்திக்கு ஏற்ற முறை.

குறைகள்

1. மையவிலக்கு வார்ப்பட இயந்திரத்தின் விலை அதிகம்.

2. ஒரு சில வடிவங்களை மட்டுமே இம் முறையினால் வார்க்க முடியும்.

(ஆ) **கலப்பு மையவிலக்கு வார்ப்பட முறை :** நடு இருசைச் சுற்றி, சமச்சீரான அமைப்புள்ள வார்ப்படங்களை இம் முறையில் உருவாக்கலாம். உதாரணமாக, உருளிகள், பல்சக்கர வார்ப் படங்கள் (gear blanks) ஆகியவை இம் முறையில் உற்பத்தியா கின்றன. வார்ப்படத்தின் நடுவில் துவாரம் இல்லாமல் இருக்க லாம். துவாரம் வேண்டுமென்றால், உட்படிவம் ஒன்றைப் பயன் படுத்திக்கொள்ளவேண்டும். வார்ப்படத்தின் நடு அச்சு, சுற்றும் அச்சுடன் ஒன்றியிருக்கும்படி குழிவு அமைக்கப்படும்(படம் 3–12).

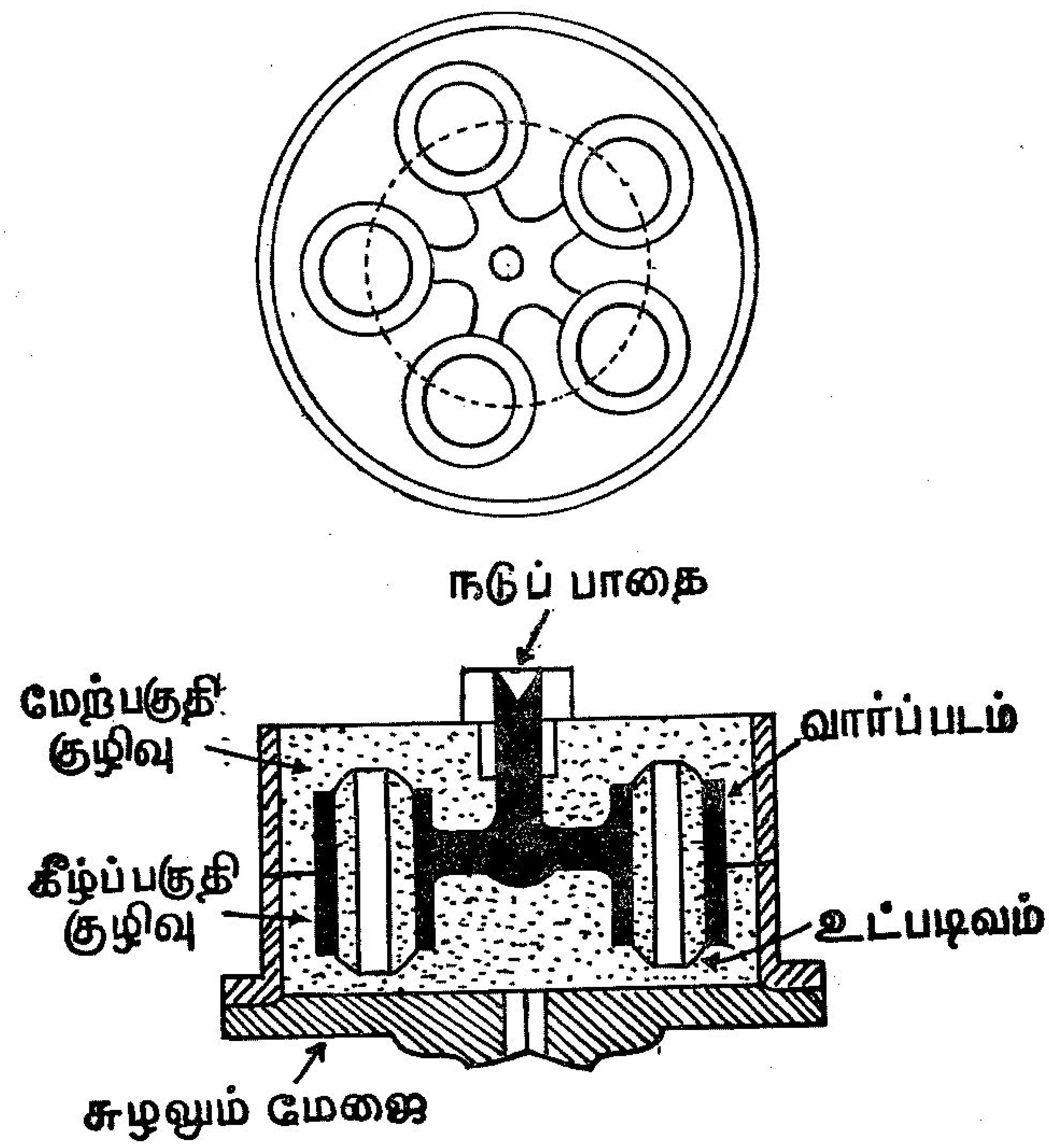


படம் 3–12. கலப்பு மைய விலக்கு வார்ப்பட முறை

நடுவில் உலோகக்குழம்பு ஊற்றப்படும். குழிவு சுற்றப்படுவதால் உலோகம் வெளிநோக்கித் தள்ளப்பட்டுக் குழிவை நிரப்புகிறது. சுழற்சிவேகம் அசல் மைய விலக்கு முறையைவிடக் குறைவான தாக இருந்தால் போதுமானது.

(இ) **மைய இணைத்தல் முறை :** சிறு வார்ப்படங்கள் திடப் பொருளாகும்போது உலோகத்தின்மேல் அழுத்தம் கொடுப் பதற்காக மைய இணைத்தல் முறையைப் பயன்படுத்தலாம். பல சிறு குழிவுகள், ஒரு நடுக்குழிவுப்பாதையைச் சுற்றி அடுக்கப்படு கின்றன (படம் 3–13). இந்தக் குழிவுகள், சிறுபாதைகள் மூலம் நடுக்குழிவுப்பாதையுடன் இணைக்கப்படுகின்றன. இந்த முழு அமைப்பும் சுழலும் மேடையின்மீது பொருத்தப்பட்டுச் சுழற்றப்

படுகிறது. நடுக்குழிவுப் பாதையின்மூலம் உலோகக் குழம்பு ஊற்றப்படுகிறது. சுழற்சியின் விசையால் உலோகக் குழம்பு



படம் 3-13. மைய இணைத்தல் முறை.

எல்லாக் குழிவுகளுக்கும் சென்று நிரம்புகிறது. இம் முறையில் குழிவின் அச்சும், குழிவுகள் அடுக்கப்பட்டுள்ள அமைப்புச் சுழலும் அச்சும் ஒன்றாக இராது.

3-5. பிளாஸ்டர் முறை

இம்முறையினுல் மிக வழவழப்பானதும், மிகத் துல்லிய அளவுகளையுடையதுமான வார்ப்படங்களை உருவாக்க முடியும். குழிவு ஜிப்சம் பிளாஸ்டரினுல் செய்யப்படுகிறது. பிளாஸ்டர் தவிர, சிலிகா தூள், சிலிகா மண், மற்றும் சில தேவையான சேர்க்கைகளும் கொண்டிருக்கும்.

முதலில், மாதிரியின்மீது ஒரு பொருத்தமான, பிரிக்கும் பொடி (parting sand) தூவப்படும். பிறகு, பிளாஸ்டர் பவுடரை 60 சதவீதத் தண்ணீருடன் நன்ருகக் கலந்து, மாதிரியின் மேல் ஊற்ற வேண்டும். அவ்வாறு ஊற்றும்போது காற்றுக் குமிழ்கள் உள்ளே தங்கிவிடாவண்ணம் கவனத்துடன் இருக்க வேண்டும். மாதிரி, தண்ணீரினுல் பாதிக்கப்படாத பொருளினுல்

செய்யப்பட்டிருக்க, வேண்டுமாதலால் சாதாரணமாக, உலோக மாதிரிகளே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பிளாஸ்டர் கலவையை ஊற்றியபின் 10 முதல் 30 நிமிடங்கள் கழித்து, பிளாஸ்டர் கடினமாகிவிடும். இப்பொழுது கவனமாக மாதிரிகளைப் பக்கங்களில் அசைக்காமலேயே அகற்றி விடலாம். இதே போன்று குழிவின் மேற்பகுதி கீழ்ப்பகுதி இரண்டினையும் தயாரிக்கலாம். பிறகு, குழிவின் இரு பகுதிகளையும் அடுப்பில்வைத்து 200° செ.கி. வரை சூடேற்றினால் எஞ்சியுள்ள நீரும் நீக்கப்பட்டுவிடும்.

$CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ என்ற இரசாயன கிரியைப்படி ஜிப்சம் மாறும். எல்லாப் பாகங்களிலிருந்தும் நீரினை முழுவதுமாக வெளியேற்ற சுமார் 20 மணி நேரம் ஆகலாம்.

உலர்த்தும் அடுப்பிலிருந்து (drying oven) குழிவின் இரு பகுதிகளையும் எடுத்த உடனேயே—அவை வெப்பமாக இருக்கும் நிலையிலேயே—அவற்றைப் பொருத்தி, தேவையான உட்படிவத்தையும் நிலைநிறுத்தி, உலோகக் குழம்பை ஊற்ற வேண்டும். இவை அனைத்தும் எந்தவிதத் தாமதமுமின்றி நடைபெற வேண்டும். இல்லையேல் பிளாஸ்டர் காற்றிலுள்ள ஈரத்தை உறிஞ்ச வாய்ப்புள்ளது.

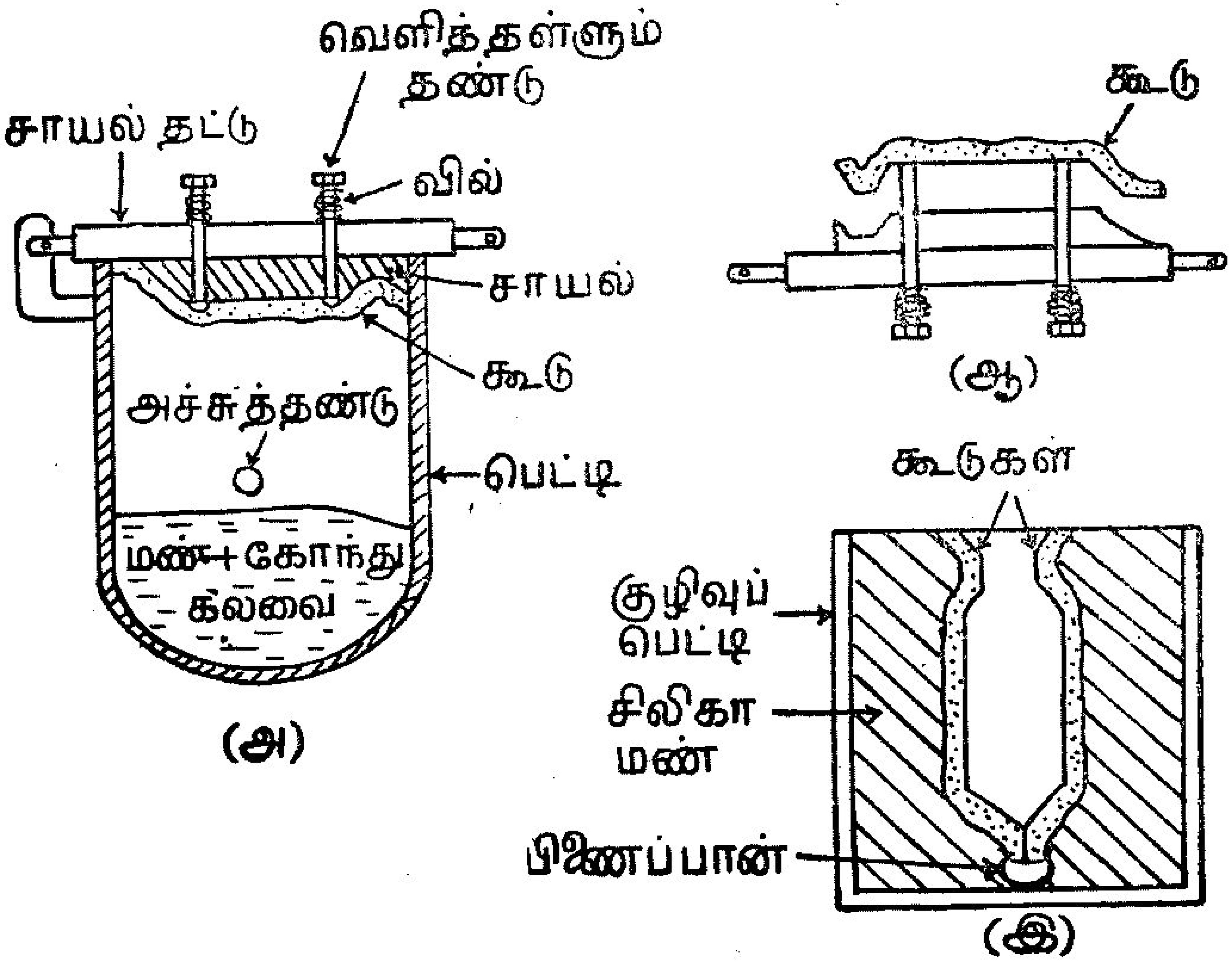
இம்முறை, அலுமினிய இணைப்புத்தட்டு மாதிரிகள் செய்யவும், உள்ளகப்பெட்டிகள் (core boxes) தயாரிக்கவும் உயர் ரக அலுமினிய வார்ப்படங்கள் உற்பத்திக்கும், முக்கியமாகக் கையாளப்படுகிறது. ஆனால், பிளாஸ்டரின் வெப்பம் தாங்கும் தன்மை குறைவானதால், உலோகம் ஊற்றும் வெப்பநிலை 1100° செ.க்குக் குறைவாயிருத்தல் வேண்டும்.

பிளாஸ்டர் முறையில் வார்ப்படங்களின் குறிப்பிட்ட அளவை +·125 மி.மீ. இசைவிற்குள் கட்டுப்படுத்தலாம். வார்ப்படத்தின் வழவழப்பும் சிறப்பாக இருப்பதால் மேற்கொண்டு அதனை இழைக்கத் தேவையில்லை. மேலும், இம் முறையில் மிக மெல்லிய பாகங்களையும் வார்க்கலாம். பிளாஸ்டர் வார்ப்படங்களில் உள் நுண்துளைகள் (internal porosity) ஏற்பட வாய்ப்பில்லை. மேலும், மண் போன்ற துணுக்குகள் வார்ப்படத்தினுள் அடக்கப் படவும் வாய்ப்பில்லை.

3–6 கூடு முறை (Shell moulding)

இம்முறை, இரண்டாம் உலகப் போரின்போது ஜெர்மனியில் ஜே. கிரோனிங் (J. Croning) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எனவே, சில சமயங்களில் குரோனிங் முறை அல்லது 'C' முறை

என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் குழிவும், உட்படிவமும் 6. மி.மீ. தடிப்புள்ள மெல்லிய கூடுகளாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. 100 முதல் 150 துளை அளவுள்ள சிலிகா மண்ணுடன் 5 சதவீதம் செயற்கை கோந்து (synthetic resin) நன்றுகக் கலக்கப்படுகிறது. சிலிகா மண், களிமண் கலப்பில்லாததாக இருத்தல் அவசியம். சாதாரணமாக ஃபினல் பார்மால்டிஹைடு (Phenol formaldehyde) கோந்து அல்லது யூரியா பார்மால்டிஹைடு (urea formaldehyde) கோந்து பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 3-14. கூடுமுறை
(அ) இயந்திர அமைப்பு; (ஆ) கூடு வெளித்தள்ளப்படுதல்;
(இ) முற்றுப் பெற்ற குழிவு.

குழிவு உண்டாக்கும் இயந்திரத்தில் படம் 3·14–ல் காட்டியுள்ளபடி, ஒரு பெட்டி இருக்கிறது. எஃகினுல் செய்யப்பட்ட இப் பெட்டியின் மேற்பக்கம் திறந்திருக்கும். அச்சுத் தண்டின் (trunnion) மேல் இது பொருத்தப்பட்டிருப்பதால், அச்சுத் தண்டை மையமாகக் கொண்டு தலைகீழாக இதனைத் திருப்பலாம். பெட்டியின் மேல் பக்கத்தின் ஒரு பகுதியில் உலோகத்தாலான சாயல்தட்டு (pattern plate) கீல் மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே, சாயல் தட்டைக்கொண்டு பெட்டியை மூடலாம் அல்லது திறக்கலாம்.

பெட்டி திறந்த நிலையில், சாயல் தட்டைவைத்து அதனை 150 முதல் 225° செ. கி. வரை சூடேற்றவேண்டும். பெட்டியினுள் மண் கலவையைக் கொட்டிவைத்திருக்கவேண்டும். சாயல் தட்டு

நன்ருகச் சூடேறியவுடன், பெட்டியை மூடி, அதனைக் கெட்டியாகப் பிணைத்துவிடவேண்டும். இதே நிலையில், பெட்டியைச் சாயல் தட்டுடன் தலைகீழாகத் திருப்பவேண்டும். இதனுல், உள்ளேயுள்ள மண்கலவை சூடேற்றப்பட்ட சாயல் தட்டின்மேல் விழும். வெப்பம், மண்கலவையை ஊடுருவிச் சென்று, கோந்தை இளக்கி, அதனுல் மண்துணுக்குகளை ஒன்ருக்கி, மண்ணைக் கெட்டிப்படுத்துகிறது. 8 முதல் 20 விஞடிகளுக்குப் பின், மெல்லிய கூடு ஒன்று சாயலின் வடிவத்திற்கு உருவாகும். இப்பொழுது பெட்டியைச் சுழற்றி, முன்பிருந்ததுபோல், நேரான நிலைக்குக் கொணரவேண்டும். மீதமுள்ள மண்கலவை, வெப்பத்தால் பாதிக்கப்படாததால் பெட்டிக்குள் விழுந்துவிடும். உருவான கூடு சாயலை ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். இப்பொழுது, சாயல் தட்டை 250°செ.கி. வெப்பநிலைக்கு உஷ்ணப்படுத்திஞல் கூடு நன்ருக வலுப்பெற்றுவிடும். அதனை, வெளித்தள்ளும் தண்டுகளின் துணைகொண்டு சாயலிலிருந்து எடுத்துவிடலாம். இதே போன்று குழிவின் மறுபாதியையும் தயாரிக்க வேண்டும்.

மேற்கூறியவாறு தயாரிக்கப்பட்ட இருபாதிக் குழிவுகளையும் உறுதியாகப் பிணைத்து, ஒரு குழிவுப்பெட்டியினுள் வைக்கவேண்டும். இக் கூடுக் குழிவுகளைச் சுற்றிச் சாதாரண சிலிகா மண்ணைச் சற்று இறுக்கவேண்டும். இப்பொழுது உலோகக் குழம்பை ஊற்றலாம்.

கூடு உள்ளகத்தை உருவாக்கக் கோந்து, மண் கலவையைச் சூடேற்றப்பட்ட உள்ளகப்பெட்டியினுள் சிறிது அழுத்தத்துடன் செலுத்தவேண்டும். தேவையான நேரத்திற்குப்பின் மீதமுள்ள உதிரி மண்கலவையை வெளியே கொட்டிவிட்டு, பெட்டியை ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் உள்ளகக் கூட்டை வெளியே எடுத்து மீண்டும் சூடேற்றி வலுவூட்டவேண்டும்.

நிறைகள்

1. வழவழப்பான புறப்பரப்பையுடைய வார்ப்படங்களை உருவாக்கலாம்.
2. மிகத் துல்லிய அளவுகளை ($\pm$·003 செ.மீ துல்லியமாக)ப் பெறலாம்.
3. இம் முறையை இயந்திரமயமாக்கலாம்.
4. குறைந்த திறமையுள்ளவர்கள்கூட இயந்திரத்தை இயக்கலாம்.

5. மண்குழிவு முறையைவிடக் குறைந்த அளவு மண் போதுமானது. வார்ப்படத்தை எடுத்தபின் சிலிகா மண்ணைத் தூய்மைப்படுத்தி மீண்டும்பயன்படுத்தலாம்.
6. கூடுக்குழிவுகளை முன்னதாகச் செய்து, தேவைப்படும் காலம் வரை எளிதாகச் சேமித்து வைத்திருக்கலாம்.
7. உச்ச உருகு வெப்பநிலையிலுள்ள எஃகு உட்பட, எல்லா உலோகங்களையும், கூடுக்குழிவு முறையில் வார்க்க முடியும்.

குறைகள்

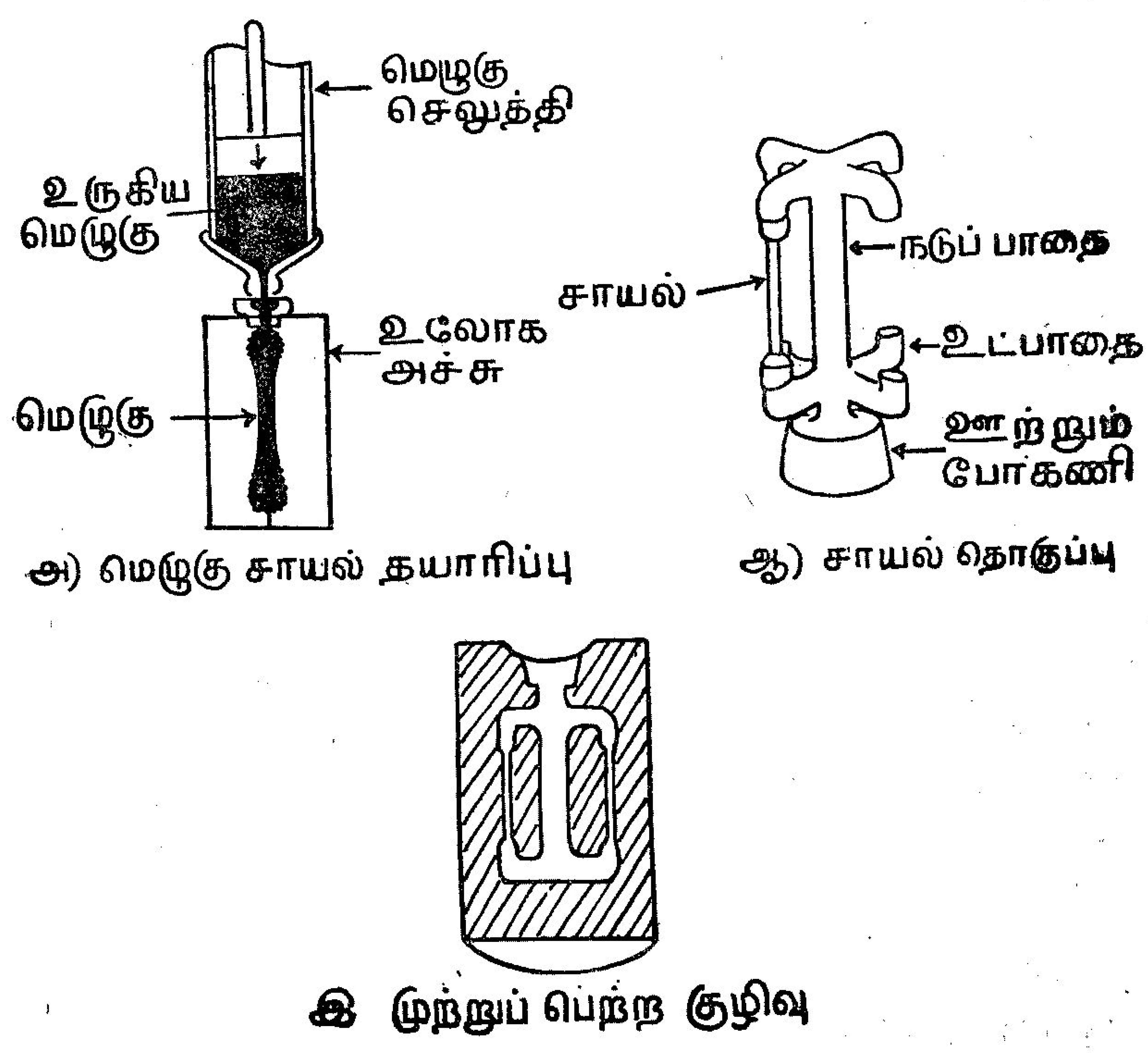
1. சாயல் இயந்திரம் ஆகியவை அதிக விலையுள்ளவையாயிருப்பதால், அதிகமான எண்ணிக்கையில் வார்ப்படங்கள் உருவாக்கவே இம்முறையைக் கையாள இயலும்.
2. சாயல், வார்ப்படத்தைவிட மிக்க வழவழப்புள்ளதாகவும், மிகத் துல்லிய அளவுகளைக் கொண்டதாகவும் இருத்தல் அவசியம்.
3. கோந்தின் விலை அதிகமாதலால், வார்ப்பட ஆக்கச் செலவு அதிகமாகும்.
4. மிகச் சிக்கலான அமைப்பினை உடைய வார்ப்படங்களையும் மிகப் பெரிய அளவுகளையுடைய வார்ப்படங்களையும் உருவாக்க இயலாது.

துல்லிய வார்ப்பட முறை : இம்முறை, ''மறையும்-மெழுகு முறை'' (Lost-wax process) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் மெழுகினாலான சாயல், இறுதியில் உருக்கப்பட்டு, குழிவை விட்டு வெளியேற்றப்பட்டு விடுவதால் இப்பெயர் ஏற்பட்டது. இம்முறையின் பல கட்டங்களை ஒவ்வொன்றாகக் கவனிப்போம்.

1. மெழுகுச் சாயலை உருவாக்க அச்சுக் குழிவு செய்தல் : முதலாவதாகத் தேவையான வார்ப்படத்திற்கு ஏற்ற ஓர் அச்சுக் குழிவு செய்து, அதனுள் உருகிய மெழுகை உந்தி, மெழுகுச்சாயல் செய்யவேண்டும். அச்சை உருவாக்க, முதலில் தலைமைச் சாயல் ஒன்று செய்து, அதை வைத்து ஒரு குறைந்த உருகும் நிலையையுடைய கலப்பு உலோகத்தை வார்த்து, மிகத் துல்லிய அளவுக்கு இழைத்து, அச்சுக் குழிவை உண்டாக்கலாம். பொதுவாக மெழுகுச் சாயலை எளிதாக வெளியே எடுக்கக்கூடிய வகையில் அச்சுகள் இரு பகுதிகளாக இருக்கும். முதலில் உலோகத்

தலைமைச் சாயலைப் பிளாஸ்டர் அல்லது களிமண்ணில் பாதி உருவம் மறைந்திருக்கும்படி பதிய வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். பிளாஸ்டர் அல்லது களிமண் குழிவுப் பெட்டியைப் போன்ற பெட்டியில் இறுக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் மேல் இப் பொழுது மற்றொரு பெட்டியைப் பொருத்த வேண்டும். குறைந்த உருகும் நிலையையுடைய கலப்பு உலோகத்தை உருக்கி, அதனுள் ஊற்றித் திடப்பொருளாக மாறவிடவேண்டும். இது ஒரு பாதி அச்சாகும். இதே போன்று மறுபாதியையும் செய்யலாம். இரண்டு பகுதிகளையும் பொருத்தி மெழுகை உள்ளே செலுத்த, ஒரு வழியைத் துளையிட வேண்டும்.

2. **மெழுகு மாதிரியைச் செய்தல் :** இருபாதி அச்சுகளும் பொருத்தப்பட்டு, உறுதியாகப் பிணைக்கப்படவேண்டும். மெழுகு அதன் உருகும் நிலைக்குச் சற்று அதிகமான வெப்பநிலையில் அச்சுக் குழிவினுள் சதுர. செ. மீ. க்கு 7 முதல் 140 கி. கி. வரையான அழுத்தத்துடன் உந்தப்படுகிறது (படம் 3–15–அ). உள்ளே



படம் 3–15.
துல்லிய வார்ப்பட முறை.

உள்ள காற்று வெளியேற, இருபாதி அச்சுகளுக்குமிடையேயுள்ள பரப்பில், சிறு துவாரங்கள் வெட்டப்பட்டிருக்கவேண்டும். பயன்படுத்தப்படும் மெழுகு, மிகக் குறைந்த சுருங்கற்ற தன்மை

உடைத்தாயிருத்தல்வேண்டும். சாம்பலின்றி எரியும் குணம் வேண்டும். நீளும் தன்மை கொண்டிராமல், உடையும் தன்மை உடையதாய் இருக்கவேண்டும். அப்பொழுதுதான் அது, சிறந்த, துல்லிய அளவுகளை மாருமல்கொண்டிருக்கும். மெழுகு தவிர, பாலிஸ்டிரைன் (polystyrene) போன்ற பிளாஸ்டிக் வகைகளையும், உறைந்த பாதரசத்தையும் (frozen mercury) சாயல் செய்யப் பயன்படுத்தலாம்.

3. மெழுகுச் சாயல்களை, மெழுகுப்பாதைத் தொகுப்புடன் இணைத்தல் : பல சிறு மெழுகுச் சாயல்கள் ஒன்ருக அடுக்கப்பட்டு, ஒரே குழிவில் வைக்கப்படுகிறது. இதனுல் ஒரேசமயத்தில் பல வார்ப்படங்கள் வார்க்கலாம். வெப்பப்படுத்தப்பட்ட கருவிகளின் துணைகொண்டு, மெழுகு மாதிரிகளை மெழுகுப்பாதைத் தொகுப்புடன் உரிய இடங்களில் இணைக்கலாம் (படம் 3–15ஆ).

4. குழிவு செய்தல் : மெழுகுச் சாயல்கள், திரவநிலையிலுள்ள பசையில் (binder) கலக்கப்பட்ட மிக நுணுக்கமான வெப்பந்தாங்கும் தூள்களால் (சுமார் 300 துளை) ஆன கலவையில் அமிழ்த்தி எடுக்கப்படுகிறது. மெழுகு மாதிரிகளின்மேல், அக் கலவை படிவதால், அதன் நுணுக்கத்தைப்பொறுத்து வார்ப்படத்தின் வழவழப்பு அமையும். இக்கலவை நன்கு உலர்ந்தபின், மெழுகுச் சாயல் தொகுப்பு ஒரு குழிவுப் பெட்டியினுள் வைக்கப்படுகிறது. அதனைச்சுற்றி சற்றுப் பருமனுன, விலை குறைந்த தூள்கள் கலக்கப்பட்ட கலவை கவனத்துடன் ஊற்றப்படுகிறது. இப்பெட்டி சுமார் ஒருமணி நேரத்திற்குக் குலுக்கப் படுகிறது. இதனுல், காற்றுக்குமிழிகள் வெளியேற்றப்பட்டுக் கலவைநிலையடைகிறது. பிறகு சுமார் 8 மணி நேரத்திற்குக் காற்றிலேயே உலரவைக்கப்பட்டுக் கலவை வலுவடைகிறது.

5. மெழுகுச் சாயலைக் குழிவிலிருந்து அப்புறப்படுத்துதல் : குழிவை சூடு படுத்திஞல் மெழுகு உருகும். இப்பொழுது குழிவைத் தலை கீழாகப் பிடித்தால், பாதையின் வழியாக உருகிய மெழுகு வெளியேறிவிடும். இவ்வாறு, குழிவு உண்டாக்கப் படுகிறது.

6. உலோகக் குழம்பை ஊற்றுதல் : முற்றுப்பெற்ற (completed) குழிவு (படம் 3–15 இ) எந்த வெப்ப நிலையில் உலோகத்தை ஊற்றப்போகிருேமோ, அந்த அளவிற்கு வெப்பப் படுத்தப்படுகிறது. இதனுல், குழிவில் ஏதாவது மெழுகு ஒட்டிக் கொண்டிருப்பின் அது நீக்கப்படுகிறது. மேலும், குழிவு வெப்ப நிலையில் இருப்பதால், உலோகம் எளிதாக அதனுள் ஓடி, எல்லா

நுணுக்கமான பாகங்களையும் நிரப்புகிறது. எனவே, குழிவு, அடுப்பிலிருந்து எடுக்கப்பட்டவுடன், உலோகக் குழம்பு ஊற்றப் படுகிறது.

பிறகு, வார்ப்படம் குழிவிலிருந்து எடுக்கப்பட்டுச் சுத்தப் படுத்தப்படுகிறது.

நிறைகள்

1. மிக வழவழப்பான பரப்பும், மிகத் துல்லியமான அளவு களும் (003 செ.மீ) கிடைக்கின்றன. இதனுல், மேற் கொண்டு வார்ப்படத்தை இழைக்கத் தேவையில்லை.
2. சிக்கலான வடிவங்களையுடைய இரும்பு வார்ப்படங் களையோ, இரும்பு அல்லாத மற்ற உலோக வார்ப் படங்களையோ வார்க்கலாம்.
3. மிக நுணுக்கமான பகுதிகளையுடைய வார்ப்படங்களை உருவாக்கலாம். சான்ருக, 6 மி. மீ தடிமனுள்ள இடத்தில், 12 மி.மீ. விட்டமுள்ள துவாரங்களை ஏற் படுத்தமுடியும். 0. 75. மி.மீ. தடிமனுள்ள மெல்லிய பாகங்களையும் வார்க்கலாம்.
4. உலோகம், சூடேற்றப்பட்ட குழிவினுள் ஊற்றப்படுவ தால் குளிரும் வேகம் குறைவு. இதனுல் சிறப்பான, அடர்த்தியான வார்ப்படங்கள் உருவாகின்றன.

குறைகள்

1. அதிக அளவு உடல் உழைப்புத் தேவைப்படுவதால் விலை அதிகமாகிறது.
2. இம்முறையினுல் உருவாக்கக்கூடிய வார்ப்படங்களின் அளவு வரையறைக் குட்பட்டவை. வார்ப்படங்களை உருவாக்க இயலாது.

தொடர் வார்ப்பட முறை (Continuous casting): உருளை வார்ப்புகள் (round ingots), தண்டுகள் (rods), சதுர வார்ப்புத் தண்டுகள் (square billets), மற்றும் தட்டைகள் போன்ற வார்ப்படங்களை நேரடியாக உலோகக்குழம்பிலிருந்து உருவாக்கும் முறை, தொடர் வார்ப்பட முறையாகும். இம் முறை பத்தொன் பதாம் நூற்ருண்டின் முற்பகுதியில் 'லைங்' (Laing) என்ற அமெரிக்கப் பொறியாளராலும், பிற்பகுதியில் பெசமர் (Bessemer) என்ற ஆங்கிலேயப் பொறியாளராலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுச் செயல்படுத்தப்பட்டது. இம் முறையால் கார்பன் எஃகையும்,

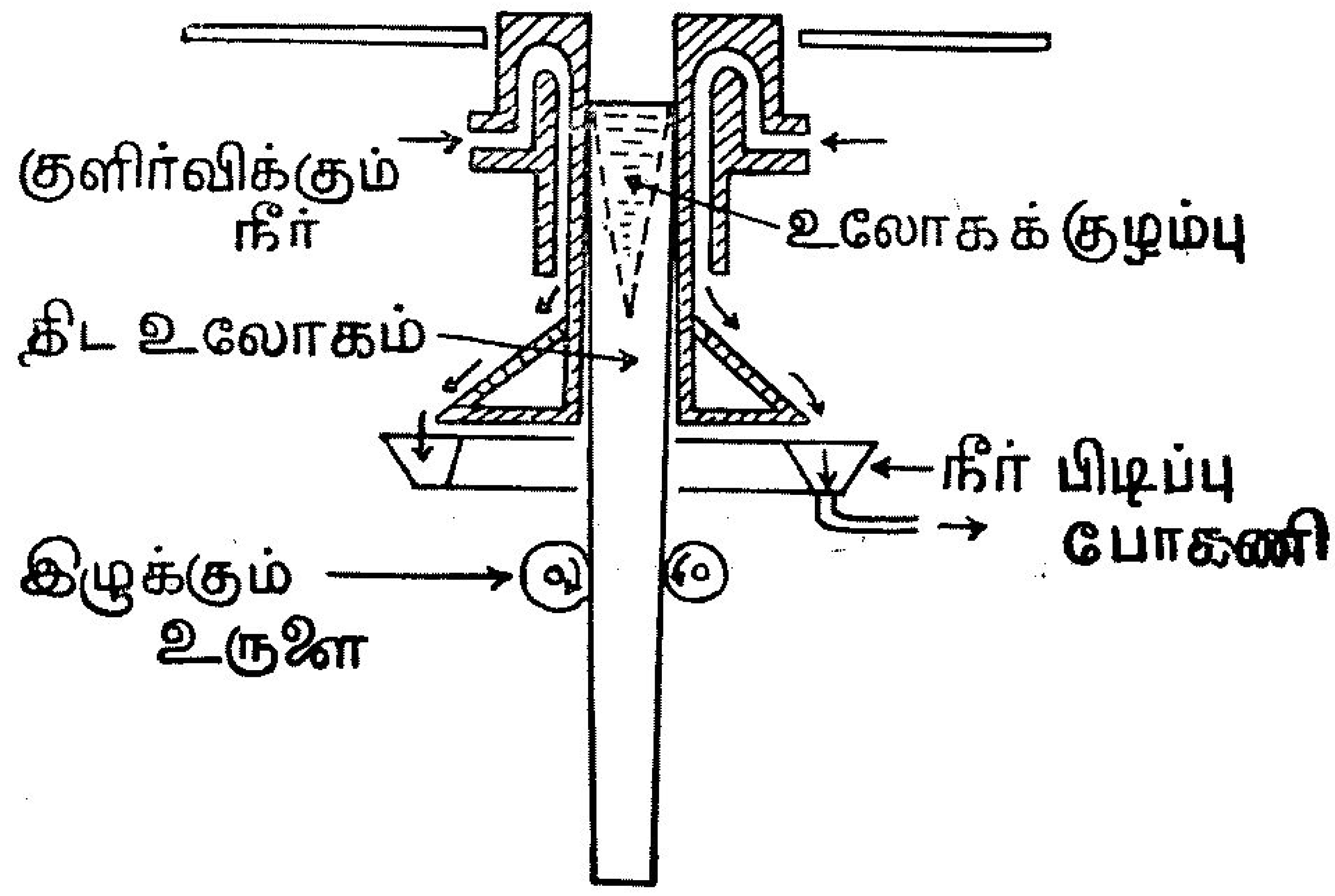
இரும்பு அல்லாத மற்ற உலோகங்களான செம்பு, அலுமினியம், மக்னீசியம் போன்றவற்றையும் வெற்றிகரமாக வார்க்க முடியும்.

இம் முறையில் ஒரு தனி வாளியிலிருந்து உலோகக்குழம்பு குழிவினுள் ஊற்றப்படுகிறது. இக்குழிவு நமக்குத் தேவைப்படும் வடிவத்தில்—உருளையாகவோ, சதுரமாகவோ—அமைக்கப்பட்டிருக்கும். குழிவு, கிராபைட்டினுல் அல்லது தண்ணீரால் குளிர்விக்கப்படும் உலோகத்தினுல் ஆனதாயும், அடியற்றதாயும் இருக்கும். குழிவின் மேற்புறம் வழியாக உலோகக்குழம்பு ஊற்றப்பட்டவுடன் குழிவுச் சுவரையொட்டி உடனடியாக மெல்லிய திட உலோகம் உருவாகிறது. உருவான திட உலோகம் சுருங்குவதால், குழிவுச் சுவரிலிருந்து சற்றுப் பிரிந்து நிற்கும். இதனுல் குழிவிற்கும் உலோகத்திற்கும் இடையே ஏற்படும் உராய்வு குறைந்து வார்ப்படம் தொடர்ச்சியாகக் குழிவின் வழியே வெளியேற ஏதுவாகிறது. வழிநடத்தியும் (guide) அழுத்தி இழுக்கும் உருளைகளும் (pinch rolls) வார்ப்படம் உருவாகும் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. உருளைகளைத் தாண்டி வரும் வார்ப்படம் ஆக்ஸ்–அசிட்டிலின் குழலினுல் தேவையான நீளத்திற்கு வெட்டப்படுகிறது. வார்ப்படம் நகர்ந்துகொண்டிருக்கும் நிலையிலேயே வெட்டப்படவேண்டியிருப்பதால், வெட்டும் குழலும் அதே வேகத்தில், வார்ப்படம் துண்டிக்கப்படும்வரை நகர வேண்டும்.

தொடர் வார்ப்பட முறையைச் செயல்படுத்தும்போது சில கருத்துகளை ஊன்றிக் கவனித்தல் அவசியம். குழிவு அமைக்கும் போது எந்த அளவிற்கு முடியுமோ அந்த அளவிற்கு அதன் சுவர்கள் உராய்வு குறைந்ததாயிருக்கும்படி (frictionless) அமைத்தல் இன்றியமையாதது. வார்ப்படம் உருவாகும் வேகத்தையும், உலோகம் ஊற்றப்படும் வெப்ப நிலையையும் பொறுத்து மிகக் கவனமாகக் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வேகத்தில் உலோகத்திலிருந்து வெப்பம் நீக்கப்பட வேண்டும். கிராபைட் குழிவுகள் உலோகத்தால் நனைக்கப்பட முடியாதவை; அவற்றின் வெப்பம் கடத்தும் திறன் அதிகமாதலால், நீரினுல் குளிர்வித்தல் தேவையில்லை. எனவே, கிராபைட் குழிவுகள் சிறந்தவை. செம்பு அல்லது தாமிரக் குழிவுகளைப் பயன்படுத்தினுல், அவை நீரினுல் குளிர்விக்கும் அமைப்புடன் அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். குழிவின் வெளிப்புறச் சுவரையொட்டி, தண்ணீர் அதிக வேகத்தில் பாயும்படி செய்தால் தான் தேவையான அளவு குளிர்விக்க முடியும் (படம் 3–16).

உருக்கப்பட்ட உலோகம் தகடு அற்றதாக இருத்தல் வேண்டும்; உலோகக் குழம்பு ஊற்றப்படும்போது மிகக் குறைந்த

கலக்கலுடன் (turbulence) ஊற்றப்பட வேண்டும்; இல்லாவிடில், வார்ப்படத்தின் புறப்பரப்புச் சொரசொரப்பாக உருவாகிக் குழி



படம் 3-16. தொடர் வார்ப்பட முறை.

வுடன் அதிக உராய்வை ஏற்படுத்தும். அதனுல், வார்ப்படம் கிழிந்துவிட (tear) ஏதுவாகிறது.

வார்ப்படம் திசைத் திண்மமாகும் முறையில் அதனினின்றும் வெப்பம் நீக்கப்பட வேண்டும். அவ்வாறில்லாவிடில், வார்ப் படத்தின் மையப் பகுதியில் சுருங்கல் குறைபாடுகள் ஏற்படும். வார்ப்படத்தின் நீளவாட்டில் வெப்பக் கடத்தலின் வீதத்தைப் படிப்படியாக அதிகரிப்பதன் மூலம் திசைத் திண்மமாகும் நிலையை உருவாக்கலாம். இச்சூழ்நிலையில் திண்மையடைந்த உலோகத்தி லிருந்து அதிக அளவு வெப்பம் நீக்கப்படுகிறது. திண்மையடை வதால் ஏற்படும் சுருங்கலை ஈடுகட்ட ஒரு கூம்பு வடிவத்தில் உலோகக் குழம்பு தொடர்ச்சியாக இருந்துகொண்டேயிருக்கும்.

தொடர் வார்ப்பட முறையின் நிறைவுகள் பின்வருமாறு :

1. மற்ற முறைகளில் பாதைத் தொகுப்பு, உயரி ஆகிய வற்றில் ஓரளவு உலோகம் வீணுகிறது. இம்முறையில் 100 சதவீத உலோகமும் பாளமாகக் கிடைக்கிறது.
2. இம்முறையில் கிடைக்கும் பாளத்தின் புறப்பரப்பு மற்ற முறைகளில் கிடைப்பதைவிட வழவழப்பாக உள்ளது.
3. தனிப்பாடு (segregation) குறைக்கப்பட்டு விடுவதால் தரம் மேம்பாடு அடைகிறது.
4. குளிர்விக்கும் வீதத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம் மணி அளவையும் (grain size), மணி அமைப்பையும் (grain structure) ஒழுங்கு படுத்தலாம்.
5. இம்முறை சிக்கனமானது.

4. குழிவமைப்பு மண்
(Moulding Sand)

இன்றைய உலகில் உருவாக்கப்படும் வார்ப்படங்களில் பெரும் பாலானவை மண் குழிவுகளிலேயே உருவாக்கப்படுகின்றன. இரும்பு வார்ப்படக் கூடங்களில், ஒரு டன் வார்ப்படம் உருவாக்க நான்கு முதல் ஐந்து டன் வரை குழிவமைப்பு மண் தேவைப் படுகிறது. இரும்பு அல்லாத உலோக வார்ப்படங்கள் உருவாக்க குழிவமைப்பு முறையைப் பொறுத்து, $\frac{1}{4}$ டன் முதல் 5 டன் வரை, ஒவ்வொரு டன் வார்ப்படத்திற்கும் மண் தேவைப்படு கிறது. குழிவமைப்பு மண் சிறந்ததாக இல்லையேல், அதனைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் வார்ப்படங்கள் சிறந்த முறையில் அமையா. எனவே, குழிவமைப்பு மண் தயார் செய்வதிலும் அதன் இயல்புகளைக் கட்டுப்படுத்துவதிலும் கையாளுவதிலும் பயன்படுத்துவதிலும் தனிக்கவனம் செலுத்தவேண்டும்.

குழிவமைப்பிற்குப் பல்வேறு மண் வகைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. குழிவமைப்பு முறைகளான ஈரமண் முறை, உலர் மண் முறை, சிமெண்ட் கட்டு முறை, கூடு முறை ஆகியவற்றில், ஒவ்வொரு முறையிலும் பயன்படும் மண்ணின் தன்மை வேறு பட்டதாயிருக்கும். ஆயினும், அவற்றினுள் ஈரமண் முறையே அடிப்படையாதலால், அம்முறைக்குப் பயன்படும் மண்ணைப்பற்றி விரிவாகக் கவனிப்போம்.

4–1. குழிவமைப்பு மண்ணிற்குத் தேவையான பொது இயல்புகள் (General Properties of Moulding Sand)

1. ஈரநிலை வலிமை (Green strength) : தேவையான அளவு தண்ணீர் சேர்த்து நன்கு கலக்கிய பின்பு ஈரமண் போதுமான அளவு வலிமையுடையதாயிருந்தால்தான் அதனைக்கொண்டு

குழிவினை உண்டாக்கவும், அவ்வாறு உண்டாக்கிய குழிவைக் கையாளுதலும் இயலும். குழிவின் அமைப்பிற்கு மண்ணை இறுக்கும்போது மண் வலிமை பெறவேண்டும். இதுவே ஈரநிலை வலிமை எனப்படும்.

2. **உலர்நிலை வலிமை (Dry Strength) :** குழிவு உலர்ந்த பின்பு மண் மேலும் வலிமைபெற்று விளங்கும். எனினும் உலோகக் குழம்பு பாய்வதால் ஏற்படக் கூடிய மண் அரிப்பைத் தடுக்கக்கூடிய அளவிற்கு வலிமை பெற்றிருக்க வேண்டும்.

3. **வெப்பநிலை வலிமை (Hot Strength) :** உலோகக் குழம்பைக் குழிவினுள் ஊற்றியவுடன், மண் அதிக வெப்ப நிலையை அடையும். அவ்வதிக வெப்ப நிலையிலும் மண் அரிப்பு, வெடிப்பு ஏற்படாமலும், திரவ உலோகத்தினால் குழிவின் சுவர்களில் ஏற்படும் அழுத்தத்தைத் தாங்கக் கூடியதாயும் மண் வலிவுடைத்தாய் இருக்க வேண்டும். அவ்வதிக வெப்ப நிலையில் மண்ணுக்குள்ள வலிமையே வெப்பநிலை வலிமை ஆகும்.

4 **நுண் துளைத் தன்மை (Permeability) :** வார்ப்படத்தின் வெப்பத்தினால் ஈரமண் குழிவிலிருந்து ஏராளமான அளவில் நீராவியும் மற்ற வாயுக்களும் கிளம்புகின்றன. தவிரவும் உலோகக் குழம்பில் கரைந்துள்ள வாயுக்களும் உலோகம் திடப் பொருளாக மாறும்போது வெளியேறுகின்றன. இவ்வாயுக்கள் குழிவிலிருந்து எளிதாக வெளியேறக் குழிவு, 'நுண் துளைத் தன்மை' வாய்ந்ததாக—அதாவது ஏராளமான நுண் துளைகள் உடைத்தாயிருத்தல் வேண்டும். இல்லையேல் வாயுக்கள் வெளியேற வழியின்றி வார்ப்படத்திற்குள் அடங்கி ஊதுகுழிகள் (blow holes) வாயுக் குமிழிகள் (gas holes) போன்ற குறைபாடுகளை உண்டாக்குகின்றன.

5. **வெப்ப நிலைப்பாடு (Thermal stability) :** உலோகம் வார்க்கப்படும்போது, வார்ப்படத்தை அடுத்திருக்கும் மண்பரப்பு வெப்பத்தினால் வேகமாக விரிவடைகிறது. அவ்வாறு விரிவடைவதால் குழிவின் பரப்பில் வெடிப்புகள் ஏற்படலாம். அல்லது பரப்பு வளைந்து விடலாம். இவ்வித விளைவுகள் ஏற்படாமலிருக்கக் குழிவமைப்பு மண் வேகமாகச் சூடேற்றப்பட்டாலும் அதன் அளவுகள் அதிக மாறுபாடின்றி நிலைப்பாடுடைத்தாயிருத்தல் வேண்டும்.

6. **வெப்பந் தாங்குந் தன்மை (Refractoriness) :** எஃகு வார்ப்படங்கள் சுமார் 1400° முதல் 1600° செ. கி. வெப்ப நிலையில்

குழிவினுள் ஊற்றப்படுகின்றன. எனவே, இந்த அதிக வெப்ப நிலையைத் தாங்கும் இயல்பு குழிவமைப்பு மண்ணிற்கு இருக்க வேண்டும். இல்லையேல், மண் மெதுவாகி, உருகி, வார்ப் படத்துடன் ஒட்டிக்கொண்டு வார்ப்படப் பரப்பைக் கெடுத்து விடும். தவிரவும் பின்னுல் வார்ப்படத்தைத் தூய்மை செய்தலும் கடினமாகிவிடும். அலுமினியம் போன்ற குறைந்த வெப்ப நிலையில் உருகும் தன்மை வாய்ந்த உலோகங்கள், கலப்பு உலோகங்கள் ஆகியவை ஊற்றப்படும் வெப்பநிலை குறைவாயிருப்ப தால் அவற்றிற்குரிய குழிவமைப்பு மண் அதிக அளவு வெப்பம் பொறுக்குந் தன்மை உடைத்தாய் இருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை. ஆனுல், இரும்பு வார்ப்படங்கள் உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்படும் குழிவமைப்பு மண் மிகுந்த வெப்பம் தாங்குந் தன்மையுடைய தாய் இருக்கவேண்டும்.

7. **இறுகும் தன்மை** (Flowability): குழிவு தயாரிக்கும் போது மண் துகள்கள் ஒன்றுகூடி இறுகும் தன்மை வாய்ந்தவை யாக இருக்க வேண்டும். உதாரணமாக களிமண் கலப்பு மிக அதிகமாக இருப்பின், இறுக்கியால் ஒருபுறம் அழுத்தினுல் அவ் விடத்தில் இறுக்கம் ஏற்படாமல் வேரொருபுறம் மண் வெளியே வந்துவிடும். இறுகும் தன்மை குறைவாயிருப்பின் குழிவு சீரில் லாத கடினத்தன்மையும், சில இடங்களில் மெதுத்தன்மையும் உடையதாய் உருவாகும். இதனுல் உலோகக்குழம்பு ஊற்றப் பட்டவுடன் அளவுகள் பெரிதாகி, சொரசொரப்பான பரப்புள்ள வார்ப்படங்கள் உருவாக ஏதுவாகி விடும்.

8. குழிவமைப்பு மண் தேவையான அளவிற்கு நுண்ணிய துகள்களாய் இருந்தால்தான், வார்ப்படம் வழவழப்புள்ளதாய் இருக்கும்.

9. **சிதையுந்தன்மை** (Collapsibility): வார்ப்படம் நன்ருக ஆறிய பின் குழிவை உடைத்து வார்ப்படத்தை வெளியில் எடுக்கிருேம். எனவே, சூடேறி ஆறிய மண் கடினமாயிராமல் சிதையுந்தன்மை உடையதாயிருந்தால்தான் வார்ப்படத்தை வெளியிலெடுத்தல் எளிதாயிருக்கும். அல்லது வார்ப்படத்தைத் தூய்மை செய்ய அதிகம் செலவிட வேண்டியதிருக்கும்.

10. குழிவமைப்பு மண், மீண்டும் மீண்டும் தூய்மை செய்யப்பட்டு பயன்படுத்தப்படும் தன்மையில் இருக்க வேண்டும். அல்லது மண்ணிற்காக அதிகச் செலவு செய்ய வேண்டியதிருக்கும்.

11. குழிவமைப்பு மண் எளிதான முறையில் தயாரிக்கக் கூடியதாயும் தரத்தைக் கட்டுப்படுத்தக் கூடியதாயும் இருக்க வேண்டும்.

மேற்கூறிய முக்கிய இயல்புகளை மனதிற் கொண்டு பல்வேறு வார்ப்படக் கூடங்களிலும், உருவாக்கப்படும் வார்ப்படங்களுக்குத் தகுந்தாற்போன்று வெவ்வேறு வகையான குழிவமைப்பு கலவைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

4–2 குழிவமைப்பு மண்ணின் கலவைப் பொருட்கள் (Ingredients of Moulding Sand)

குழிவமைப்பு மண் என்பது மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பொருட்களைக் கொண்ட ஒரு கலவையாகும். அதில் ஈர மண் என்ற வகை சிலிகா மண்ணை (SiO_2) முக்கியப் பொருளாகவும் களிமண், நீர் ஆகியவற்றை உபபொருட்களாகவும் கொண்ட கலவை ஆகும். இவை தவிர மற்றப்பொருட்களும் மண்ணின் குறிப்பிட்ட இயல்புகளை உயர்த்தும் பொருட்டு கலக்கப்படுகின்றன,

சிலிகா மண் : குழிவமைப்பு மண்ணில் 50 முதல் 95 சதவீதம் வரை சிலிகா மண் இருக்கும். வெவ்வேறு குழிவமைப்பு மண் கலவைகளில், சிலிகா மண் துகள்கள் கீழ்க்கண்ட தன்மைகளில் வேறுபட்டிருக்கும்.

1. சராசரி துகள் அளவு (grain size), துகள் அளவு பரவு (grain size distribution), துகள் வடிவம் (grain shape .

2. இரசாயனக் கூட்டு (chemical composition).

3. வெப்பம் பொறுக்குத் தன்மையும் வெப்ப நிலைப் பாடும்.

களிமண் (Clay) : குழிவமைப்பு மண் சுமார் 2 முதல் 50 சதவீதம் வரை களிமண் உடையதாய் இருக்கும். தேவையான அளவு தண்ணீருடன், இதுவே குழிவமைப்பு மண்ணிற்கு வலிமையையும் உருவகிக்கும் தன்மையையும் (plasticity) அளிப்பதில் உறுதுணையாக இருக்கிறது. சில இடங்களில் சிலிகா மண்ணும் களிமண்ணும் ஏற்ற விகிதத்தில் கலந்த நிலையில் காணப்படுகின்றன. அதனைத் தோண்டி எடுத்து அப்படியே குழிவமைப்புக்குப் பயன்படுத்த இயலும். அது 'இயற்கைக் குழிவமைப்பு மண்' (natural moulding sand) என அழைக்கப்படும். அவ்வாறு

இயற்கையாக மண் கிடைக்காதவிடத்து, தேவையான அளவு களிமண் சேர்த்து அக் கலவையை குழிவமைப்புக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

நீர் (Water) : 1–5 முதல் 8 சதவீதம் வரை குழிவமைப்பு மண்ணுடன் நீர் சேர்க்கலாம். இந்நீர் களிமண்ணால் உறிஞ்சப் பட்டுப் பின்னர் மண் துகள்களை இணைத்து வலிமையையும் உருவகிக்கும் தன்மையையும் ஏற்படுத்தக் காரணமாய் இருக்கிறது. களிமண்ணால் உறிஞ்சப்படும் அளவிற்குமேல் நீர் சேர்த்தால், அது களிமண்ணுடன் சேராமல் தனித்து நிற்கும். அந்நிலையில் மண்ணின் வலிமை குறைய நேரிடும். எனவே, மண்ணில் நீரின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துதல் இன்றியமையாததாகும்.

மேற்குறிப்பிடப்பட்ட மூன்று அடிப்படைக் கலவைப் பொருட்களைத் தவிர வேறு சில பொருட்களும் குழிவமைப்பு மண்ணுடன் சேர்க்கப்படலாம். அவை சில குறிப்பிட்ட இயல்பை உயர்த்தும் நோக்கத்துடன் மண்ணுடன் கலக்கப்படுகின்றன. அவை "சேர்க்கைகள்" (additives) எனக் குறிப்பிடப்படும். சீரியல் (cereal), சிலிகா மாவு (silica flour), வெல்லக்கழிவுப் பாகு (molasses), மரப்பொடி (wood flour) ஆகியவை சில சேர்க்கைகள் ஆகும்.

4–3. குழிவமைப்பு மண்ணைச் சோதித்தல் (Testing of moulding sand)

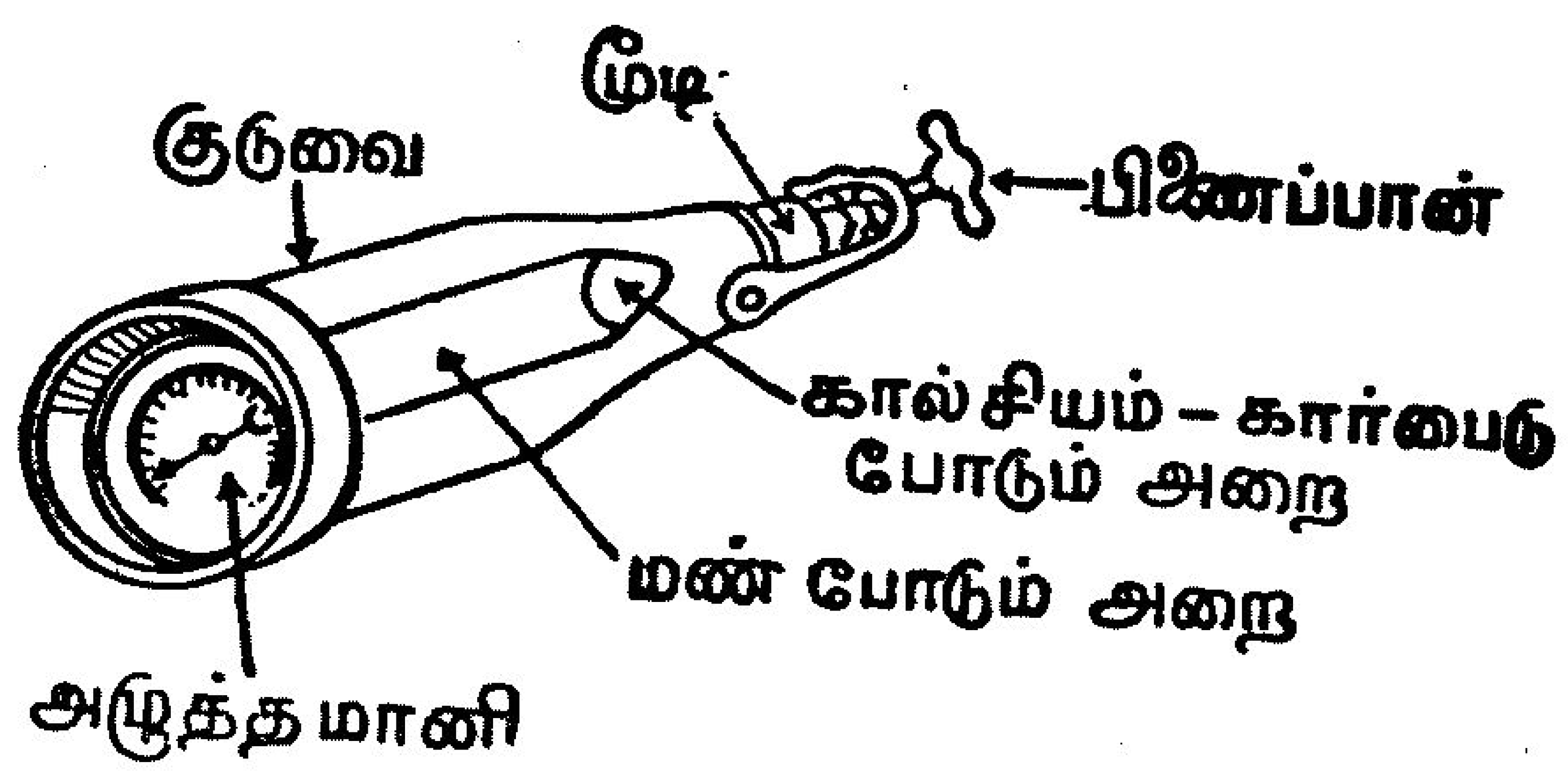
குழிவமைப்பு மண்ணின் தரத்தைச் சீராகக் கட்டுப்படுத்தி வந்தால்தான் அதனைக்கொண்டு உருவாக்கப்படும் வார்ப்படங்களின் தரமும் சீரானதாக அமையும். எனவே, மண்ணின் தரத்தை அடிக்கடி சோதித்து அதன் முக்கிய இயல்புகளை அளவிடுதல் வேண்டும். அவ்விதம் சோதித்தறிவதற்குச் சில முறையான சோதனைகளை (standard tests) "அமெரிக்க வார்ப்படத் தொழில் வினைஞர் கழகம்" (American Foundrymens, Society) தந்துள்ளது. அச் சோதனை முறைகளை (test procedures) இப்போது சுருக்கமாகக் கவனிப்போம்.

மண் சோதனைகள் அனைத்தும் முறையாகத் தயாரிக்கப்பட்ட மண்ணைக் கொண்டு நடத்தப்படவேண்டும். அதாவது சோதனை முடிவுகள் குறிப்பிட்ட அளவு மண்ணுக்கு உரியதாக இருந்தாலும் அவை அதே முறையில் தயாரிக்கப்படும் மண்ணின் அளவு மிக அதிகமாக இருப்பினும் அதற்கும் பொருத்தமாக இருக்கவேண்டும். குழிவமைப்பு மண்ணுடன் தேவையான நீர் சேர்த்துச் சோதனைக்

கூடக் கலக்கியில் 2 கிலோ கிராம் மண்ணிற்கு 5 முதல் 8 நிமிடங்கள் கணக்கில் கலக்கவேண்டும். கலக்கியபின் மண்ணை மூடியிட்ட பாத்திரத்தில் வைத்திருந்து, அவ்வப்போது சோதனை களுக்குத் தேவையான அளவு மண்ணை எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

1. ஈரப்பசை (Moisture content): மண்ணிலுள்ள ஈரம் பல இயல்புகளுக்குக் காரணமாயிருப்பதால், ஈரத்தின் அளவு அடிக்கடி சோதிக்கப்பட வேண்டிய ஒன்றாகும். சரியாக 50 கிராம் மண் எடுத்து அதனை வெப்பக் காற்று அடுப்பில் (hot air oven) 150° செ.கி. வெப்ப நிலையில் 1 மணி நேரத்திற்கு உலர்த்த வேண்டும். நன்றாக உலர்த்தியபின் மீண்டும் அதன் எடையைக் கணிக்க வேண்டும். முதலில் இருந்த எடையான 50 கிராமுக்கும் இப்போதுள்ள எடைக்கும் உள்ள வேறுபாட்டை இரண்டால் பெருக்கினால் மண்ணிலுள்ள ஈரத்தின் சதவீதம் கிடைக்கும். இம் முறையினால் ஈரத்தின் அளவைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட இயலும் என்ற போதிலும் வார்ப்படக்கூடத்தில் அடிக்கடிச் சோதனை நடத்த இம்முறை ஏற்றதல்ல. சோதனைக்கு அதிக நேரம் செலவிட வேண்டியிருப்பதால் சோதனைக் கூடத்திற்கே இம் முறை உகந்தது.

வார்ப்படக்கூடத்தில் ஈரத்தின் அளவைச் சோதிக்க 'விரைவில் ஈரம் சோதிப்பான்' (Speedy Moisture Tester) என்ற கருவி (படம் 4–1) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இக் கருவி ஒரு குடுவையை



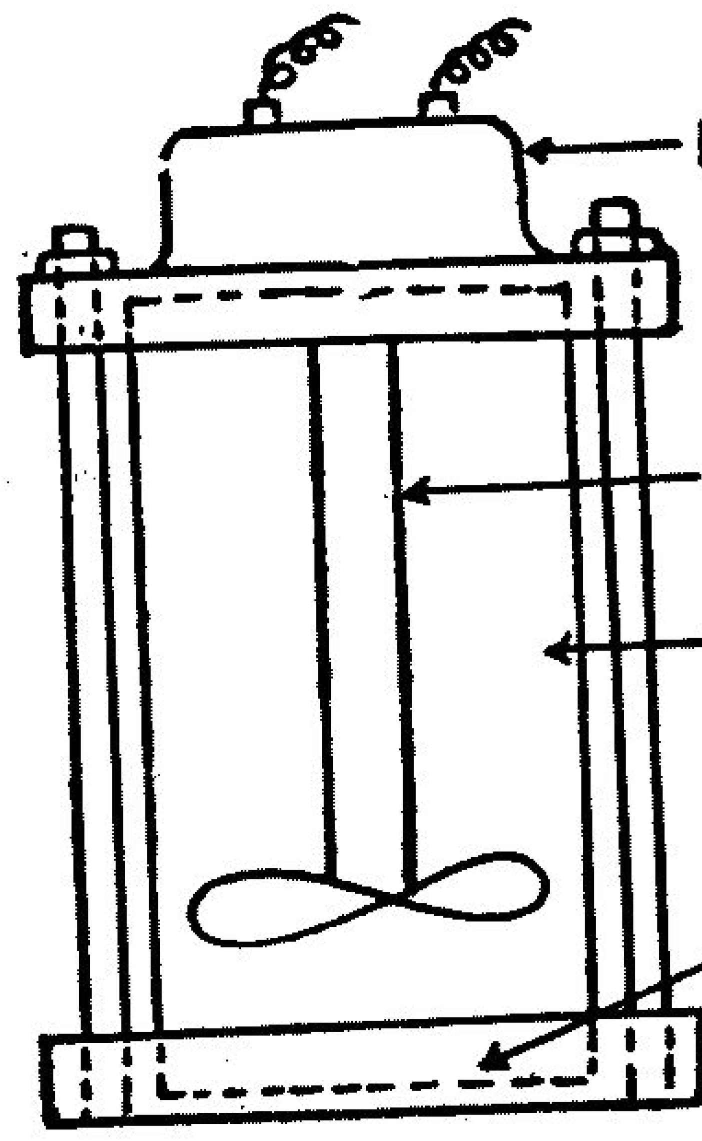
படம் 4–1. விரைவில் ஈரம் சோதிப்பான்

யும் மூடியையும் உடையது. குடுவையினுள் காற்றுப்புக முடியாதபடி மூடியினால் அழுத்தமாக மூட வகை செய்யப்பட்டிருக்கும். குடுவையின் மறுபுறம் ஒரு அழுத்தமானி (pressure gauge) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அதில் நேரடியாக ஈரத்தின் அளவு சதவீதத்தில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். சோதனைக்கு முன் குடுவையையும் மூடியையும் நன்றாகத் தூய்மை செய்ய வேண்டும். பின் சரியாக 50 கிராம் மண்ணைக் குடுவையினுள் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். மூடியில் தேவையான அளவு கால்சியம்

கார்பைடு (calcium carbide) எடுத்துக்கொண்டு குடுவையை இறுக மூடிவிட வேண்டும். பிறகு குடுவையை நன்ருகக் குலுக்கிஞல் மண்ணில் உள்ள ஈரம், கால்சியம் கார்பைடுடன் கலந்து அசிட்டிலின் வாயு (acetelyne gas) உற்பத்தியாகும். வாயுவின் அளவு ஈரத்தின் அளவைப் பொருத்ததாதலால் அழுத்தமானியின் மூலம் ஈரத்தின் அளவை அறியலாம். இம் முறை உலர் முறையைப் போன்று துல்லியமானதல்லவெனினும் விரைவானது.

2. **களிமண் அளவு** (Clay Content) : சோதனை நோக்கத்திற்காகக் களிமண் பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகிறது. 'தண்ணீரில் மிதக்கும்போது ஒரு நிமிடத்திற்கு 25 மி.மீ. கூடப் படியாமல் இருக்கும் துகள்கள் களிமண் எனப்படும்'. இவை பொதுவாக 0-02 மி.மீ. விட்டம் உடையவை.

களிமண் அளவைக் கண்டுபிடிக்க, 50 கிராம் உலர்ந்த மண்ணை கண்ணுடிக் குடுவையில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். அத்துடன் 475 மில்லி லிட்டர் தூய தண்ணீரையும் (distilled water) 25 மி. லி. காஸ்டிக் சோடா கரைசலையும் (caustic soda solution) சேர்க்கவேண்டும். குடுவையில் கலக்கியைப் (stirror) பொருத்தி, 5 நிமிடங்களுக்குக் கலக்கவேண்டும். (படம் 4–2)



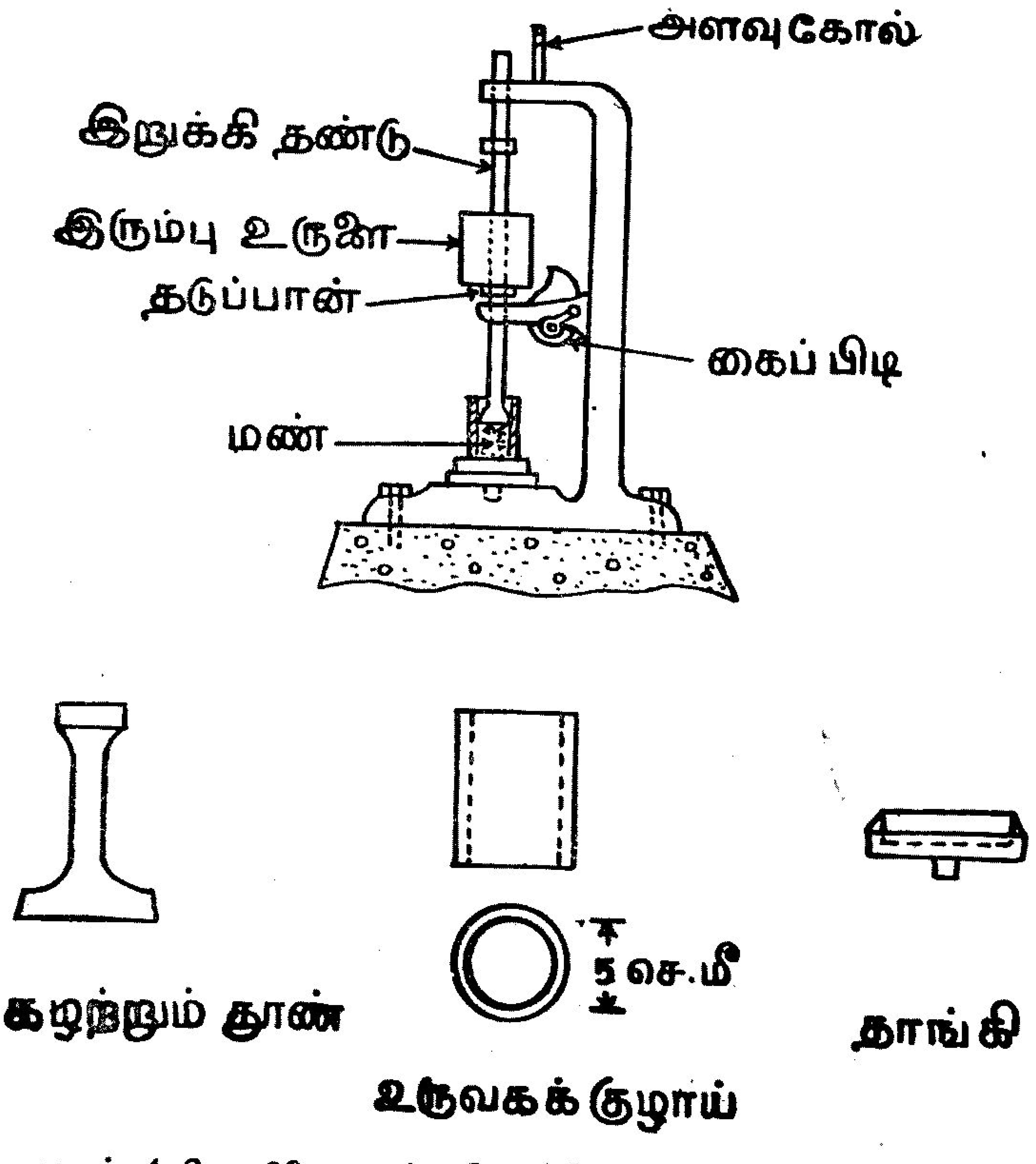
படம் 4–2. களிமண் அளவு சோதனைக் கருவி

கலக்கியபின் 10 நிமிடங்கள் கழித்து முக்கால் பாகம் தண்ணீரை நீரிறக்குக் குழாய் (siphon) மூலம் வெளியேற்றவேண்டும். மீண்டும் முன்பிருந்த அளவுக்குப் புதிய தண்ணீர் சேர்த்துக் கலக்கி 10 நிமிடம் கழித்து முக்கால் பாகம் நீரை வெளியேற்ற வேண்டும். இம்முறையை 4 அல்லது 5 முறை செய்தால் களிமண் துகள்கள் அனைத்தும் நீருடன் வெளியேறிவிடும். மீதியுள்ள மண்ணைக் குடுவையிலிருந்து எடுத்து உலர்த்தி எடை பார்க்கவேண்டும். முதலில் எடுத்துக்கொண்ட மண்ணின்

எடைக்கும் இப்போதுள்ள மண்ணின் எடைக்குமுள்ள வேற்று மையை இரண்டால் பெருக்கினல் மண்ணிலுள்ள களிமண் சதவீதம் கிடைக்கும்.

3 **வலிமை** (Strength) : குழிவமைப்பு மண்ணின் வலி மையைக் கணிக்கும் பலவகையான சோதனைகளை 'பொது மண் வலிமை சோதிக்கும் கருவி'யினல் (Universal Sand strength Testing machine) நடத்தலாம். ஈரமண், உலர்மண், உட்படிவ மண் ஆகியவற்றின் இறுக்க வலிமை (compression strength) துணிப்பு வலிமை (shear strength), இழுவிசை வலிமை (tervile (strength) குறுக்கவாட்ட வலிமை (transverse strength) ஆகிய வற்றை இக் கருவியையும் அதன் துணைக்கருவிகளையும் உபயோகித் துச் சோதித்தறியலாம்.

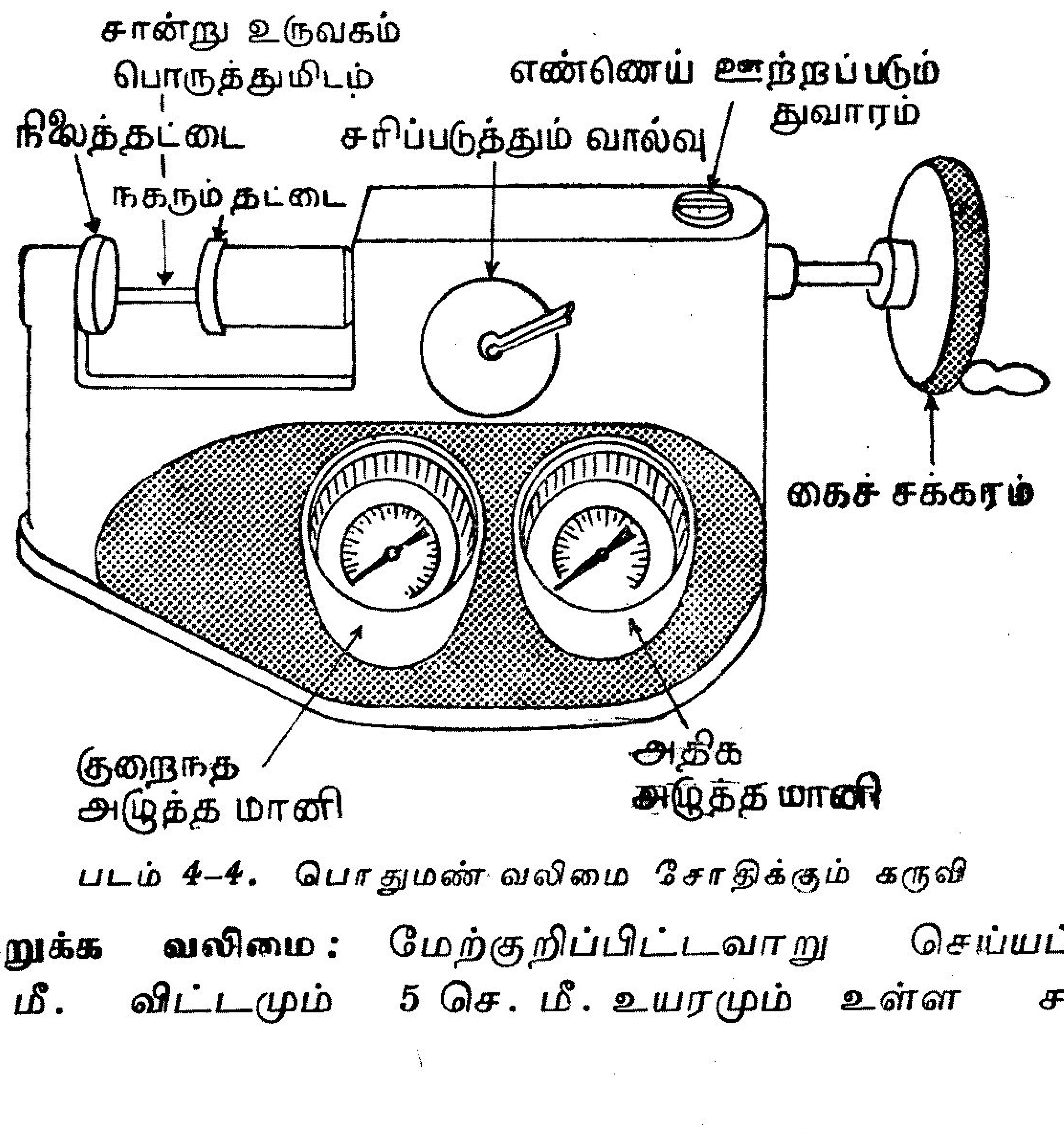
சான்று உருவகம் தயாரித்தல் (Preparation of specimen) : குழிவமைப்பு மண்ணின் வலிமை பெரும்பாலும் இறுக்கப்பட்ட



படம் 4-3. நிலைவுமண் இறுக்கியும் வலைக் கருவிகளும்

அளவைப் (degree of ramming) பொறுத்துள்ளது. எனவே, சோதனைக்காகத் தயாரிக்கப்படும் சான்று உருவகம் (specimen)

நிலைவுமுறையில் (standard procedure) தயாரிக்கப்படுதல் வேண்டும். அதற்காக நிலைவு மண் இறுக்கியும் அதன் துணைக் கருவிகளும் பயன்படுகின்றன. சான்று உருவகக் குழாயில் தேவையான மண் எடுத்து அதனைத் தாங்கியின் (pedestal) மேல் வைத்து, இறுக்கி–தண்டு (rammer rod) மண்ணின்மேல் படும்படி அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். (படம் 4-3–ஐ பார்க்கவும்) இப்போது கைப்பிடியைச் சுழற்றினுல் 14 பவுண்டு நிறையுள்ள இரும்பு உருளை நிலைவு உயரத்திற்குத் தூக்கப்பட்டு அங்கிருந்து தண்டில் பொருத்தியுள்ள வட்டப்பட்டை (collar) மேல் விழும். இதனுல் சான்று உறுவகக் குழாயில் உள்ள மண் இறுக்கப்படும். இதனை மும்முறை செய்து இறுக்கியபின் சான்று உருவகத்தின் உயரம் 5 செ.மீ. (2") இருக்கவேண்டும். உயரத்தை உடனடியாக அறிய வசதியாக ஒரு சிறிய அளவுகோல் இறுக்கியின் சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இறுக்கி-தண்டின் மேற்புறம் பொருத்தப்பட்டுள்ள குறிமுள் (pointer) அளவுகோலில் 5 செ. மீ. எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ள அளவு கோட்டினைக் காட்டினுல் சான்று உருவகம் சரியாக 5 செ.மீ. உயரம் இருக்கிறது என்று அறியலாம். அதற்குக் குறைவாகவோ அதிகமாகவோ இருப்பின், அதற்கேற்றற்போல் குறைந்த அளவு மண்ணோ, அதிக அளவு மண்ணோ எடுத்து முன்பு செய்தது போலவே சரியான நிலைவு அளவுச் சான்று உருவகம் செய்தல் வேண்டும்.

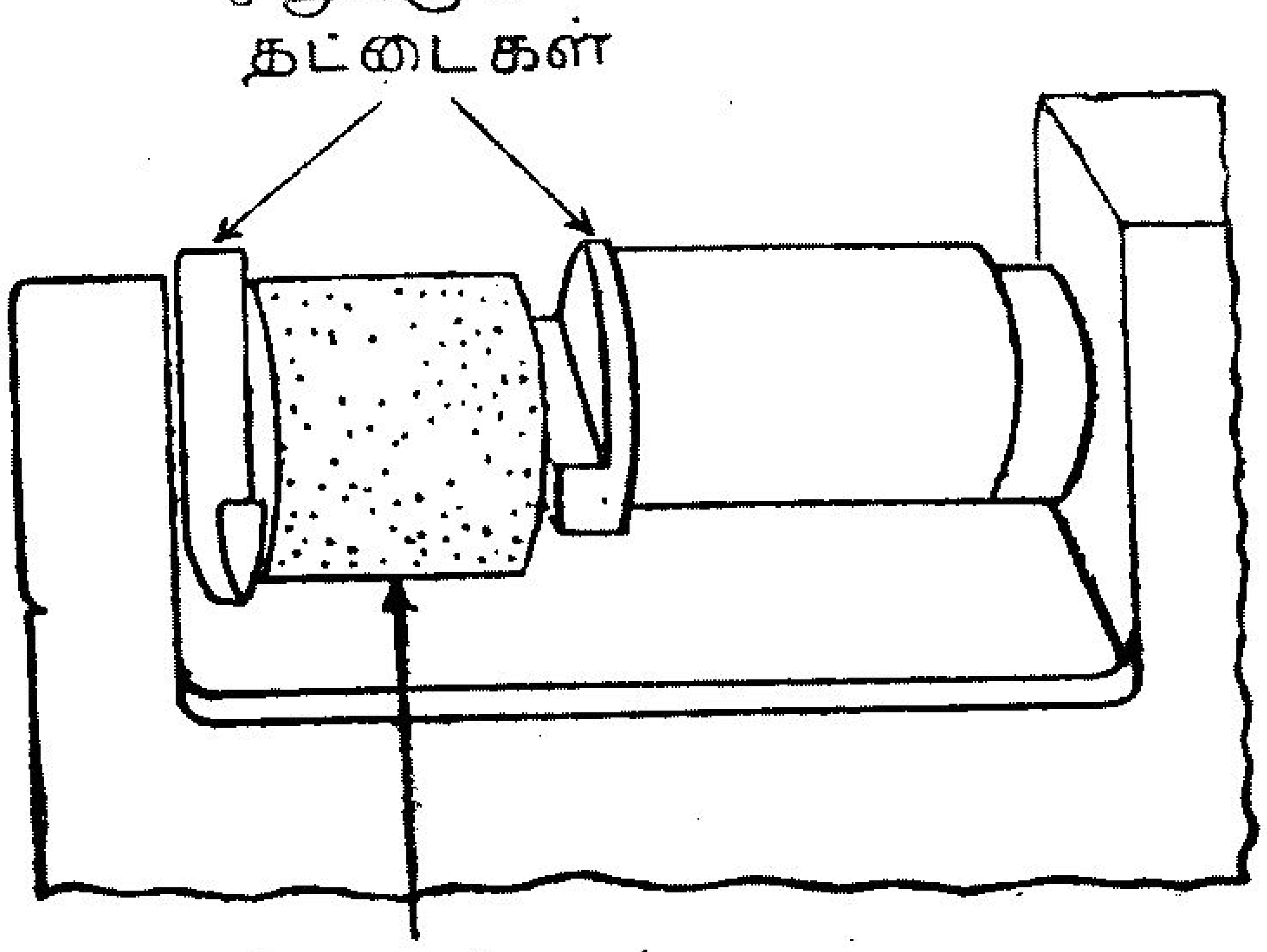


படம் 4–4. பொதுமண் வலிமை சோதிக்கும் கருவி

இறுக்க வலிமை : மேற்குறிப்பிட்டவாறு செய்யப்பட்ட 5 செ. மீ. விட்டமும் 5 செ. மீ. உயரமும் உள்ள சான்று

உருவகத்தைக்கொண்டு இறுக்க வலிமையின் அளவை அறுதியிட லாம். மண் வலிமை சோதிக்கும் கருவியில் ஒரு 'நிலைத்தட்டை, யும் (fixed plate) ஒரு 'நகரும் தட்டை'யும் (moavble plate) உள்ளன (படம் 4–4). இவ்விரண்டிற்கும் நடுவில் சான்று உருவத்தைப் பொருத்த வேண்டும். இப்பொது கருவியின் கைவட்டைச் சுழற்றிஞல் உள்ளேயுள்ள திரவ அழுத்தம் அதிக மாகி 'நகரும் தட்டை' உருவகத்தின்மேல் அழுத்தும். மண் உருவகத்தின் மேல் உணரப்படும் அழுத்தத்தைக் கருவியில் பொருத் தப்பட்டுள்ள அழுத்தமானியின் மூலம் காணலாம். இவ்வாறு மெதுவாக, ஒரே சீரான வேகத்தில், கைவட்டைச் சுழற்றிக் கொண்டேயிருந்தால் குறிப்பிட்ட அளவு அழுத்தத்தை அடைந்த வுடன் மண் உருவகம் உடையும். அப்போது அழுத்தமானி காட்டும் அளவீடு (reading)தான் மண்ணின் இறுக்க வலிமை யாகும். இச் சோதனையைச் சான்று உருவகம், உருவகக் குழாயிலி ருந்து எடுக்கப்பட்டவுடன் நடத்திவிட வேண்டும். அல்லது காற்றில் உலர்ந்து வேறுபட்ட வலிமையைக் காட்டிவிடும். மண் ணின் வகையைப் பொருத்து இறுக்கவலிமை ஒரு சதுர செ. மீ-க்கு 0.5 கிலோ கிராம் முதல் 1.5 கி. கி. வரை இருக்கும்.

துணிப்பு வலிமை (Shear strength): முன்கூறப்பட்ட முறை யில் தயாரிக்கப்பட்ட மாதிரி மண் உருவகத்தையே இச் சோதனைக் கும் பயன்படுத்தலாம். பொது மண்வலிமை சோதிக்கும் கருவியில் இறுக்கும் தட்டைகளுக்குப் (compression plates) பதிலாக துணிப்புத் தட்டைகள் (shear plates) பயன்படுத்த

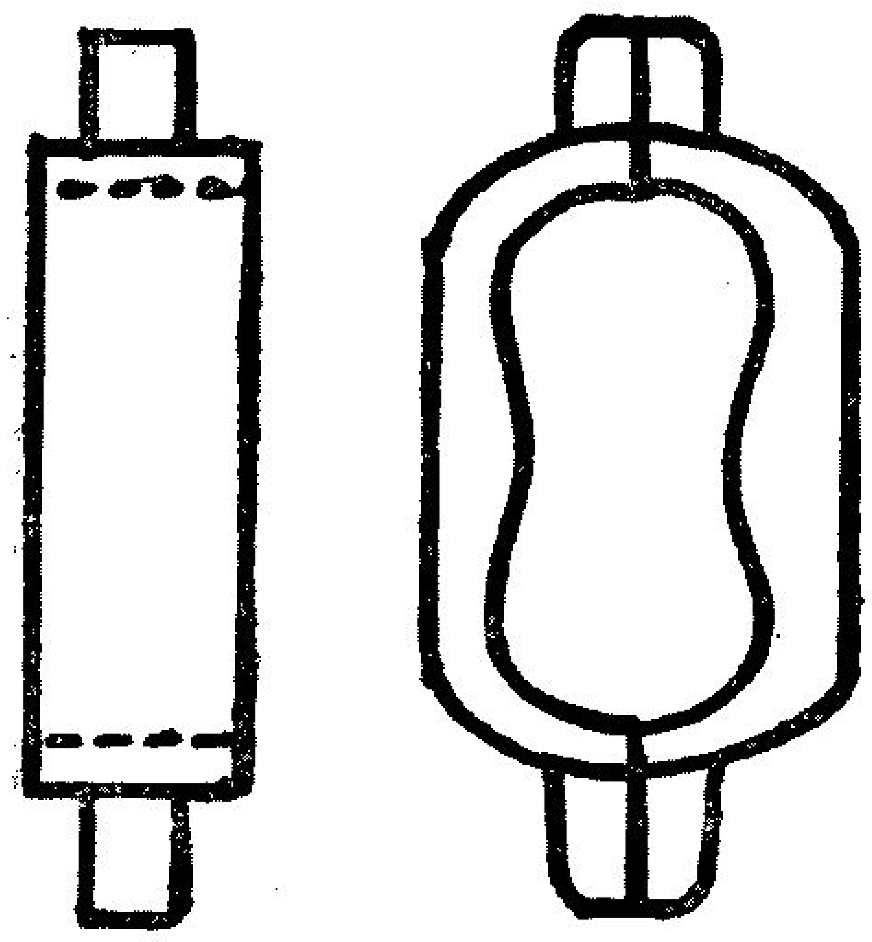


படம் 4–5. துணிப்பு வலிமை சோதித்தல்

வேண்டும் (படம் 4–5). மற்றபடி இறுக்கவலிமையைக் கணித்த முறைப்படியே துணிப்புவலிமையையும் கணிக்கலாம். அழுத்த

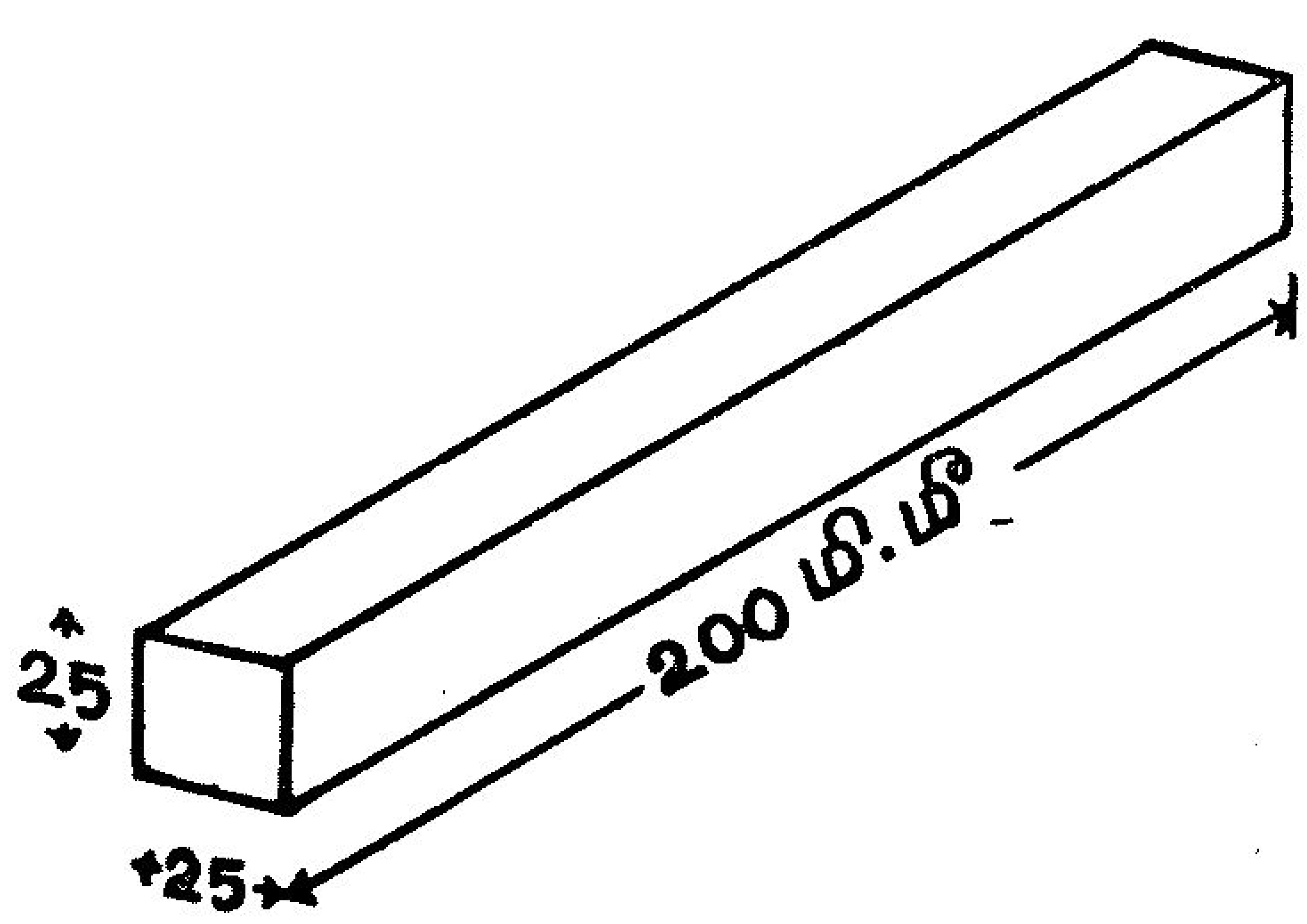
மானியில் சறுக்குவாட்ட வலிமையைக் காட்ட தனியே அளவு கோடுகள் வரையப்பட்டுள்ளன.

இழுவிசை வலிமை (Tensile strength) : மண் இறுக்கியில் இழுவிசை வலிமை உருவகத்திற்குரிய உபகரணங்களைக் (Tensile strength specimen accessories) கொண்டு (படம் 4–6)-ல் உள்ளபடி சான்று உருவகம் செய்ய வேண்டும். அவ்விதம் உருவாக்கிய சான்று உருவகத்தை உலர வைத்த பின்னர், மண் வலிமை சோதிக்கும் கருவியில் இச் சோதனைக்குரிய துணைக் கருவியைப் பொருத்தி முன்பு கூறப்பட்ட முறைப்படியே இழுவிசை வலிமையையும் கணக்கிட வேண்டும். ஈரமண்ணின் இழுவிசை வலிமைமிகக் குறைவாகவே இருக்குமாதலால் உலர்ந்த அல்லது சூட்டினால் காயவைத்த சான்று உருவகத்தையே இச் சோதனைக்கு உட்படுத்த வேண்டும்.



படம் 4–6. இழுவகை வலிமை உருவகத் துணைக்கருவி

குறுக்குவாட்ட வலிமை (Transverse strength) : இச் சோதனைக்கு 25×25×200 மி.மீ. அளவுள்ள சான்று உருவகத்தை (படம் 4–7) அதற்குரிய துணைக்கருவிகளைக் கொண்டு



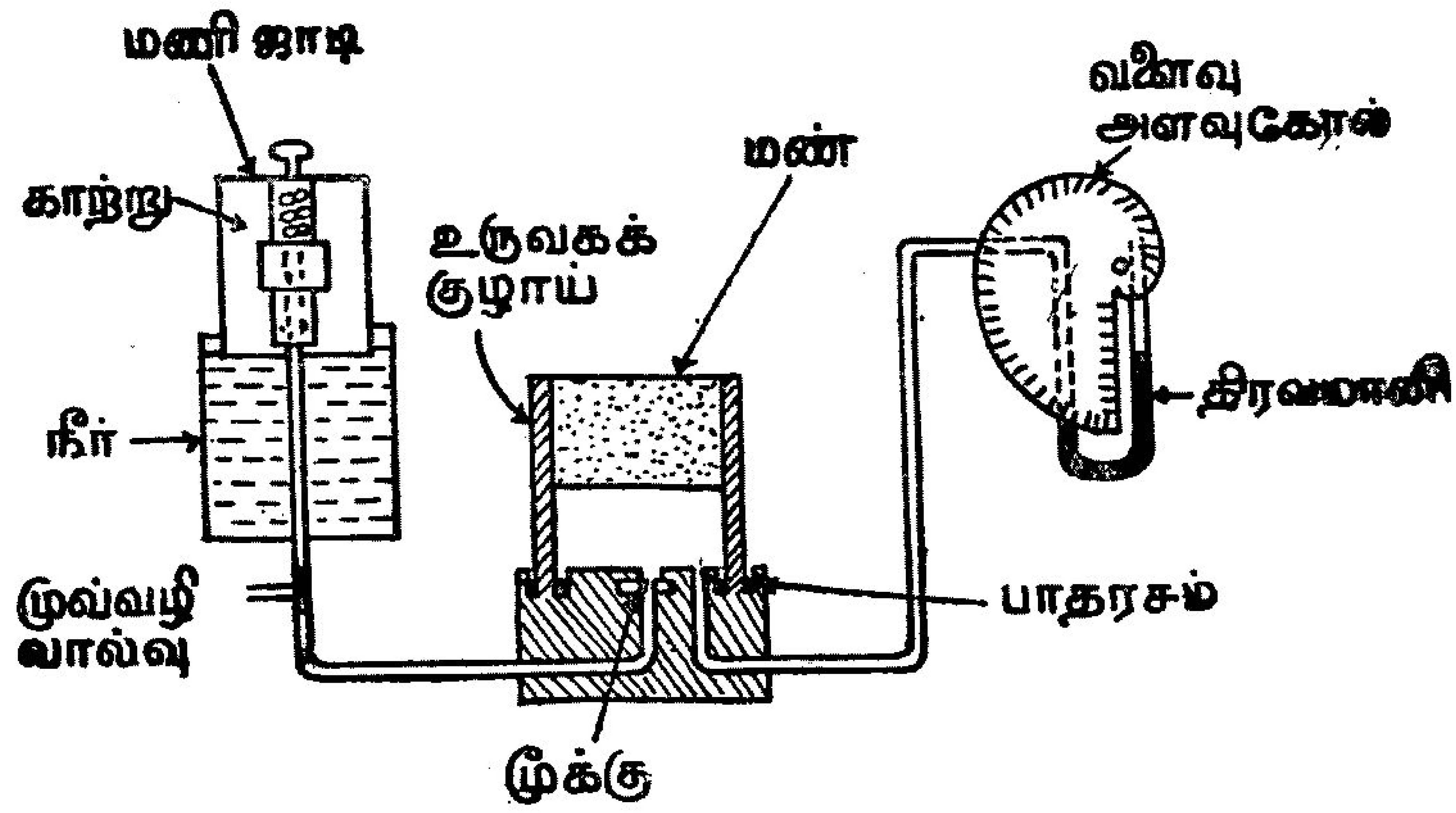
படம் 4–7. குறுக்கு வாட்ட வலிமை உருவகம்

செய்து முந்திய சோதனைக்குக் குறிப்பிட்டுள்ள முறைப்படி சோதனை செய்ய வேண்டும். இச்சோதனை வெப்பத்தால் காய வைத்த உட்படிவ மண்ணுக்குப் பொருந்தும்.

4. **நுண்துளைத் தன்மை (Permeability)** : நிலைவு அழுத்தத்தில் காற்று மண் வழியாகச் செல்லும் வேகம் (கன செ.மீ./நிமிடம்) நுண்துளைத் தன்மையின் குறியீடாகக் (Index) கொள்ளப்படு

கிறது. நுண்துளைத் தன்மை எண் என்பது 'ஒரு சதுர செ.மீ. குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பும் 1 செ.மீ. உயரமும் உள்ள சான்று உருவகத்தின் வழியாக ஒரு சதுர செ.மீ.க்கு ஒரு கிராம் அழுத்தத்தில் ஒரு நிமிடத்தில் வெளியேறும் காற்றின் கனஅளவு (கன செ.மீ.)' ஆகும்.

நுண் துளைத் தன்மைக் கருவியின் செயல் முறையினை (படம் 4-8) விளக்குகிறது. நிலைவுச்சான்று மண் உருவகம்

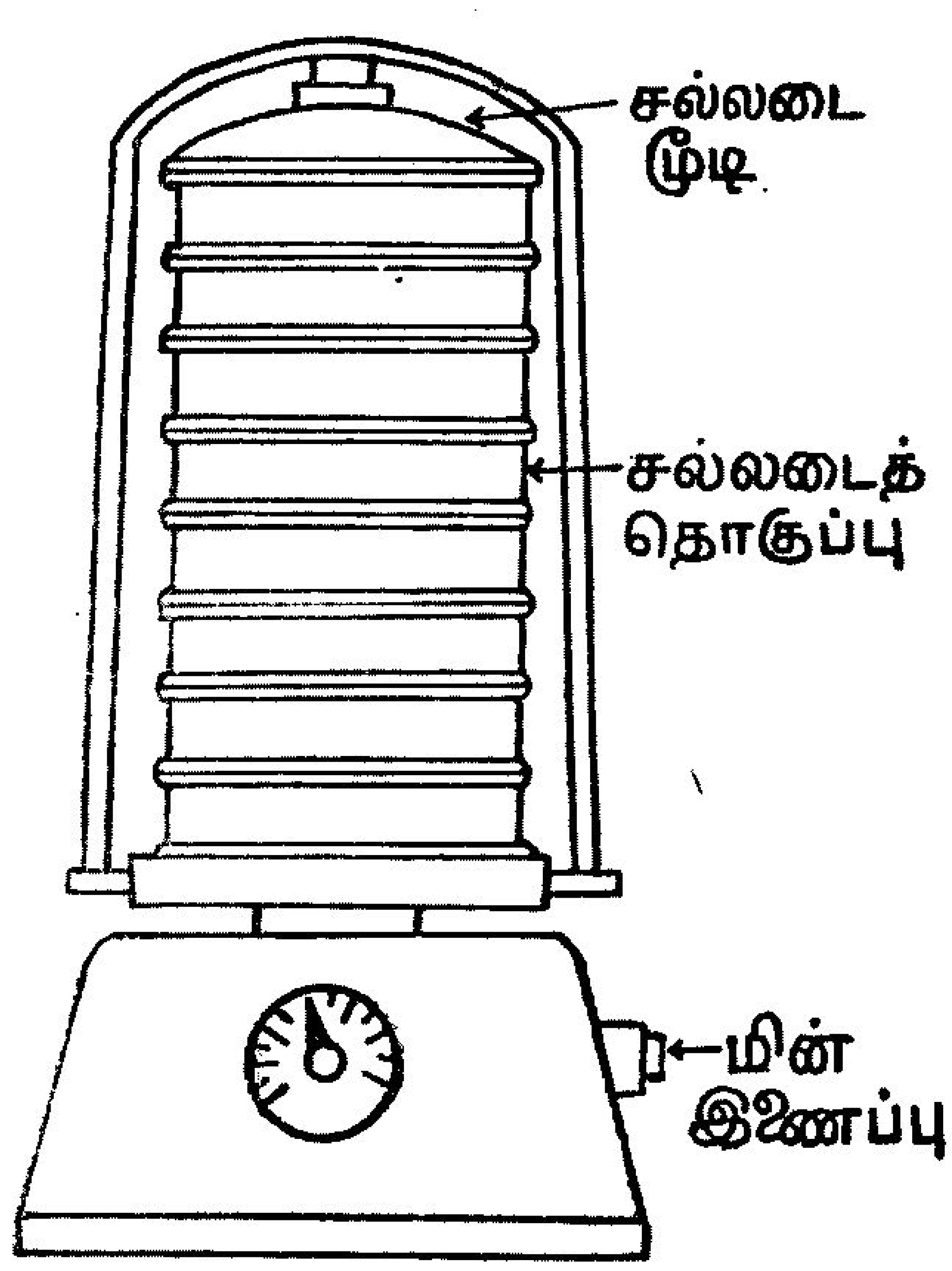


படம் 4-8. நுண் வளைத்தன்மைக் கருவியின் செயல்முறை

தயாரிக்கப்பட்டு உருவகக் குழாயுடன் தலைகீழாக நுண்துளைத் தன்மைக் கருவியின் கீழ்ப்புறத்தில் உள்ள பாதரஸ சீலின் (mercury seal) மேல் பொருத்தப்படுகிறது. கருவியில் ஒரு மணிக் குடுவை (bell jar) தண்ணீர் சீலில் (water seal) மிதக்கும்படி விடப் பட்டுள்ளது. மணிக் குடுவையைக் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு உயர்த்தித் தானுகக் கீழிறங்கும்படி விட்டு விட்டால் 2000 கன.செ.மீ. காற்று சதுர மி.மீ.க்கு 10 கிராம் அழுத்தத்தில் ஒரு துளையின் (orifice) வழியாகச் சான்றுருவகக் குழாயினுல் செலுத்தப்படு கிறது. இக் காற்று சான்றுருவகக் குழாயுடன் உள்ள, சான்று உருவகத்தின் வழியாகத்தான் வெளியேற முடியும். மண், நுண் துளைத்தன்மை அற்றதாய் இருப்பின் காற்று வெளியேற வகை யின்றி காற்றின் அழுத்தம் சதுர மி.மீ.க்கு 10 கிராம் என்ற அளவி லேயே இருக்கும். காற்று வெளியேற தடை ஏதும் இல்லாதிருந் தால் காற்று விரைந்து வெளியேறி அதன் அழுத்தம் வெளி அழுத் தத்திற்குச் (atmospheric pressure) சமமானதாகிவிடும். எனவே மண்ணின் நுண் துளைத்தன்மைக்கேற்றவாறு சான்று உருவகக் குழாயில் உள்ள காற்றின் அழுத்தம் இருக்கும். அந்த அழுத் தத்தை அளவிட ஒரு நீரழுத்தமானி (manometer) கருவியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த நீரழுத்த மானி ஒரு ஒழுங்குபடுத்

தப்பட்ட (calibrated) அளவுகோலுடன் அமைக்கப்பட்டிருப்பதால் 'நுண் துளைத்தன்மை எண்' நேரடியாக வாசிக்கலாம்.

5. AFS சல்லடை ஆய்வு (AFS Sieve Analysis) : மண் துகள்களின் அளவும் அவற்றின் பரவும் (size & distribution) AFS சல்லடை ஆய்வுச் சோதனைமூலம் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. உலர்ந்த குழிவமைப்பு மண்ணில் 50 கிராம் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். அதிலிருந்து களிமண்ணை நீக்கிவிடவேண்டும். (களிமண் அளவைக் கணிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட சாம்பிள் (sample) மண்ணையே எடுத்துக்கொள்ளலாம். அது களிமண் நீக்கப்பட்டு உலர்ந்த நிலையில் இருக்கும்.) மிகுந்த மண்ணை 11 சல்லடைகளின் வரிசையில் மேல் சல்லடையில் வைத்து, சல்லடைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ள குலுக்கியை (shaper) இயக்கி (படம் 4–9) சுமார் 15 நிமிட காலத்திற்குக் குலுக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு சல்லடையும் வெவ்வேறு அளவுள்ள துளைகள் உடையவை. பெரிய துளைகள் உள்ள கலவையை மேலாகவைத்துப் படிப்படியாக மற்ற சல்லடைகளை அடுக்கி மிக நுண்ணிய துளைகளுடைய சல்லடையைக் கீழாகப் பொருத்தி வரிசைப் படுத்தியிருக்கும். நன்றாகக் குலுக்கியபின் ஒவ்வொரு சல்லடையிலும் தேங்கியுள்ள மண்ணின் எடையை நிறுக்கவேண்டும். மொத்த நிறையான 50 கிராமில் அவற்றின் சதவீதங்களையும் கணக்கிடவேண்டும். அவற்றைக் கொண்டு (படம் 4–10)-ல் காட்டியுள்ளபடி ஒவ்வொரு சல்லடையிலும் தேங்கக்கூடிய மண்ணின் மொத்த சதவீதத்தை வரைபடத்தில் வரைந்து மண் துகள்களின் பரவலை அறியலாம். தவிரவும் சராசரி துகள் அளவையும் பின்வருமாறு கணிக்கலாம் :

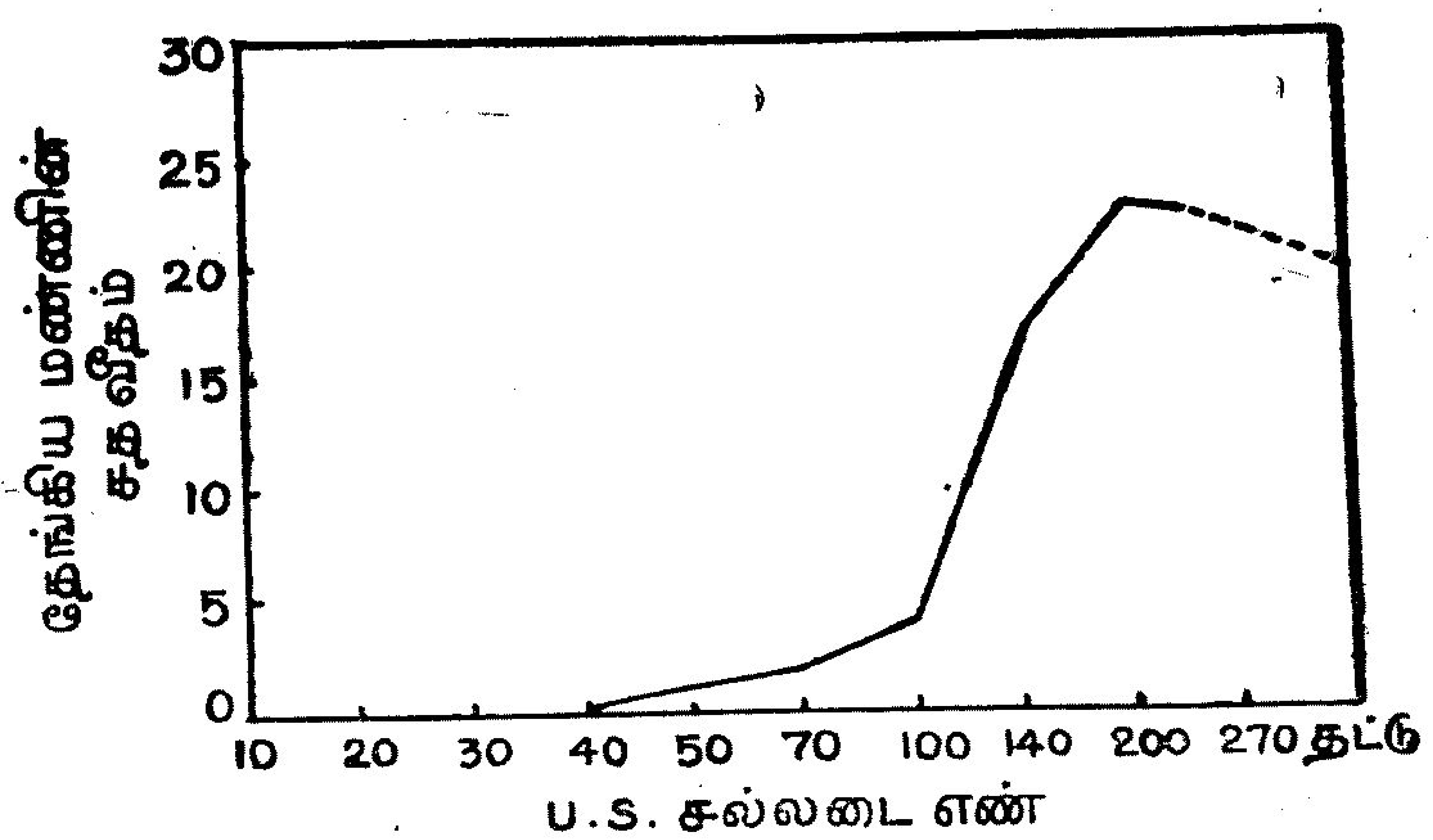


படம் 4–9. சல்லடைக் குலுக்கி

1. ஒவ்வொரு சல்லடையிலும் தேங்கியுள்ள மண்ணின் சதவீதத்தை அதற்கு முந்திய சல்லடைக் கண்களின் அளவினால் பெருக்க வேண்டும்.

2. அப்படிப் பெருக்கினால் கிடைக்கும் பெருக்குத் தொகைகளைக் கூட்ட வேண்டும்.

3. கூட்டுத்தொகையை சல்லடைத் தொகுப்பில் தங்கிய மண் துகள்களின் மொத்த சதவீதத்தால் வகுத்தால் சராசரி துகள் அளவு கிடைக்கும்.



படம் 4-10. மண் துகள் பரவிக் காட்டும் வரைபடம்

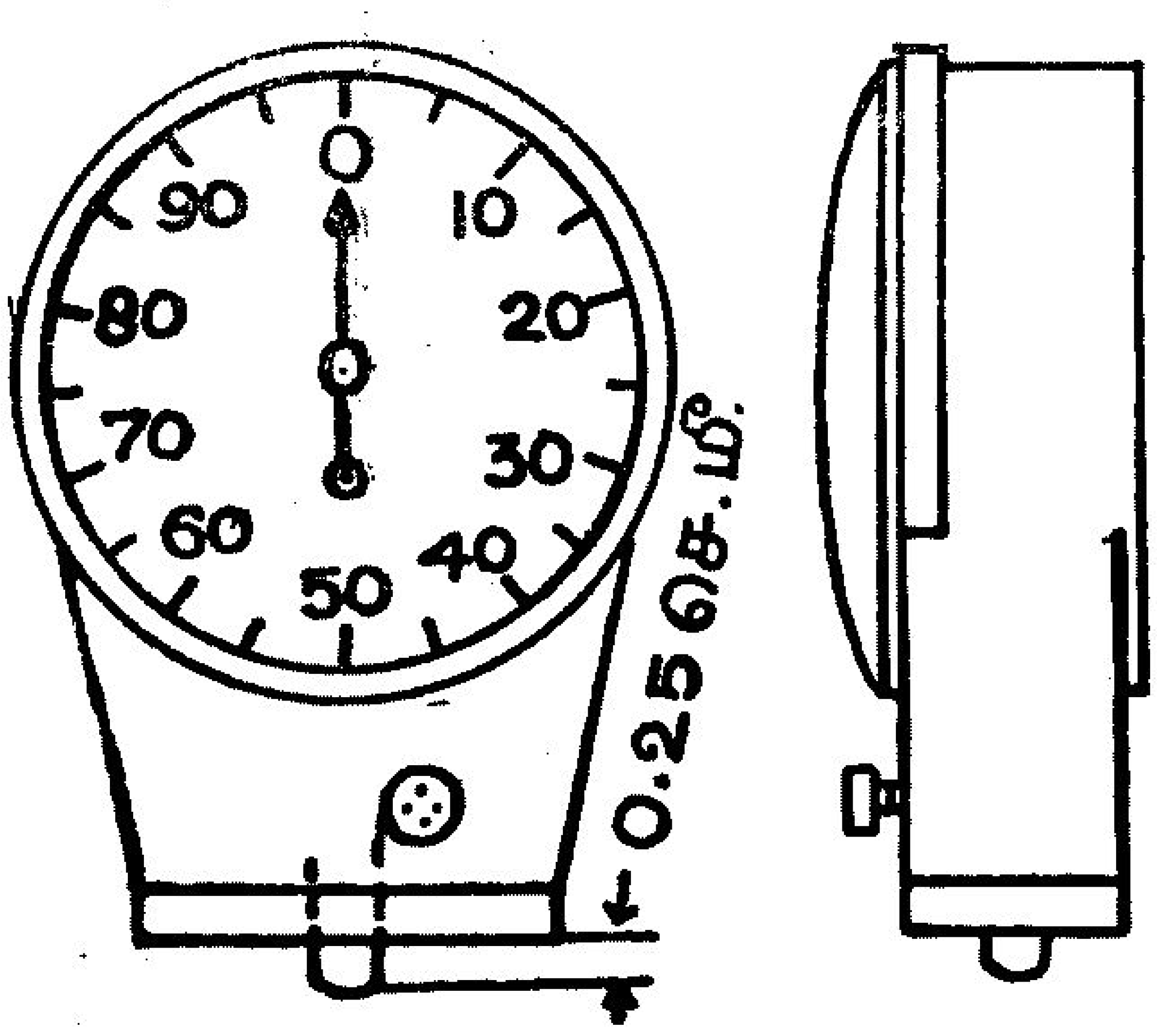
ஒரு எடுத்துக்காட்டு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. மண் அளவு : 50 கிராம்; களிமண் அளவு : 5.9 கிராம் அல்லது 11.8%. எனவே, மண் துகள்களின் நிறை : 44-1 கிராம் அல்லது 88.2%.

U.S. சல்லடை எண்	சல்லடையில் தேங்கிய மண்ணின் நிறை — நிறை (கிராம்)	சல்லடையில் தேங்கிய மண்ணின் நிறை — சதவீதம்	பெருக்கும் எண்	பெருக்குத் தொகை
6	ஒன்றுமில்லை	0.0	3	0
12	—	0.0	5	0
20	—	0.0	10	0
30	—	0.0	20	0
40	0.20	0.4	30	12
50	0.65	1.3	40	52
70	1.20	2.4	50	120
100	2.25	4.5	70	315
140	8.55	17.1	100	1710
200	11.05	22.1	140	3094
270	10.90	21.8	200	4360
தட்டு	9.30	18.6	300	5580
மொத்தம்	44.10	88.2		15243

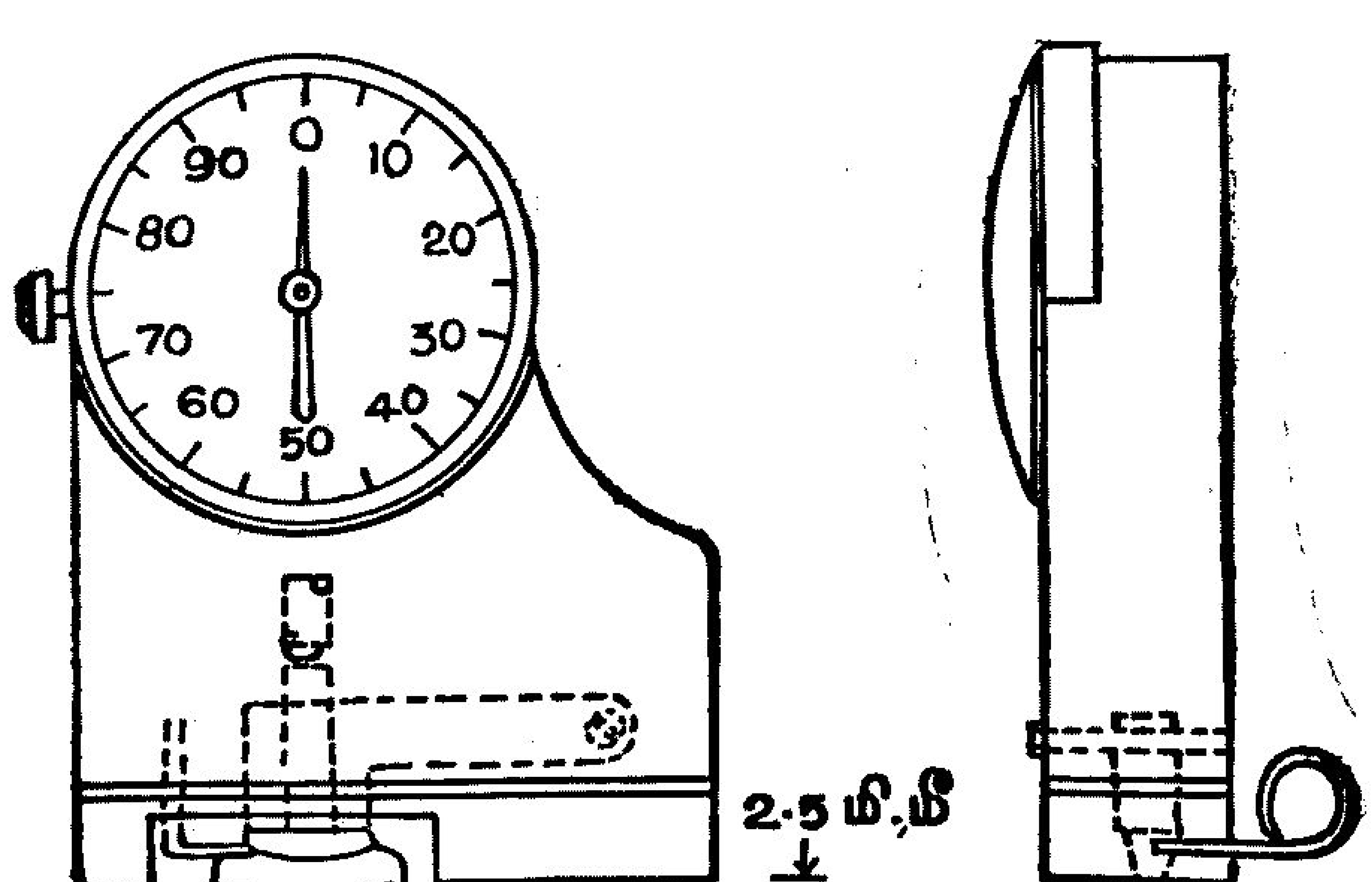
A F S மண் துகள் அளவு எண் $= \dfrac{\text{பெருக்குத் தொகைகளின் கூட்டுத்தொகை}}{\text{தேங்கிய மண் துகள்களின் சதவீதங்களின் கூட்டுத்தொகை}}$

$$= \frac{15,243}{88.2} = 173$$

6. **குழிவின் கடினத் தன்மை** (Mould Hardness) : மண்ணை இறுக்குவதால் ஏற்படும் கடினத்தன்மையை குழிவு-கடினம் சோதிப்பான் (Mould hardness Tester) மூலம் அளக்கலாம். இக் கருவியில் வில்—பளுவேற்றப் பட்ட (spring-loaded) எஃகு குண்டு (படம் 4–11)-ல் உள்ள படி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக் குண்டினை குழிவின் பரப்பில் அழுத்தினால் அது ஒரு குறியீட்டை (indentation) ஏற்படுத்தும் குண்டு சிறிதளவுகூட குழிவின் பரப்பினுள் ஊடுருவாவிடில் அந்தக் கடினம் '100' எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. எவ்விதத் தடைப்பாடுமின்றி குண்டு முழுவதும் மண்ணினுள் ஆழ்ந்துவிடின், அக் கடினத்தை முள் '0' எனக் காட்டும். எனவே குண்டு குழிவின் பரப்பில் எவ்வளவு ஆழம் ஊடுருவுகின்றதோ அதனைப் பொருத்துக் கடினத் தன்மையின் அளவை அறியலாம். பொதுவாகக் குழிவின் கடினத் தன்மை 60 முதல் 90 வரை இருக்கலாம்.



படம் 4–11.
குழிவு கடினச் சோதிப்பான்



படம் 4–12. உட்படிவக் கடினச் சோதிப்பான்

7. **உட்படிவத்தின் கடினத்தன்மை (Core Hardness):** உட்படிவத்தின் கடினத் தன்மை குழிவின் கடினத் தன்மையைவிட அதிகமாக இருக்கும். ஆதலால், உட்படிவத்தின் கடினத் தன்மையை அளவிட வேறுவகையான கருவி தேவையாகிறது. (படம் 4–12). இக் கருவியில் எஃகுக் குண்டிற்குப் பதிலாக ஆப்புப் போன்ற அமைப்பு வில் பளுவேற்றப்பட்டுள்ளது. சோதனைக் கருவியின் அடிப்பாகத்தை உட்படிவத்தின் பரப்பில் வைத்து. உழுவதுபோன்று மெதுவாக இழுத்தால் உட்படிவத்தின் கடினத் தன்மையைப் பொருத்து ஆப்புபோன்ற அமைப்பு மண்ணில் பதிந்து குறியீட்டை ஏற்படுத்தும். இக்கருவியின் முகப்பிலும் 0 முதல் 100 வரை குறிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆப்புப் போன்ற அமைப்பு மண்ணில் ஊடுருவும் ஆழத்தைப் பொறுத்து முள் நகர்ந்து கடின அளவைக் காட்டும்.

5. உட்படிவமும் அதனை உருவாக்குதலும்
(Core and Core-making)

உட்படிவம் என்பது வார்ப்படத்தின் உட்பகுதியை வடிவமைக்கும் நோக்கத்தோடு ஏற்பட்டதாகும். இப்போது அவற்றின் நோக்கமும் பயனும் விரிவடைந்து 'சாயலினால் உருவாக்க இயலாத வார்ப்பட வடிவமைப்புகளை உருவாக்கப் பயன்படும் மண் வடிவங்களே உட்படிவங்கள்' என அழைக்கப்படுகின்றன. உட்படிவங்களின் உதவியால் சிக்கலான உட்புறக் காலியிடங்களை (internal cavities) உருவாக்க முடிவதால், வார்ப்பட முறையினால் மிகச் சிக்கலான உருவங்களை—மேற்கொண்டு உலோக இழைப்பு வேலை தேவையில்லாதபடி—உண்டாக்க முடிகிறது. அதுமட்டுமல்ல, கடைசல் இயந்திரங்கள் போன்ற உலோக வேலை இயந்திரங்களால் உருவாக்க முடியாத மிகச் சிக்கலான வடிவமைந்த பொருட்களையும் உட்படிவங்களைப் பயன்படுத்தி வார்ப்பட முறையில் செய்து முடிக்க இயலும்.

5–1. உட்படிவக் கலவை தயாரித்தல் (Preparation of core mix) : உட்படிவம் களிமண் கலப்பில்லாத சிலிகா மண்ணில் செய்யப்படுகிறது. இம் மண்ணுடன் ஆளிவிதை எண்ணெய் (linseed oil) அல்லது வேறு செயற்கைப் பசைகள் (synthetic binders) சேர்த்துத் தண்ணீர் கலந்து, கலக்கியில் இட்டு நன்கு கலக்கி, கலவை தயாரிக்கப்படுகிறது.

வெகுகாலமாக ஆளிவிதை எண்ணெயே பசையாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. ஆனால் செயற்கைப் பிளாஸ்டிக் பசைகளான, யூரியா ஃபார்மால்டிஹைடு (urea formaldehyde), ஃபினால் ஃபார்மால்டிஹைடு (phenol formaldehyde) ஆகியவை சில மேலான இயல்புகளை உடையவையாய் இருப்பதால், இப்போது செயற்கைப் பசைகளே மென்மேலும் பயன்பட்டு

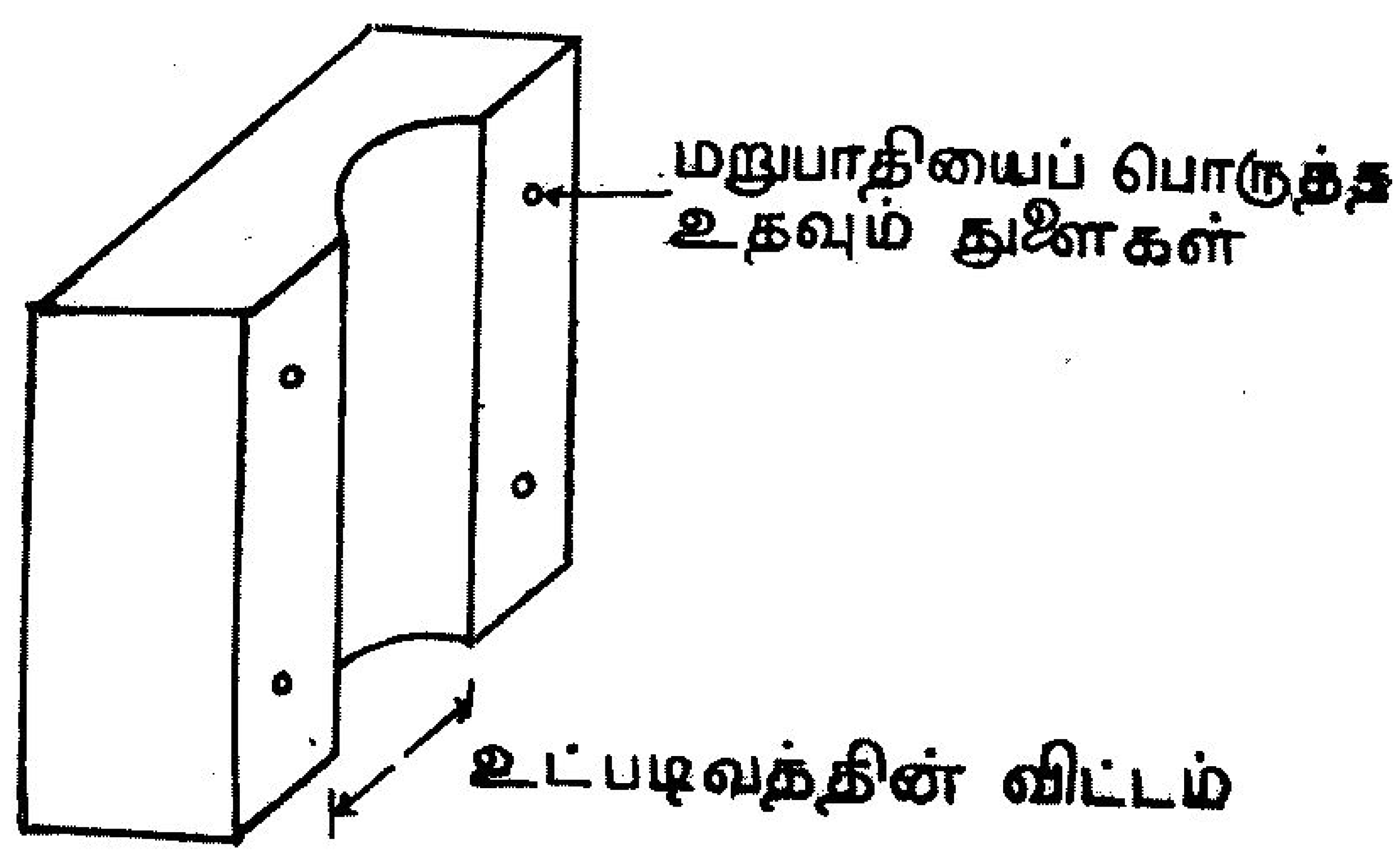
வருகின்றன. செயற்கைப் பசைகள் உட்படிவம் சுடப்பட வேண்டிய நேரத்தைப் பாதியாகக் குறைக்கின்றன. செயற்கைப் பசைகள் சேர்ந்த உட்படிவங்கள் சிறந்த நொறுங்குந்தன்மை உடைத்தாய் உள்ளன. யூரியா ஃபார்மால்டிஹைடு பசைகள் ஃபினல் ஃபார்மால்டிஹைடு பசைகளைவிட விரைவில் எரிந்து குறைந்த வெப்ப அளவிலேயே நொறுங்கி விடுகின்றன. எனவே, முன்னது குறைந்த வெப்பநிலையில் உருகும் உலோகங்களான அலுமினியம், மக்னீசியம் ஆகியவற்றிற்கும், பின்னது வார்ப்பிரும்பு, எஃகு வார்ப்படங்கள் ஆகியவற்றிற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒரு சிறந்த உலர்-மண் உட்படிவம் கீழ்க்கண்ட இயல்புகளை உடையதாய் இருத்தல் வேண்டும்.

(1) சுடப்படுமுன் போதிய ஈரநிலை வலிமை. (2) சுடப்பட்ட பின் தேவையான உலர்ந்தநிலை வலிமையும், கடினமும். (3) வெப்பம் பொறுக்குந்தன்மை, (4) நுண்துளைத் தன்மை. (5) புற வழ வழப்பு (6) எளிதில் சிதையுந்தன்மை. (7) உலோகக்குழம்பு ஊற்றப்படும்போது மிகக் குறைந்த அளவு வாயு உற்பத்தியாதல்.

5–2. உட்படிவப் பெட்டிகள் (Core boxes)

உட்படிவங்கள் செய்ய உட்படிவப் பெட்டிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அப் பெட்டிகள் பலவிதங்களில் சாயலின் தன்மையை ஒத்திருக்கின்றன. சான்றாக, உட்படிவப் பெட்டியை உட்படிவத்திலிருந்து உருவி எடுப்பதற்கு வசதியாக அதன் அளவுகளில் 'சாய்வு' இசைவு செய்திருக்க வேண்டும். தவிரவும் 'அசைவு இசைவு', 'சுருங்கல் இசைவு' போன்ற இசைவுகளையும் தேவையான விகிதங்களில் அமைத்திருக்கவேண்டும்.



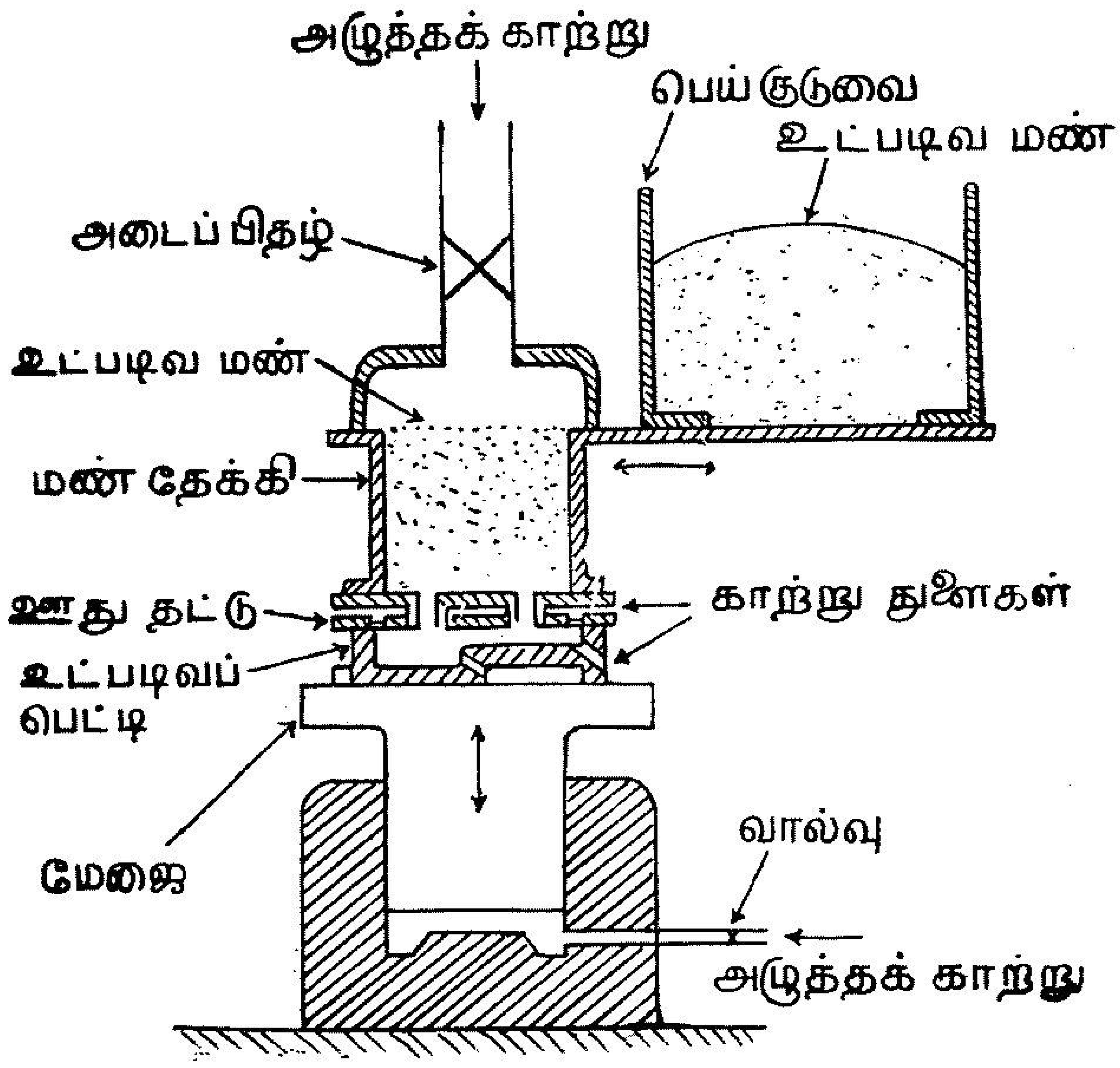
படம் 5–1. உட்படிவப் பெட்டியின் பாதி.

உட்படிவத்தை விட்டுப் பெட்டியை எளிதாக உருவப் பெட்டிகள் பொதுவாக இரு சமபாகங்களாகச் செய்யப்பட வேண்டும்.

உட்படிவங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் பசையிலிருந்து, உலோகத்தின் வெப்பத்தால், பலவித வாயுக்கள் உற்பத்தியாகும். ஆதலால், அவற்றை உடனே வெளியேற்ற உட்படிவங்கள் நல்ல நுண் துளைத் தன்மை உடையனவாக இருத்தல் வேண்டும்.

5-3. உட்படிவங்கள் செய்யும் இயந்திரங்கள்

சிறு உட்படிவங்களையும் நடுத்தர அளவுள்ள உட்படிவங்களையும் விரைவாகச் செய்ய இயந்திரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. படம் 5-2-ல் உட்படிவங்கள் செய்யும் இயந்திரத்தின்



படம் 5-2. உட்படிவம் தயாரிக்கும் இயந்திரம்.

அமைப்புக் காட்டப்பட்டுள்ளது. மண்தேக்கி (sand reservoir) முதலில் மண் பெய் குடுவைக்கு (hopper) நேர்கீழே நகர்த்தப்பட்டு மண்ணினால் நிரப்பப்படுகிறது. மண் நிறைந்தவுடன் மீண்டும் ஊதப்படும் நிலைக்கு (blowing position) நகர்த்தப்படுகிறது. இப்போது உட்படிவப் பெட்டி இயந்திரத்தின் மேஜைமேல் பொருத்தப்பட்டு, மண் தேக்கியின் அடிப்பாகத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஊது தட்டுடன் (blow plate) அழுத்தமான நிலையில் நிறுத்தப்படுகிறது. பிறகு சதுர செ.மீ-க்கு 6 கிலோ கிராம் முதல் 8.5-ல் கிலோ கிராம் அழுத்தத்திலுள்ள காற்று மண் தேக்கி வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. இதனால் உட்படிவப் பெட்டி காற்றுக் கலந்த மண்ணால் விரைவாக நிரப்பப்படுகிறது. உட்படிவப்பெட்டியிலுள்ள-அதற்கென்று இடப்பட்டுள்ள-துளைகள் மூலமாகக் காற்று எளிதாக வெளியேறிவிடும். ஆனால், மண் துகள்கள் பெட்டியின் உள்ளேயே தங்கிவிடுகின்றன. உட்படிவப் பெட்டி நிரம்பியவுடன் கீழே இறக்கப்பட்டு இயந்திரத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. அதன்

பின் உட்படிவப் பெட்டியிலிருந்து உட்படிவத்தை எடுத்து உலர வைக்கலாம்.

5–4 உட்படிவம் சுடப்படுதல் (Baking of Cores)

உட்படிவங்கள் உருவாக்கப்பட்ட பின்பு, உட்படிவத் தட்டுகளின் மேல் வைக்கப்பட்டுச் சுடப்படுவதற்காக அதற்குரிய அடுப்புகளுக்கு (oven's) எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. வெப்பநிலை 100° செ. கி-ஆக உயரும்போது உட்படிவத்திலுள்ள நீர்ப்பசை அகற்றப்படுகிறது. பிறகு வெப்பநிலை 250° செ. கி-முதல் 300° செ. கி-வரை உயர்த்தப்படுவதால், உட்படிவப் பசை (core binder) இரசாயன மாறுதலடைந்து, உட்படிவம் கடினமாகிறது. இவ்வாறு சுடும்போது சரியான வெப்பநிலையும் சுடும் கால அளவும் முக்கியமானவைகளாகும். ஏனென்றால், உட்படிவத்தின் வலிமை இவ்விரண்டு கூறுகளையும் பொருத்ததாகும். போதுமான அளவு சுடப்படாத உட்படிவம் வலிமை குறைந்திருப்பதோடு அதிலிருந்து வாயுக்கள் உற்பத்தியாகி பலவிதக் குறைபாடுகளுக்கும் காரணமாகிறது. தேவைக்கும் அதிகமாக சுடப்பட்ட உட்படிவம் வலிமை குறைந்து, உலோகக்குழம்பின் வேகத்தைத் தாங்கும் வலுவின்றி உடைந்து விடும்; அல்லது அரிக்கப்பட்டு விடும். உட்படிவ எண்ணெய் (core oil) கலந்த உட்படிவம் சரியாகச் சுடப்பட்ட நிலையில் காப்பிக் கொட்டை நிறத்தில் இருக்கும். கருமையாக இருந்தால் அதிகமாகச் சுடப்பட்டு விட்டது எனவும், நிறம் வெளிறியிருந்தால் போதுமான அளவு சுடப்படவில்லை எனவும் அறியலாம்.

உட்படிவ-சூட்டுக் கருவிகள் (Core-Baking Equipment): உட்படிவங்களைச் சுடுவதற்கான கருவிகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப் படுத்தலாம்:

1. உட்படிவ அடுப்புகள் (core ovens)
   - (அ) குழு–வகை (batch type)
   - (ஆ) தொடர்–வகை (continuous type)
     - (i) கிடைமட்ட வகை (horizontal type)
     - (ii) செங்குத்து வகை (vertical type)
2. **மின் கடத்தா-சுடும் கருவி** (Di-electric bakers):

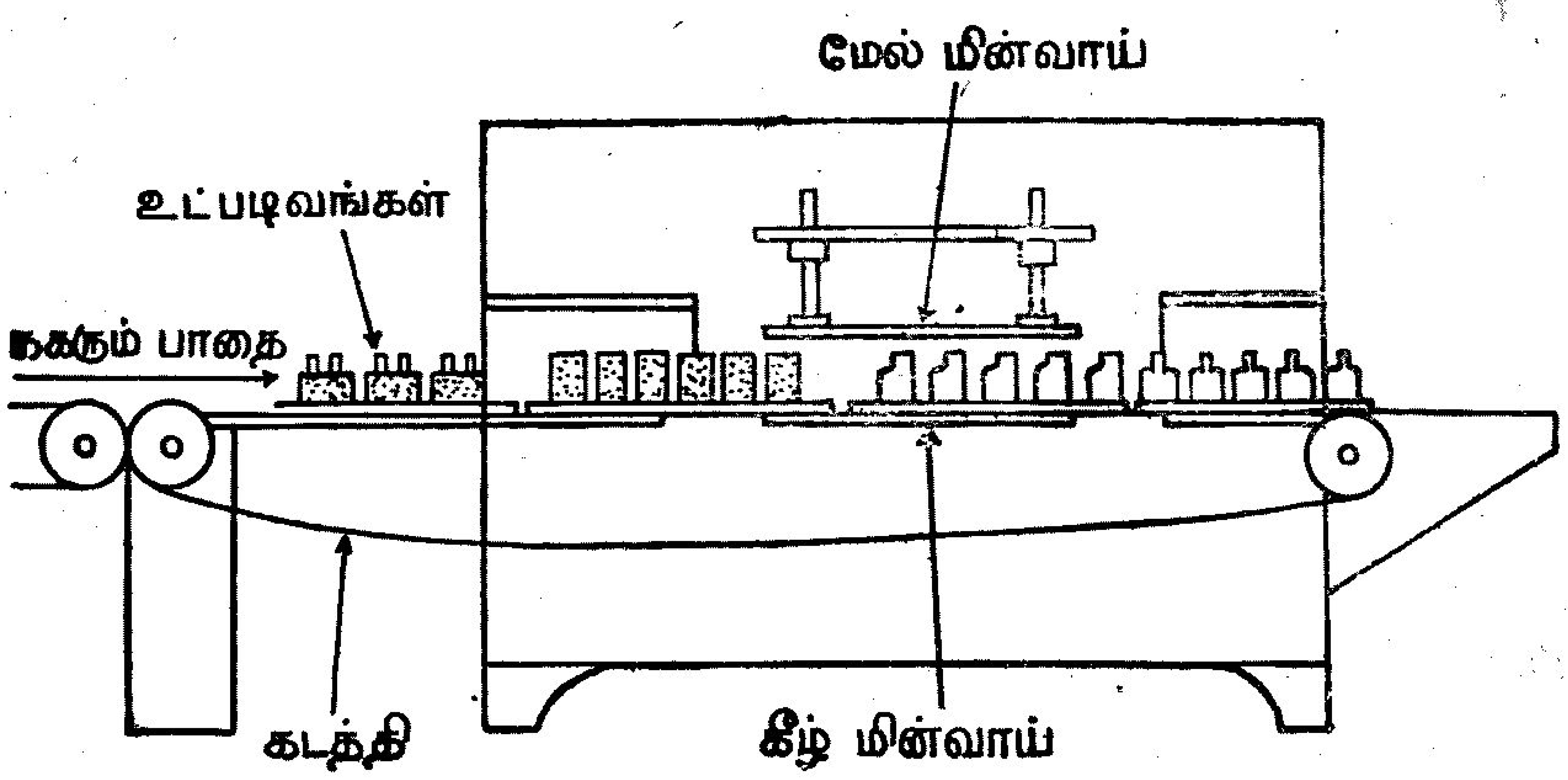
இவற்றின் அமைப்புகளையும் செயற்படும் விதங்களையும் இப்போது விரிவாகக் கவனிப்போம்.

1. உட்படிவ அடுப்புகள்: உட்படிவ அடுப்புகளில் குழு-வகை சிறிய அல்லது நடுத்தர அளவுள்ள உட்படிவங்களுக்கு ஏற்ற

தாகும். அவை வாயு அல்லது எண்ணெயினால் எரியூட்டப்படு கின்றன. உட்படிவத்தின் அளவைப் பொருத்துக் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ள குழுக்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு அடுப்பினுள் வைக்கப்படுவதால் இதற்கு இப் பெயர் வந்தது.

தொடர்வகை அடுப்புகளில் உட்படிவங்கள் ஒரு கடத்தி (conveyer) மூலம் அடுப்பு வழியாக எடுத்துச்செல்லப்படுகின்றன. ஒரு முன் கணிக்கப்பட்ட வேகத்தில் கடத்தி வருவதால், அடுப்பை விட்டு வெளியே வரும் உட்படிவங்கள் சரியாகச் சுடப்பட்ட பக்கு வத்தில் இருக்கின்றன. இவ்வகை அடுப்புகள் அதிக எண்ணிக்கை யில் வார்ப்படங்கள் செய்யவும் கூடங்களுக்கு ஏற்றவை.

2. **மின்கடத்தா சுடும் கருவி :** இக் கருவியில் மின்தேக்கி (electrical condenser) போன்று பணிபுரியும் இரு இணைத்தட்டு களுக்கு இடையே மாறு மின்புலம் (alternating electric field)



படம் 5-3. மின்கடத்தாச் சுடும் கருவி.

நிறுவப்படுகிறது. (படம் 5-3) உட்படிவங்கள் இவ்விரு இணை மின்வாய்களுக்கு (electrodes) இடையே வைக்கப்படுகின்றன. ஒரு வினாடிக்கு 15 மில்லியன் முறை திசைமாறும். மாறுமின் னோட்டம் இரு மின்வாய்களுக்குமிடையே செலுத்தப்படும்போது இடையே உள்ள உட்படிவங்கள், அவற்றின் மின்கடத்தாத் தன் மையினால் மின்னோட்டத்திற்குத் தடை ஏற்படுத்துவதால், சுடப் படுகின்றன. இச் சாதனத்தின் சிறப்பு என்னவென்றால், உட்படி வத்தின் உள்ளும் புறமும் ஒரே வேகத்தில் சுடப்படுகின்றன. இதனால் உட்படிவத்தின் எல்லாப் பாகங்களும் ஒரே சீராகச் சுடப் பட்ட நிலையில் இருக்கின்றன. ஆளிவிதை எண்ணெய் போன்ற பசைகளை உடைய உட்படிவங்கள் கடினமடைய தீயகப்படுதல் (oxidatim) தேவைப்படுவதால் மின் கடத்தா சுடும் முறையைப் பயன்படுத்த முடியாது.

5–5 உட்படிவங்களைச் சரிப்படுத்தல் (Sizing of Cores)

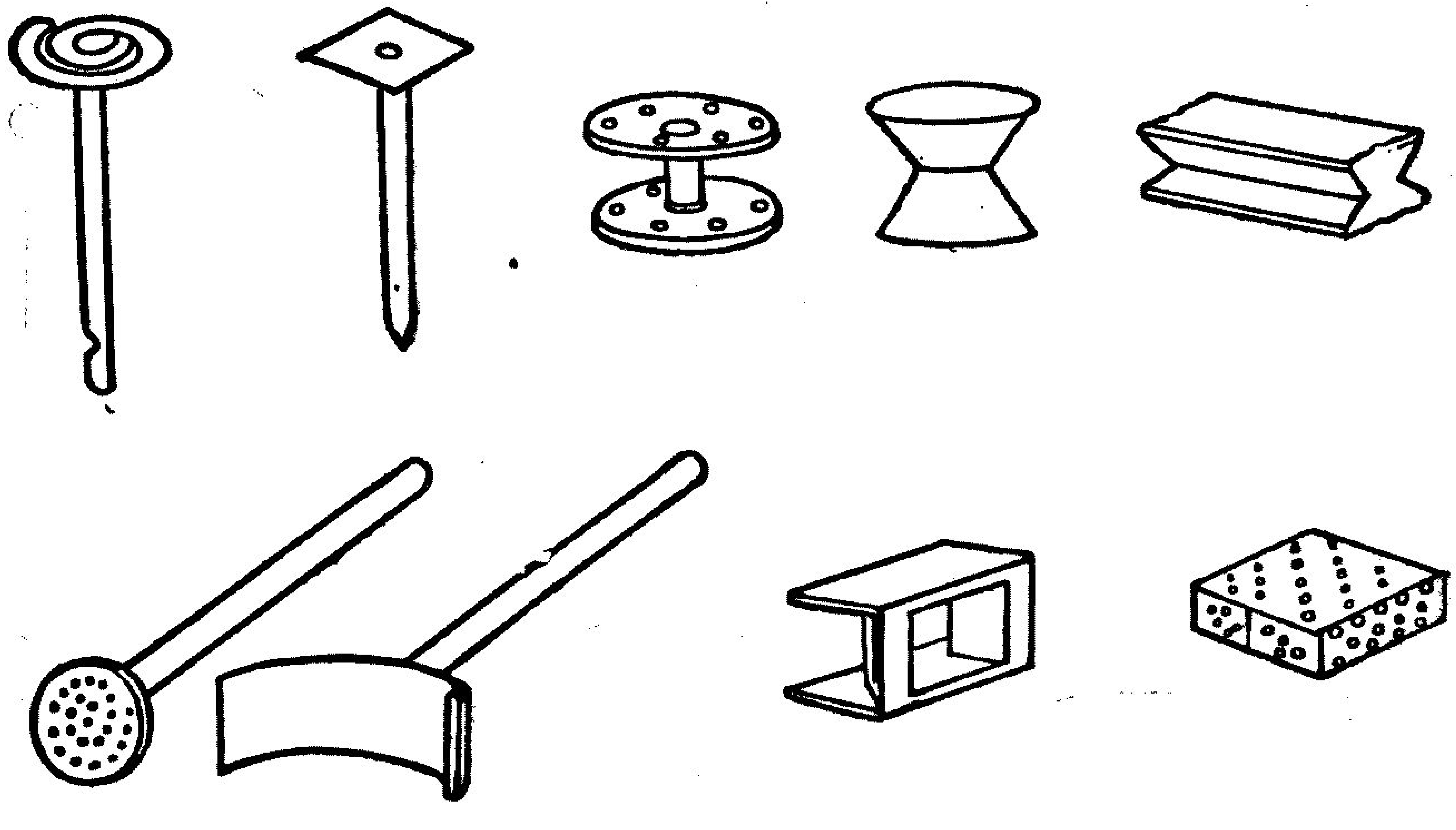
உட்படிவங்களைச் சுட்டபின் அவற்றைத் தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். உராவுதல் (filing) அல்லது சாணை பிடித்தல் (grinding) மூலம் சிறிது நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் ஓரங்களை நீக்கலாம். பிறகு உட்படிவத்தின் அளவுகளைத் துல்லியமாகச் சோதித்து அவற்றைச் சரிப்படுத்தவேண்டும்.

உட்படிவங்களின் வெளிப்புறங்களை ஏதாவதொரு வெப்பம் பொறுக்குந் தன்மையுள்ள கலவையினால் பூசலாம். அதனால் உலோகக்குழம்பின் வெப்பத்தைத் தாங்கும் வலிவு, அதிகரிப்பதோடு நல்ல புற வழவழப்பும் ஏற்படும். இவை வார்ப்படத்தைச் சிறந்த தரமுள்ளதாக உருவாக்க உதவுகின்றன. கலவையைப் பூசியபின் நன்கு உலரவைத்து விடவேண்டும். சாதாரணமாக நீருடன் கலந்த நன்கு அரைக்கப்பட்ட கிராபைட், சில்கா ஆகியவை பூசும் கலவையாக (coating) உபயோகிக்கலாம்.

மிகப் பெரிய உட்படிவம் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட துண்டுகளாக உருவாக்கப்பட்டுப் பின்பு அதற்குரிய பசைகொண்டு இணைக்கப்பட்டுவிடும்.

5–6 உட்படிவங்களை நிலைநிறுத்துதல் (Setting-up of the Cores)

உட்படிவங்களைச் சரிப்படுத்தியபின் அவற்றைக் குழிவுகளில் சரியான இடங்களில் நிறுத்தவேண்டும். எளிய வடிவமுள்ள, சிறிய உட்படிவங்களை நிறுத்தக் குழிவில் உட்படிவத்துளைகள்



படம் 5–4. உட்படிவம் தாங்கிகள்.

(core prints) அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அவற்றினுள் உட்படிவத்தின் இரு முனைகளையும் செலுத்தி நிலைநிறுத்தலாம். உட்

படிவம் அதிக நீளமாக அல்லது பெரிதாக இருப்பின், அதனைத் தாங்க (படம் 5–4)இல் காட்டப்பட்டுள்ள உட்படிவம்-தாங்கிகளை (chaplets) பயன்படுத்தலாம். இத் தாங்கிகளை பல்வேறு வடிவங்களில் உட்படிவத்தின் வடிவமைப்பிற்குத் தகுந்தாற்போன்று பயன்படுத்தவேண்டும். அவற்றை உட்படிவத்திற்கும் குழிவின் சுவர்களுக்கும் இடைப்பட்ட வெளியில் உட்படிவத்தைத் தாங்கும் விதத்தில் வைக்கவேண்டும். அவை பின்னர் உலோகக்குழம்புடன் இணைந்துவிடும்.

5–6 உட்படிவ மண்ணை மீண்டும் பயன்படுத்துதல்

பொதுவாக, உலர்மண் உட்படிவத் துண்டுகள் வார்ப்படத்திலிருந்து நீக்கப்பட்டு குப்பையில் கொட்டப் படுகின்றன. ஏனென்றால் சிலிகா மண் ஏராளமாகவும் மலிவாகவும் கிடைக்கக் கூடியது. மீண்டும் அதனைத் தூய்மைப்படுத்த வேண்டுமென்றால், துண்டுகளை உடைத்து நொறுக்கி, அதிக வெப்பநிலைக்குச் சூடு படுத்தி, அதன்மூலம் பசையை நீக்கிப் பயன்படுத்தலாம்.

வார்ப்படத்தை நீக்கும்போது உட்படிவ மண், குழிவமைப்பு மண்ணுடன் கலந்துவிடாதபடி மிகக் கவனமாக இருக்கவேண்டும். இல்லையேல் அது குழிவமைப்பு மண்ணின் இயல்புகளைக் கெடுத்துவிடும்.

6. வார்ப்படக் கூடத்தை இயந்திர மயமாக்குதல்

(Mechanization of Foundry)

வார்ப்படங்களின் உற்பத்தி இன்று ஏராளமான அளவிற்கு அதிகரித்திருப்பதற்கு முக்கியக் காரணம், உற்பத்தியை விரைவாக்கப் பல்வேறு இயந்திரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருப்பதே என்று கூறினால், அது மிகையாகாது. இம் முறையால் மனித உழைப்பினால் செய்யப்பட்டு வந்த கடினமான வேலைகளை இயந்திரங்கள்மூலம் எளிதாகச் செய்துவிடலாம். இயந்திரங்களின் உதவியால் ஒரே சீரான, தரமுள்ள வார்ப்படங்களைத் தயாரிக்கலாம். தவிரவும் குறைந்த நேரத்தில் அதிக உற்பத்யைப் பெறலாம்.

இவ்வத்தியாயத்தில் பலவித வேலைகளுக்குப் பயன்படும் வார்ப்படக்கூட இயந்திரங்களைக் கவனிப்போம்.

6-1 குழிவு மண் தயார் செய்தலும் கையாளுதலும் (Preparation of the Moulding Sand and its Handling)

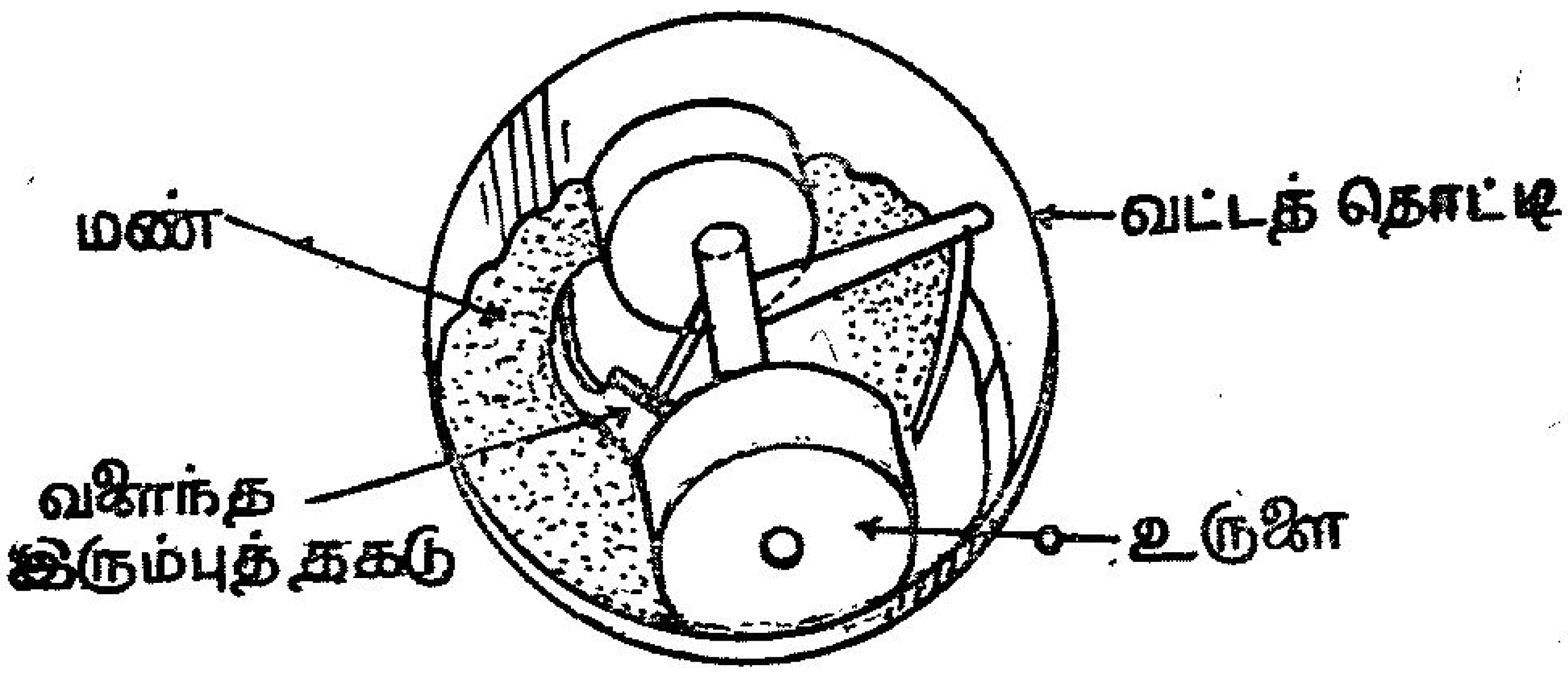
இரும்பு வார்ப்படக் கூடத்தில் ஒவ்வொரு டன் வார்ப்படம் உருவாக்குவதற்கும் 4 முதல் 5 டன் மண்வரை பயன்படுத்தப் படுகிறது. தவிரவும் வார்ப்படங்களின் தரம், மண்ணின் தரத்தைப் பெரிதும் சார்ந்திருக்கிறது. எனவே மண் சேர்மானத்தில் தனிக் கவனம் செலுத்துதல் வேண்டும். சரியான மண் சேர்மான முறையில் பின்வரும் செயற் கூறுகள் உள்ளன.

1. பசை, மண் துகள்களைச்சுற்றிச் சீராகப் பரவச் செய்தல்.
2. ஈரத்தின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துதல்.

3. தேவையற்ற அழுக்குப் பொருட்களை மண்ணிலிருந்து அகற்றுதல்.

4. மண்ணைக் கட்டிவிழாமல், துகள்களாகப் பிரித்துக் குழிவமைப்புக்கு ஏற்ற நிலையில் வைத்தல்.

மண் கலத்தல் : குழிவமைப்பு மண், தேவையான அளவு களிமண்ணும் நீரும் சேர்க்கப்பட்டு நன்றாகக் கலக்கப்படுகிறது. இவ்வேலை கலக்கியில் (mixer/muller) நடைபெறுகிறது. கலக்கி இரும்புத் தகடால் ஆன ஒரு வட்டத் தொட்டியும் அதன் நடுவில்

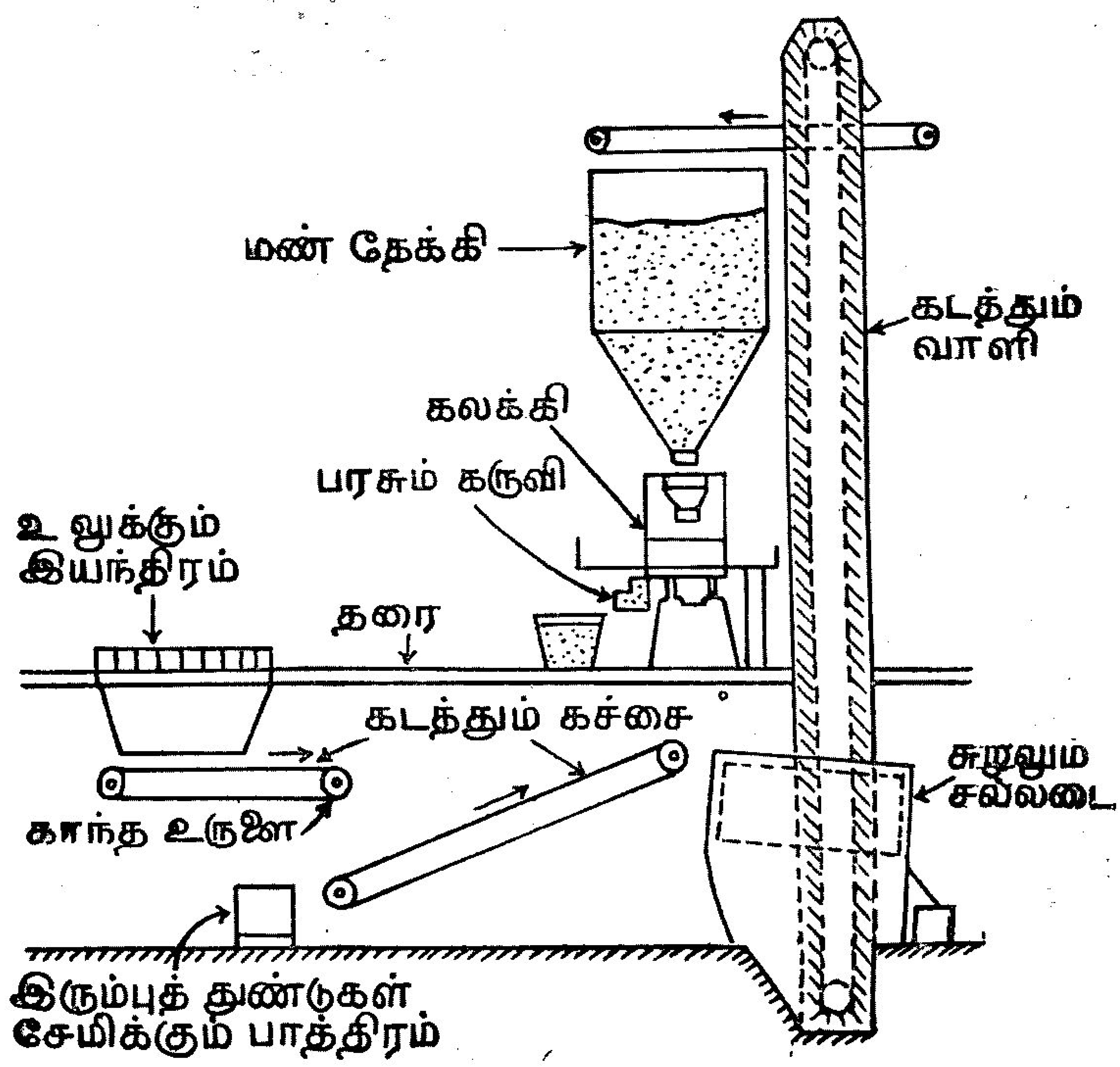


படம் 6–1. மண் கலவை.

செங்குத்துத் தண்டும் உடையது. (படம் 6–1). தண்டு பற் சக்கரங்களின் மூலம் மின் மோட்டாரினால் சுழற்றப்படுகிறது. இத் தண்டில் ஒரு கிடைமட்டத் தண்டு சொருகப்பட்டிருக்கும். அதன் இருபுறங்களிலும் இரு கனமான இரும்பு உருளைகள் பொருத்தப் பட்டிருக்கின்றன. தவிரவும், இரு உருளைகளுக்கும் முன்பாக இரு வளைவான இரும்புத் தகடுகள் (blades) செங்குத்துத் தண்டிலிருந்து நீண்டு கொண்டிருக்கும். மண்ணையும் அதனுடன் கலக்கவேண்டிய பொருட்களையும் தொட்டியினுள் கொட்டி மின்மோட்டாரை இயக்கினால், செங்குத்துத்தண்டு உருளைகளுடனும் வளைவான தகடு களுடனும் சுழலும் வளைவான தகடுகள் மண்ணை உருளைக்கு முன் பாகத் தள்ளிக் கொடுக்கின்றன. உருளை மண்ணை நன்றாகக் கலந்துவிடுகிறது. குறிப்பிட்ட நேரம்வரை கலந்தபின், மண், தொட்டியின் சுவரிலுள்ள கதவு வழியாக மண்ணை வெளியே எடுக்கலாம். குழிவமைப்பு மண், உட்படிவ மண் ஆகிய இரண்டு வகைகளையுமே இவ்விதத்தில் ஆக்கமுடியும்.

மண்ணைக் கையாளுதல் : மண் குழிவை உடைத்து வார்ப் படத்தைத் தனியே எடுத்தபின் மண்ணை மீண்டும் குழிவமைப் பிற்கு ஏற்றவிதத்தில் ஆக்கும் முறையையும் (Reclamation of sand) அதனை இயந்திரக் கருவிகளின் மூலமாகவே கையாளும் முறையையும் இப்போது கவனிப்போம்.

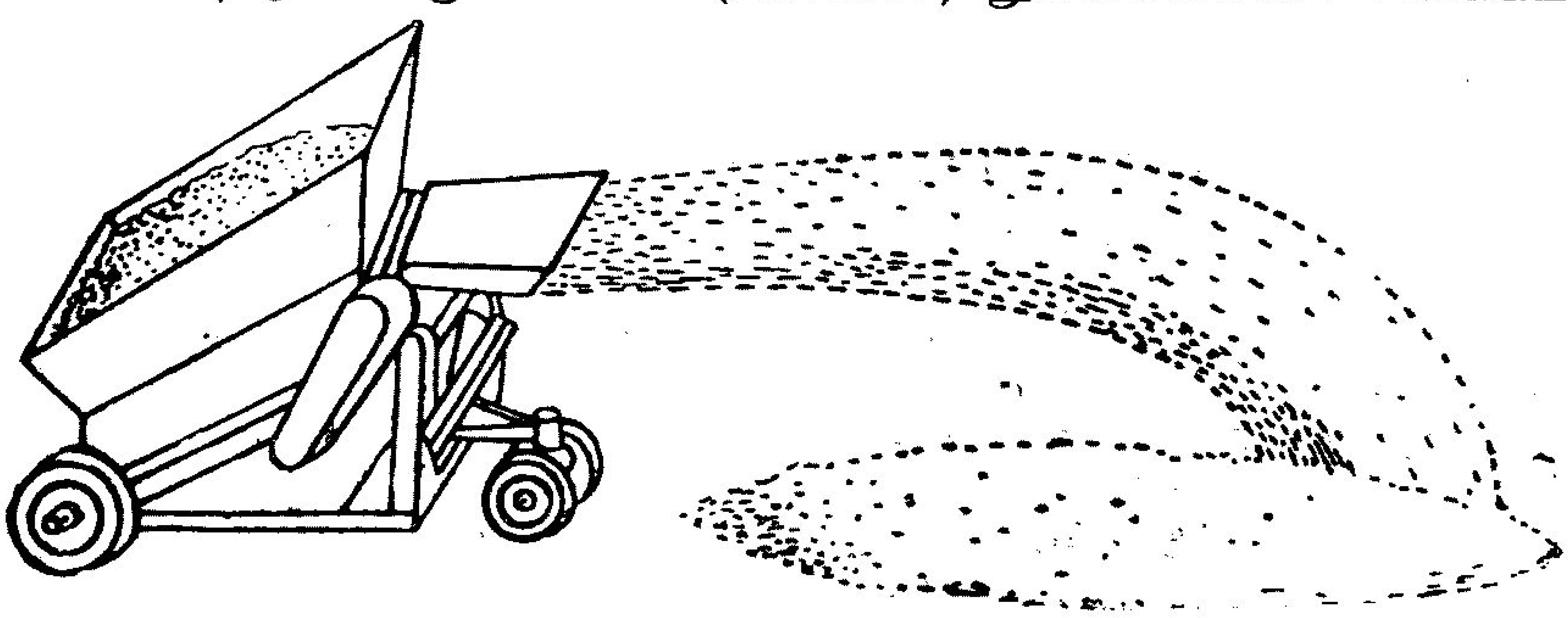
மண்குழிவு, உலோகக்குழம்பு ஊற்றப்பட்டபின் உறுக்கும் இயந்திரத்திற்கு (Shake-out unit) கொண்டு போகப்பட்டு உறுக்கப்படும். இந்த இயந்திரம் கனமான இரும்புப் பட்டைகளைக் குறுக்கும் நெடுக்குமாக இணைக்கப்பட்ட சட்டத்தை உடையது. இச் சட்டம் மின் மோட்டாரின் இயக்கத்தினுல் அதிர்ந்து கொண்டே இருக்கும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய அதிர்வினுல் மண் தளர்வடைந்து உதிரும் வார்ப்படம் சட்டத்தின் மேல் தங்கிவிடும். மண், சட்டத்திற்குக் கீழுள்ள பெய்குடுவையில் (hopper) விழும். பெய் குடுவையிலிருந்த ஒரு கச்சைக் கடத்தி (belt conveyer) மூலம் காந்த உருளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. காந்த உருளை படம் 6–2–ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி மண்ணுடன் கலந்துள்ள சிறுசிறு இரும்புத் துண்டுகளை நீக்கிவிடும்.



படம் 6–2. மண் தயார் செய்தலும் தேக்கி வைத்தலும்.

இவ்விதம் இரும்புத் துண்டுகள் நீக்கப்பட்ட மண் மற்ருெரு கச்சைக் கடத்தியின் மூலம் 'சுழலும் சல்லடை'க்கு (revolving screen) எடுத்துச் செல்லப்பட்டுச் சல்லடையினுள் கொட்டப்படுகிறது. சல்லடை, மண்ணிலுள்ள கட்டிகள், உட்படிவத் துண்டுகள் ஆகியவற்றை நிறுத்திவைத்துக் கொள்ளும். எஞ்சியுள்ள மண் 'குடுவை மேலேற்றி' (bucket elevator) மூலம் உயரே கொண்டு செல்லப்பட்டு ''மண் தேக்கி''யில் (sand storage bin) சேமிக்கப்

படுகிறது. மண் தேக்கியிலிருந்து தேவையான அளவு மண் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகக் கலக்கிக்கு அளிக்கப்படுகிறது. அங்கு மண்ணுடன் மற்றச் சேர்க்கைகளும் சேர்க்கப்பட்டு சீராகக் கலக்கப் படுகிறது. இம் மண்கலவை (படம் 6–3 இல் விளக்கப்பட்டுள்ள "பரசும் காற்றுக் கருவி"யால் (Aerator) துகள்களாகப் பிரிக்கப்



படம் 6–3. பரசும் கருவி.

படுகிறது. இவ்விதம் பிரிப்பதால் குழிவமைத்தல் சுலபமாக இருக்கும். இவ்விதம் தயாரான மண் கச்சைக் கடத்தியின் மூலமாக வெவ்வேறு குழிவமைப்பு இயந்திரங்களுக்கு அனுப்பப்படும்.

6–2 குழிவமைப்பு இயந்திரங்கள்

குழிவமைப்பு இயந்திரங்கள் முக்கியமாக அதிக எண்ணிக்கை உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தப்படுக்கின்றன. சாயலைச் சுற்றி மண் இறுக்கப்படும் முறையினைக் கொண்டே இந்த இயந்திரங்கள் பெயரிடப்பட்டுள்ளன.

மண் இறுக்கப்படும் முறைகள் : அடிப்படையான மூன்று முறைகளில் மண்ணை இறுக்கிக் குழிவுகளை உண்டாக்கலாம். அவை : (1) குலுக்கி இறுக்குதல் (Jolting), (2) நெருக்கி இறுக்குதல் (Squeezing), (3) விசிறி அடித்தல் (Slinging). முதல் முறையில் குழிவமைப்புப் பெட்டி மண்ணுடன் சற்று தூரம் உயர்த்தப்பட்டு கீழே விழும்படி செய்யப்படுகிறது. இதனால் பெட்டியினுள் உள்ள மண் குலுக்கப்பட்டு இறுகுகிறது. பன்முறை இவ்விதம் குலுக்குவதால் மண் போதிய அளவு இறுகிவிடும். இம்முறையில் செய்யப்படும் குழிவில் மண்ணின் அடர்த்தி சாயலைச்சுற்றி அதிகமாகவும் மேற்புறம் நோக்கிச் செல்லச் செல்லக் குறைவாகவும் இருக்கும். இரண்டாம் முறையில் குழிவமைப்புப் பெட்டியினுள் நுழைப்பதற்கேற்ற அளவுள்ள ஒரு தட்டையான இரும்புத் தகடு பெட்டியினுள் உள்ள மண்ணின்மேல் வைக்கப்பட்டு அழுத்தப் படுகிறது. இதனால் மண் துகள்கள் நெருக்கப்பட்டு இறுக்கமடை

யும். மண்ணின் அடர்த்தி தகட்டின் அருகில் அதிகமாகவும், கீழ்நோக்கி சாயலின் அருகில் செல்லச் செல்லக் குறைவாகவும் இருக்கும். மூன்றுவது முறையில், மண் ஒரு 'சுழலும் இயக்கி' யால் (Impeller) வேகத்துடன் மாதிரியின் மேல் விசிறி அடிக்கப்படு கிறது. இதனுல் மண் துகள்கள் இறுக்கமடைகின்றன. இம்முறை யில் தயாராகும் குழிவின் எல்லாப் பாகங்களிலும் மண்ணின் அடர்த்தி ஒரே சீராக இருக்கும்.

குழிவமைப்பு இயந்திர வகைகள்

1. நெருக்கி இறுக்கும்இயந்திரங்கள் (Simple sqeezers).

2. குலுக்கி இறுக்கும் இயந்திரங்கள் (Simple Jolting machine).

3. குலுக்கி, நெருக்கி இறுக்கும் இயந்திரங்கள் (Jolt squeezers).

4. குலுக்கி இறுக்கி, சாயல் உருவும் இயந்திரங்கள் (Jolt, rockover, draw).

5. குலுக்கி, நெருக்கி இறுக்கி சாயல் உருவும் இயந்திரங்கள் (Jolt, squeeze pattern draw).

6. மண்ணை விசிறி அடிக்கும் இயந்திரங்கள் (Sand Slingers)

இதற்றின் அமைப்பையும் செயல்படும் முறைகளையும் இப் போது ஆய்வோம் :

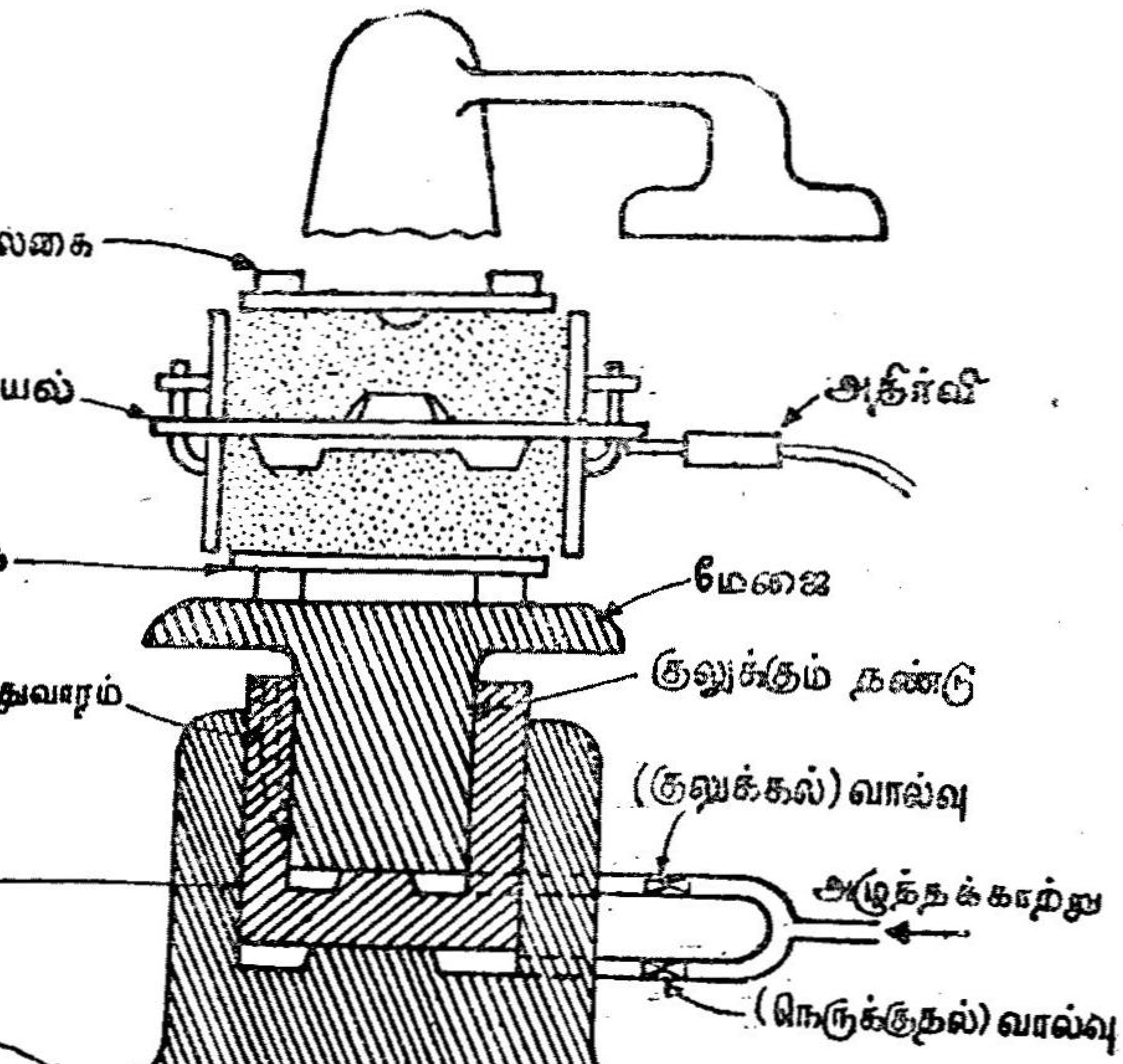
1. நெருக்கி இறுக்கும் இயந்திரம் : 'சாயல்' இயந்திரத்தின் மேடை மேல் பொருத்தப்பட்டு அதன்மேல் குழிவமைப்புப் பெட்டி நிறுத்தப்படும். போதுமான அளவு மண் மாதிரியின் மேல் கொட்டப்படும். இயந்திரத்தின் தூணின் (Column) மேற் பகுதியில் மேசைக்கு மேல் எதிராக 'நெருக்கும் தட்டு' (Squeeze plate) இருக்கும். இதன் அளவுகள் குழிவமைப்புப் பெட்டியின் உள் அளவுகளை விட எல்லாப் பக்கங்களிலும் 6 மி.மீ குறைவாக இருக்கும். அப்பொழுதுதான் நெருக்கும் தட்டைப் பெட்டியி னுள் அழுத்த முடியும். இப்பொழுது அழுத்தப்பட்ட காற்றைக் (compressed air) கொண்டு மேடை உயர்த்தப்பட்டு, குழிவமைப் புப் பெட்டி, நெருக்கும் தட்டுடன் பொருந்தி நிற்கும். அதாவது நெருக்கும் தட்டு, பெட்டியிலுள்ள மண்ணைத் தொட்டுக் கொண் டிருக்கும்.

நெருக்கு-வால்வைத் திறக்கும்போது உட்புகும் அழுத்தக் காற்றினுல் மேடை மேல் நோக்கி உயர்த்தப்பட்டு, பெட்டி

நெருக்கும் தட்டிற்கு எதிராகத் தள்ளப்படுகிறது. இதனால் மண் துகள்கள் நெருக்கப்பட்டு இறுக்கமடைகின்றன. தேவையான அளவு இறுக்கமடைந்தபின், அழுத்தக்காற்று வெளியேறி மேடை, அதன் முந்தைய நிலைக்குக் கீழிறக்கப்படுகிறது. இவ்விதம் செய்யப்படும் குழிவை இப்பொழுது மேடையிலிருந்து, அகற்றி விடலாம்.

இந்த இயந்திரத்தில் செய்யப்பட்ட குழிவில், நெருக்கும் தட்டு மூலம் அழுத்தம் கொடுத்த பக்கம், மண் அடர்த்தி அதிக மாகவும் அப் பக்கத்திலிருந்து விலகிச் செல்லச்செல்ல அடர்த்தி குறைவாகவும் இருக்கும். இதனால் இந்த இயந்திரங்கள் குறைந்த உயரமுள்ள குழிவுகளைச் செய்ய மட்டுமே பயன்படுகின்றன.

2. **குலுக்கி இறுக்கும் இயந்திரங்கள் :** சாயலும் குழி வமைப்புப் பெட்டியும் மேடை மேல் பொருத்தப்பட்டு, பெட்டி மண் இட்டு நிரப்பப்படும். அழுத்தக் காற்றினால் மேடை பெட்டி யுடன் சிறிது உயரத்திற்கு உயர்த்தப்பட்டு, அந்த உயரத்திலிருந்து புவி ஈர்ப்பு விசையால் கீழ் நோக்கி விழச் செய்யப்படுகிறது. அவ்வாறு விழும் மேடை இயந்திரத்தின் உறுதியான அடிப்பாகத்



படம் 6–4. குலுக்கி நெருக்கி இறுக்கும் இயந்திரம்.

தால் (base) நிறுத்தப்படுகிறது. இதனால் திடீரென மண் குலுக்கப்படுகிறது. எனவே, மண் இறுக்கமடைகிறது. குலுக்கல் களின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து மண் அடர்த்தி அமையும்.

மேடையை உயர்த்த அழுத்தக்காற்று பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேடையின் அடிப்பாகம் உந்துதண்டாக (piston) அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அதனுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ள வால்வைத் திறந்தால், அழுத்தக்காற்று உந்துதண்டை உயர்த்தும். அதனுல் மேடை உயருகிறது. குறிப்பிட்ட உயரத்தை அடைந்த உடன், உந்துதண்டின் அடிப்பரப்பு சிலிண்டர் சுவரில் உள்ள வெளியேற்றும் துளைகளைத் (exhaust ports) திறக்கும். உடனே சிலிண்டரினுள் உள்ள அழுத்தக்காற்று வெளியேற்றும் துளைகளின் மூலம் வெளியேறி மேடை கீழே விழ வசதியளிக்கும்.

3. **குலுக்கி, நெருக்கி இறுக்கும் இயந்திரங்கள்:** இவ்வகை இயந்திரங்களின் மூலம் இயைந்த தட்டுச் சாயலைக்கொண்டு குழியின் இரு பாகங்களையும் ஒரே ஏற்பாட்டில் செய்துவிடலாம். (படம் 64) இம் முறையை கீழே குறிப்பிட்டுள்ளபடி படிப்படியாக விவரிக்கலாம்.

(அ) இயைந்தத் தட்டுச் சாயலை இரு குழிவமைப்புப் பெட்டிகளுக்கும் இடையே பொருத்த வேண்டும்.

(ஆ) கீழ் குழிவுப்பெட்டி மேற்புறம் இருக்கும்படி இந்த அமைப்பைக் குழிவமைப்பு இயந்திரத்தின் மேடை மேல் நிலை நிறுத்த வேண்டும்.

(இ) சாயலின்மேல் மண் ஒட்டாதிருக்க, அதன்மேல் பிரிப்பு திரவத்தைத் (parting liquid) தெளிக்க வேண்டும்.

(ஈ) கீழ்க்குழிவுப் பெட்டியுனுள் குழிவமைப்பு மண்ணைத் தேவையான அளவு (பெட்டியின் உயரத்திற்கு சற்றே அதிகமாக) இட்டு நிரப்பவேண்டும்.

(உ) இப்பொழுது சரியான அளவு குழிவு இறுகும்வரை மேடையைக் குலுக்க வேண்டும்.

(ஊ) இப்பொழுது குழிவமைப்புப் பெட்டியின் உள் அளவுகளுக்குப் பொருத்தமான ஒரு பலகையை அதன் மேல் வைக்க வேண்டும்.

(எ) குழிவமைப்புப் பெட்டித் தொகுப்பை அப்படியே தலைகீழாகத் திருப்பி வைக்கவேண்டும்.

(ஏ) பிறகு மேல் பெட்டியினுள் மண் இட்டு நிரப்ப வேண்டும்.

(ஐ) நெருக்கும் தட்டை மேல் பெட்டியில் பொருத்திக் குழிவை நெருக்கி இறுக்க வேண்டும். இதனுல்

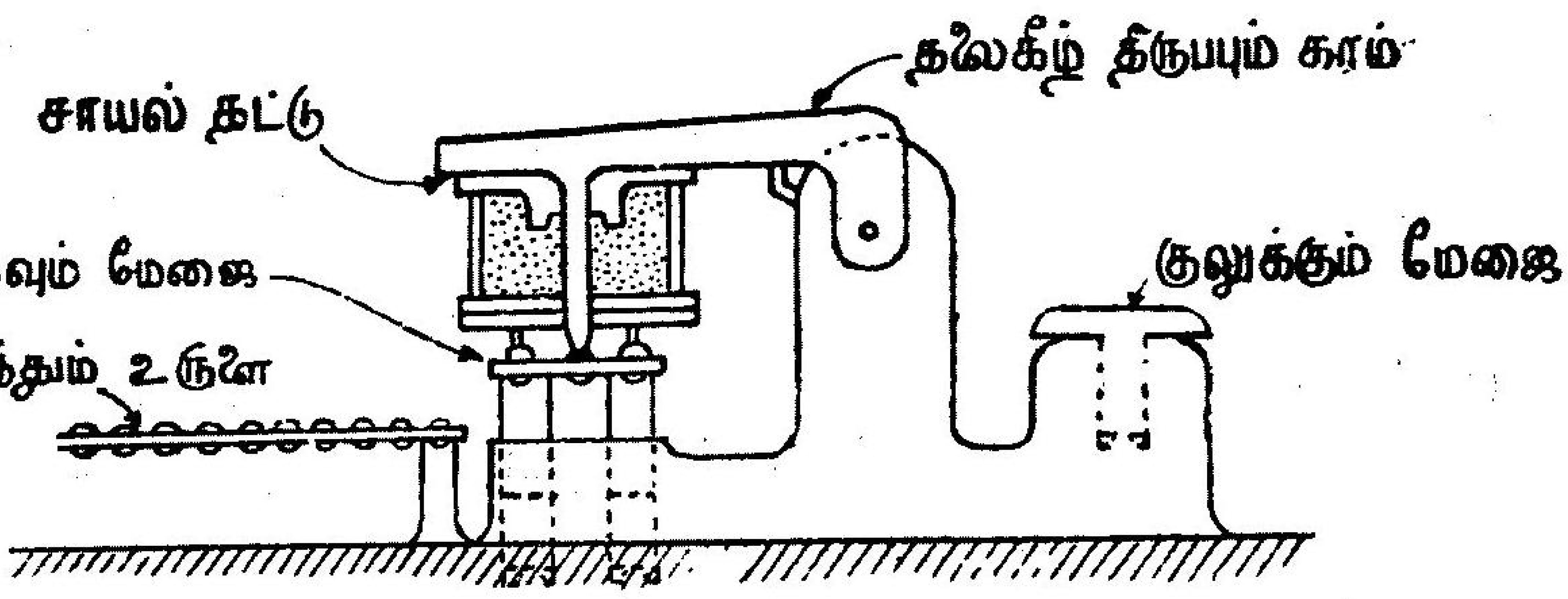
மேல்பாதி, கீழ்பாதி இரண்டுமே நெருக்கி இறுக்கப் படுகின்றன.

(ஓ) நெருக்கும் தட்டை விலக்கிவிட்டு, அதிர்வினால் (vibrator) சாயலை அதிரச்செய்து மேல்பெட்டியைத் தூக்கி விடவேண்டும். அவ்வாறே சாயல் அதிர்ந்து கொண்டிருக்கும்போது சாயலை உருவிவிட்டால் கீழ்ப்பெட்டி தனித்து விடப்படும்.

(ஔ) கீழ்ப்பெட்டியை இயந்திரத்தின் மேடையிலிருந்து எடுத்து, சாதனையும் மேல்பெட்டியையும் பொருத்தி விட்டால், குழிவு கிடைத்துத் தயாராகி விடும்.

இவ்வியந்திரங்களைப் பயன்படுத்துதல், சிறிய வார்ப்படங்களை விரைவில் உருவாக்க எளிதான, சிறந்த முறையாகும்.

4. குலுக்கி இறுக்கி, சாயல் உருவும் இயந்திரம் : இவ்வகை இயந்திரம் (படம் 6–5) குழிவின் கீழ்ப்பகுதியைச் (drag) செய்யப்



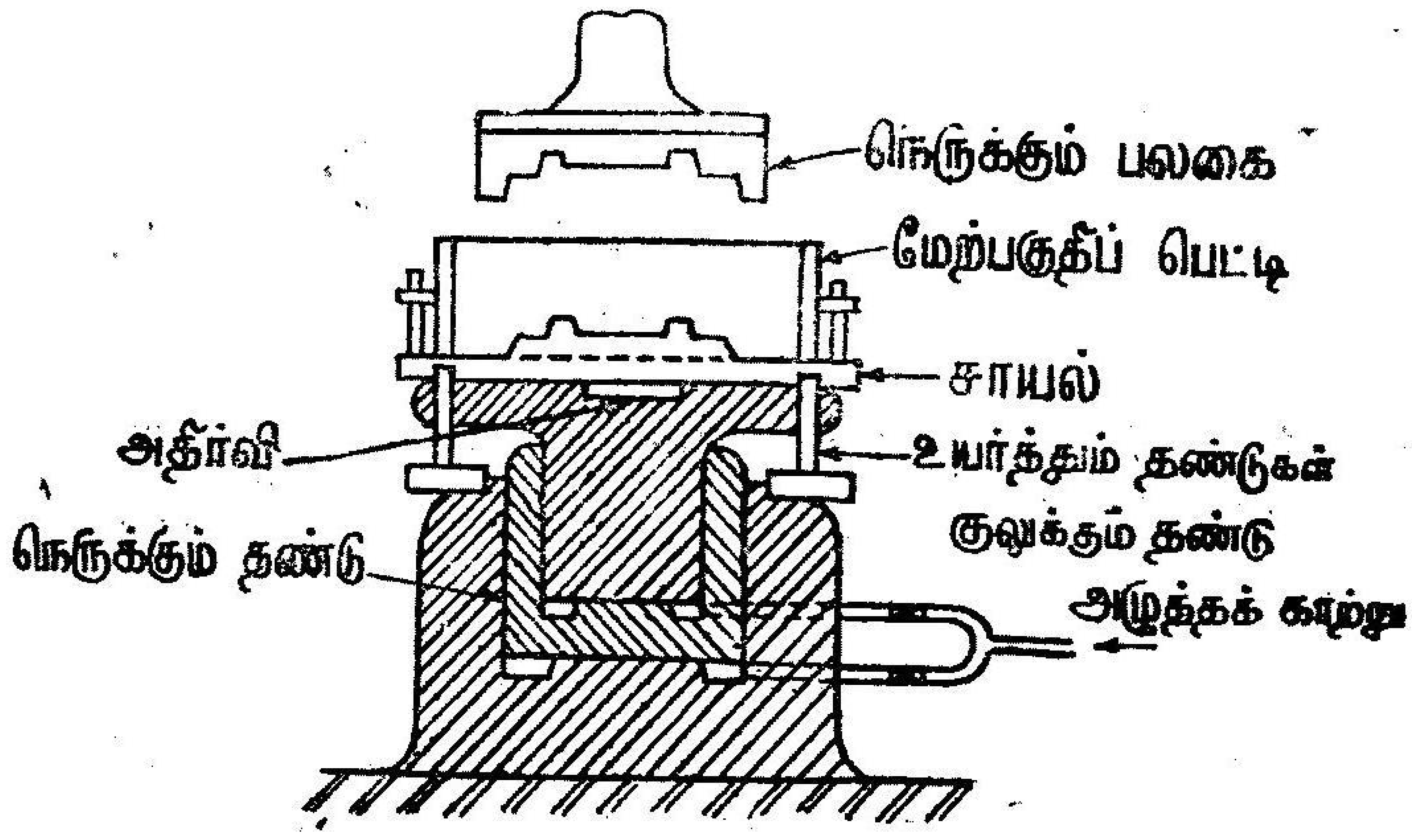
படம் 6–5. குலுக்கி இறுக்கிச் சாயல் உருவும் இயந்திரம்.

பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. குழிவின் கீழ்ப்பகுதியை, முன்பு கூறப்பட்ட இயந்திரத்தில் செய்தபடியே குலுக்கி இறுக்கிய பின், மேற்புறம் ஒரு பலகை வைக்கப்பட்டு பிணைக்கப்படுகிறது. பின் 'தலைகீழ் திருப்பும் கரத்தினால் (rock over-arm) குழிவு தலைகீழாகத் திருப்பப்பட்டு உருவும் மேடை மேல் (draw-table) வைக்கப்படும். அதிர்வி, சாயலை அதிரச் செய்யுங்கால் உருவு-மேடை மெதுவாகக் கீழிறங்கும். அதனுடன் குழிவும் சாயலிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டு கீழிறங்கும். இறக்கப்பட்ட நிலையில் அருகிலிருக்கும் 'கடத்தி உருளைகள்' (roller-conveyer) மேல் தள்ளப்பட்டு வேறு இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

இவ்வகையான குழிவமைப்பு இயந்திரங்கள் அவற்றிற்குரிய கட்டுப்படுத்திகள் (controls) பொருத்தப்பட்டு அரை தானியங்கி (semi-auotmatic) போன்று வேலை செய்கின்றன. அதனை இயக்கு

பவர் குழிவமைப்புப் பெட்டியைப் பொருத்தி, மேலிருக்கும் பெய் துடுவையிலிருந்து மண்ணைக் கொட்டி நிரப்பி, ஒரு பித்தானை button) அழுத்தினுல், முன்கணிக்கப்பட்டபடி (pre-determined) இயந்திரம் தானுகவே இ யங்கி குழுவைச் செய்து தந்துவிடும்.

5. குலுக்கி, நெருக்கி இறுக்கி சாயல் உருவும் இயந்திர : இதில் இருவகை இயந்திரங்கள் உள்ளன. முதல்வகை இயந்திரம் (படம் 6–6) குலுக்குதல், நெருக்குதல், சாயலை அதிர்வடையச்



படம் 6–6. குலுக்கி, நெருக்கி, இறுக்கிச் சாயல் உருவும் இயந்திரம்.

செய்தல், தண்டுகள்மூலம் குழிவமைப்புப் பெட்டியை உயர்த்தி சாயலைவிட்டுப் பிரித்தல் ஆகிய வேலைகள் அனைத்தையும் செய்யும் திறமை பெற்றிருக்கும். இவை குழிவின் மேற்பகுதியை அல்லது கீழ்ப்பகுதியைத் தனித் தனியே தயாரிக்க உகந்தவை.

இவ்வியந்திரத்தில் குழிவமைப்புப் பெட்டியைச் சாயல் பொருத்தப்பட்டுள்ள மேடைமேல் வைத்துப் பொருத்தி மண் இட்டு நிரப்பியபின் மேடையின் இயக்கத்தால் குலுக்கியும் அதன் பின் நெருக்கும் தட்டின் உதவியால் நெருக்கியும் மண் இறுக்கப் பட்டுக் குழிவு செய்யப்படுகிறது. பின்னர், குழிவமைப்புப் பெட்டியின் சட்டங்களுக்கு நேர்கீழே பொருத்தப்பட்டுள்ள நான்கு தண்டுகள், சாயலை அதிர்வி அதிர்வடையச் செய்யும் நேரத்தில், உயர்ந்து பெட்டியையும் தம்மோடு உயர்த்துகின்றன. தண்டுகளின் இவ்வியக்கத்தினுல் குழிவு சாயலிலிருந்து பிரிக்கப் படுகின்றது.

இரண்டாவது வகையில் குழிவு அதன் ''ஈர்ப்பு மையக் கோட்டை'' (Axis through Centre of Gravity) வைத்து

தலைகீழாகத் திருப்பப்பட்டு, பின், சாயல் உருவப்படுகிறது. முதலில் தலைகீழாகச் சுழல வசதியுள்ள மேடைமேல் குழிவமைப்புப் பெட்டி பொருத்தப்பட்டு, மண் நிரப்பப்பட்டு, குலுக்கி இறுக்கப் படுகிறது. பிறகு, நெருக்கும் தட்டுடன் பொருத்தப்பட்டுச் சுழலும் மேடையைப் பெட்டி, நெருக்கும் தட்டு ஆகியவற்றுடன் தலைகீழாகத் திருப்பி, அதன்பின் மண் நெருக்கி இறுக்கப்படுகிறது. நெருக்கும் தட்டு, சாயல் அதிர்வடையும் நேரத்தில் கீழிறக்கப் படுகிறது.

இவ்வகை இயந்திரங்கள் மிகுந்த எண்ணிக்கையில் ஒரு குறிப் பிட்ட குழிவைச் (particular mould) செய்யப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அதனுடன் குழிவும் மாதிரியிடமிருந்து பிரிக்கப்படு கிறது.

6. **மண்ணை விசிறி அடிக்கும் இயந்திரம் :** இவ்வியந்திரம் ஒரு விசிறும்கூடு (slinger lead) உடையது. அது உருளை வடிவமாக இருக்கும். அதற்கு ஒரு கச்சைக் கடத்தி மூலம் மண் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. விசிறும் கூட்டினுள் பல தகடுகளுடன் (blades) கூடிய ஒரு சுழலி (rotor) அதிக வேகத்தில் சுற்றிக்கொண் டிருக்கும். மண், கூட்டினுள் விழுந்தவுடன் தகடுகள் அதனைச் சுழற்றிக் கீழேயுள்ள குழிவமைப்புப் பெட்டியினுள் வேகத்துடன் விசிறுகின்றன. இதனால் மண் இறுகலாகப் பெட்டியினுள் படி கிறது.

மண் அடர்த்தியைச் சுழலியின் வேகத்தை மாற்றுவதால் கட்டுப்படுத்தலாம். மேலும் இம்முறையினால் குழிவமைப்புப் பெட்டியை மண்ணினால் நிரப்புதலும், மண் இறுகுதலும் ஒரே நேரத்தில் நிகழுகின்றன. மற்றொரு முக்கிய சிறப்பு என்ன வென்றால், குழிவின் அளவும் உருவமும் எப்படியிருந்தாலும் மண்ணின் இறுக்கம் சீராக இருக்கும்.

மண் விசிறும் இயந்திரங்கள் நிலையானவையாகவும் இருக்க லாம். அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட பாதையில் நகரக்கூடியவையாக வும் இருக்கலாம். சில வகைகளில் விசிறும் கூடுகளின் உயரத்தைக் குழிவின் அளவிற்குத் தகுந்தாற்போன்று ஏற்றவோ இறக்கவோ வசதிகள் செய்யப்பட்டுள்ளன.

மேற்கூறப்பட்ட குழிவமைப்பு இயந்திரங்களைச் சில மாறுதல் களுடன் உட்படிவங்கள் செய்வதற்கும் பயன்படுத்தலாம்.

7. உருக்குதல்
(MELTING)

உலோகத்தை, மிக்க கவனத்துடன் உலையில் உருக்கவேண்டும். உலோகத்தில் கலக்கவேண்டிய பொருட்கள் சரியான விகிதங்களில் கலந்துள்ளதா, குழிவினுள் உலோகக்குழம்பு சரியான வெப்பநிலையில் ஊற்றப்படுகிறதா என்பன போன்றவற்றைக் கருத்துடன் கவனித்தால்தான் வார்ப்படம் நம் தேவைக்கேற்பச் சிறப்புடையதாக அமையும்.

உலோகங்களை உருக்குவதற்குப் பல்வேறு உலைகள் பழக்கத்தில் இருந்து வருகின்றன. ஆனால், நமது வார்ப்படக் கூடத்திற்குத் தேவையான, பொருத்தமான உலையைத் தேர்ந்தெடுத்தல் இன்றியமையாதது. எடுத்துக்காட்டாக ஒரே நேரத்தில் 100 டன் உலோகக்குழம்பு தேவைப்படும். பெரிய வார்ப்படக் கூட்டத்திற்கு ''திறந்த அடுப்பு உலை'' (Open-Health Furnace) ஏற்புடையதாகும். சிறிது நேர இடைவெளி விட்டு விட்டு குறைந்த அளவில் உலோகக்குழம்பு வேண்டியிருக்கும் சிறு தொழிற்கூடங்களுக்கு ''மின்-வில்சுடர்'' (Electric-arc furnace) உலை பொருத்தமுடையதாகும். உலையைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது மற்றும் சில குறிப்புகளையும் மனதிற் கொள்ளவேண்டும். அவையாவன:

1. முதல் செலவைச் சீர்தூக்கிப் பார்த்தல்.

2. பல்வேறு உலைகளுக்கு ஏற்படும் பழுதுபார்க்கும் செலவையும் பராமரிப்புச் செலவையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்.

3. உலையினை இயக்கும் செலவைக் கணித்தல்.

4. உலைக்குத் தேவையான எரிபொருள் வார்ப்படக் கூடத்திற்கு அருகாமையில் கிடைக்கின்றதா என்பதனையும், அதன் விலையையும் ஆய்தல்.

5. பல்வேறு உலைகளின் உருக்கும் திறனையும், குறிப்பாக உருக்கும் வேகத்தையும் அறிதல்.

6. வார்ப்படத்திற்குத் தேவையான உலோகக் கலவைகளின் விகிதங்களையும், கலப்பு உலோகத்தின் உருகும் வெப்ப நிலையையும் கணக்கிடுதல்.

7. எந்த அளவுக்குக் கலவைகளின் விகிதங்களை அல்லது உலோகத்தின் தனித் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்தவேண்டும் என்பதைக் கணித்தல்.

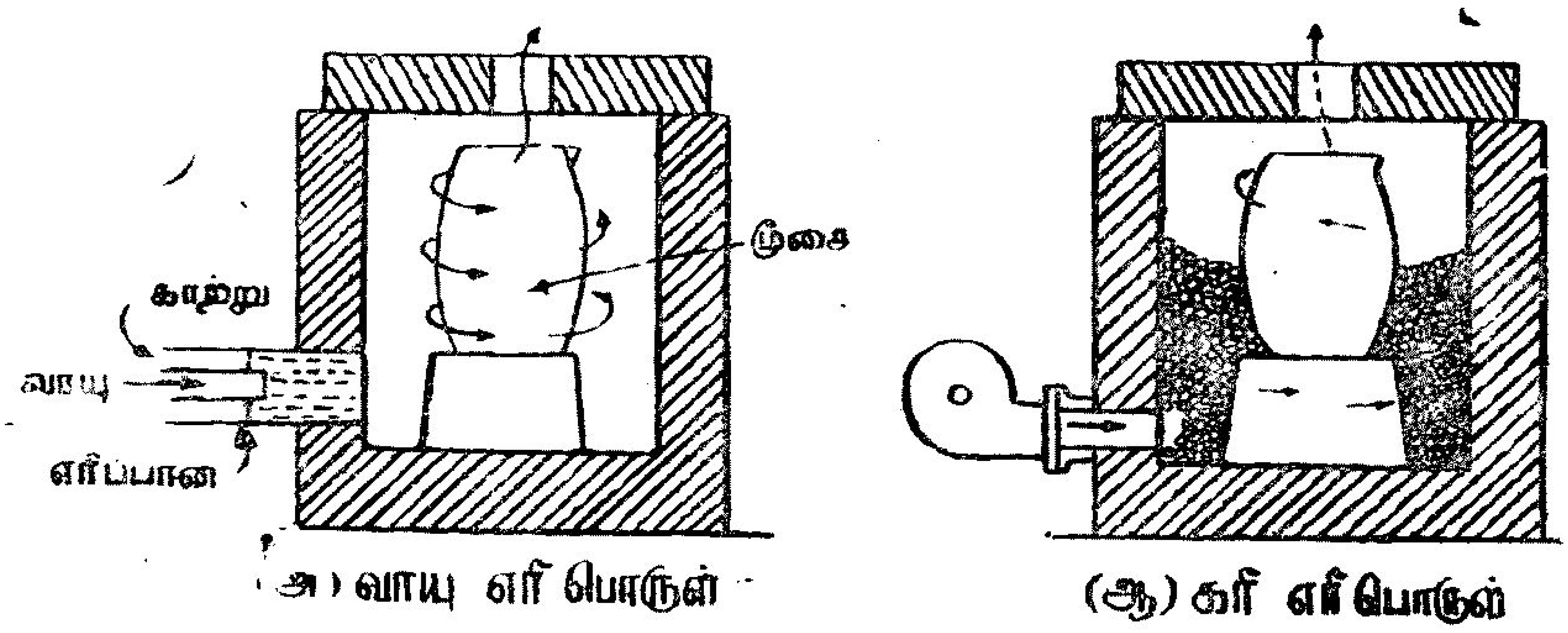
உலோகத்தை உருக்குவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தைத் திட, திரவ, வாயு எரி பொருட்களைக் கொண்டோ, மின்-வில்சுடர் அல்லது மின்தடை (Electric resistance) இவற்றால் உண்டாக்கலாம். எல்லா உலைகளும், அதிக வெப்பநிலை எற்படும் இடங்களில் உட்புறமாக வெப்பம் தாங்கும் தன்மையுள்ள பொருட்களால் (refractories) பூசப்பட்டிருக்கும். மூலப்பொருட்களை உள்ளே இடுவதற்கும் எரிபொருள், அது எரிவதற்குத் தேவையான காற்று, இவற்றைச் செலுத்துவதற்கும் ஏற்றவகையில் உலை அமைக்கப்பட்டிருக்கும். மேலும் உலைக்குள், விருப்பப்பட்ட இயக்கு நிலையைக் (operating conditions) கட்டுப்படுத்தவும் வழிவகை இருக்கவேண்டும்.

பலவித உலைகளையும், அவற்றின் இயங்கு விதங்களையும், பயன்களைத் தெளிவாக அறிந்து கொள்ளுதல் வார்ப்படத் தொழிலுக்கு இன்றியமையாததாகும்.

7–1 மூசை உலைகள் (crucible Furnaces)

கிண்ணம் (cup) போன்ற அமைப்புள்ள வெப்பம் பொறுக்கும் தன்மையுடைய கொள்கலன் (container) : 'மூசை'' (crucible) எனப்படும். மூசை, சிலிகான் கார்பைடு (silican carbide) அல்லது கிராஃபைட் (graphite) உபயோகித்துச் செய்யப்பட்டிருக்கும். நிலையான உலைகள் (stationary) கவிழும் உலைகள் (tilting) ஆகிய இருவகை மூசை உலைகள் வழக்கத்திலிருக்கின்றன. நிலையான வகை குறைந்த அளவு உலோகம் உருக்குவதற்கும், கவிழும் வகை அதிக நிறை உலோகம் உருக்குவதற்கும் பயன்படுகின்றன. முன்பு, எஃகு, வார்ப்பிரும்பு போன்றவை உருக்க மூசை உலைகள் பயன்படுத்தப்பட்ட போதிலும், தற்போது இரும்பு அல்லாத மற்ற உலோகங்கள் உருக்குவதற்கே இவை பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

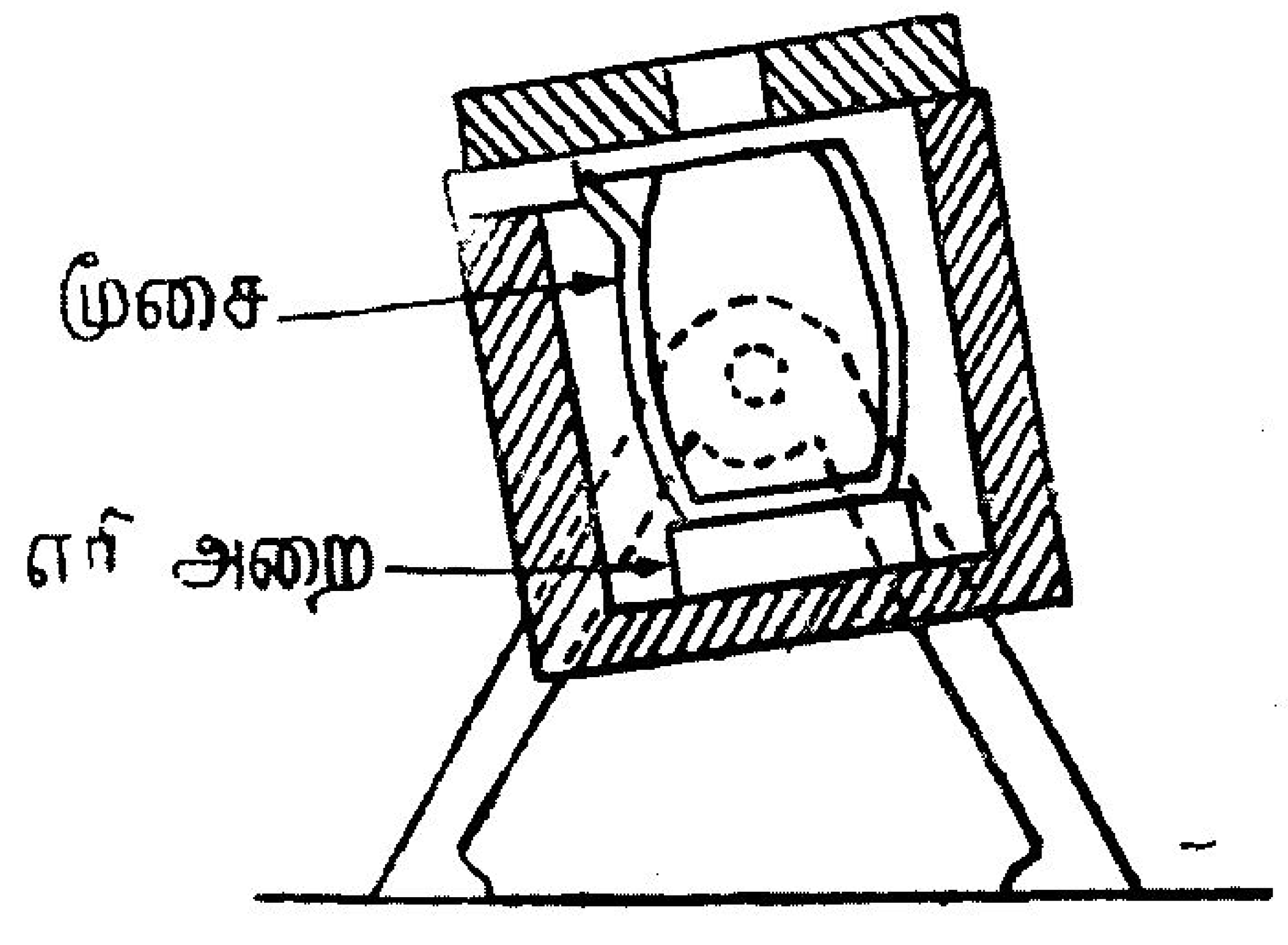
நிலையான வகை : பண்டைக் காலத்தில், மூசைகளைத் தரையில் வெட்டப்பட்ட குழிகளில் வைத்துச் சுற்றிலும் விறகுக் கட்டைகள் அடுக்கி எரித்து, உலோகத்தை உருக்கினார்கள். காற்று கிடைக்க உயரமான புகை போக்கியும், பயன்படுத்தப்பட்டது. இப்பொழுது, கரி, உலை எண்ணெய் அல்லது வாயு ஆகியவை எரி பொருட்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன (படம் 7–1).



படம் 7–1. நிலை மூசை உலைகள்.

சுமார் 75 கிலோ கிராம் நிறை உலோகம்வரை இவ்வகையான மூசைகளில் உருக்கலாம். உலோகங்கள் உருகியபின் மூசை குழியிலிருந்து, இரும்புப்பிடிகளால் எடுக்கப்பட்டு, திரவ உலோகம் குழிவினுள் ஊற்றப்படும்.

கவிழும் வகை : 500 கிலோ கிராம் நிறைவரை உலோகங்களை உருக்கும் அளவுள்ள மூசைகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. இவ்வகை உலைகளில் (படம் 7–2). எஃகுத் தகடுகளாலான ஒரு உருளை வடிவக் கூடு (cylindrical shell) இருக்கும். இவ்வுருளை ஒரு தாங்கியின் (stand) மேல் வைக்கப்பட்டிருக்கும். உருளை வடிவக் கூட்டின் உட்புறச் சுவரில் தீச்செங்கல்கள் (fire bricks) பரப்பப்பட்டிருக்கும். கூட்டின், உட்புறத்தின் நடுவே மூசை பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மூசைக்குக் கீழ் உள்ள இடம் எரி அறையாக (combustion chamber) உதவுகிறது. இதனுள், ஒரு எரிப்பான் (burner) மூலம் சூடேற்றப்பட்ட உலை எண்ணெய் காற்றுடன்

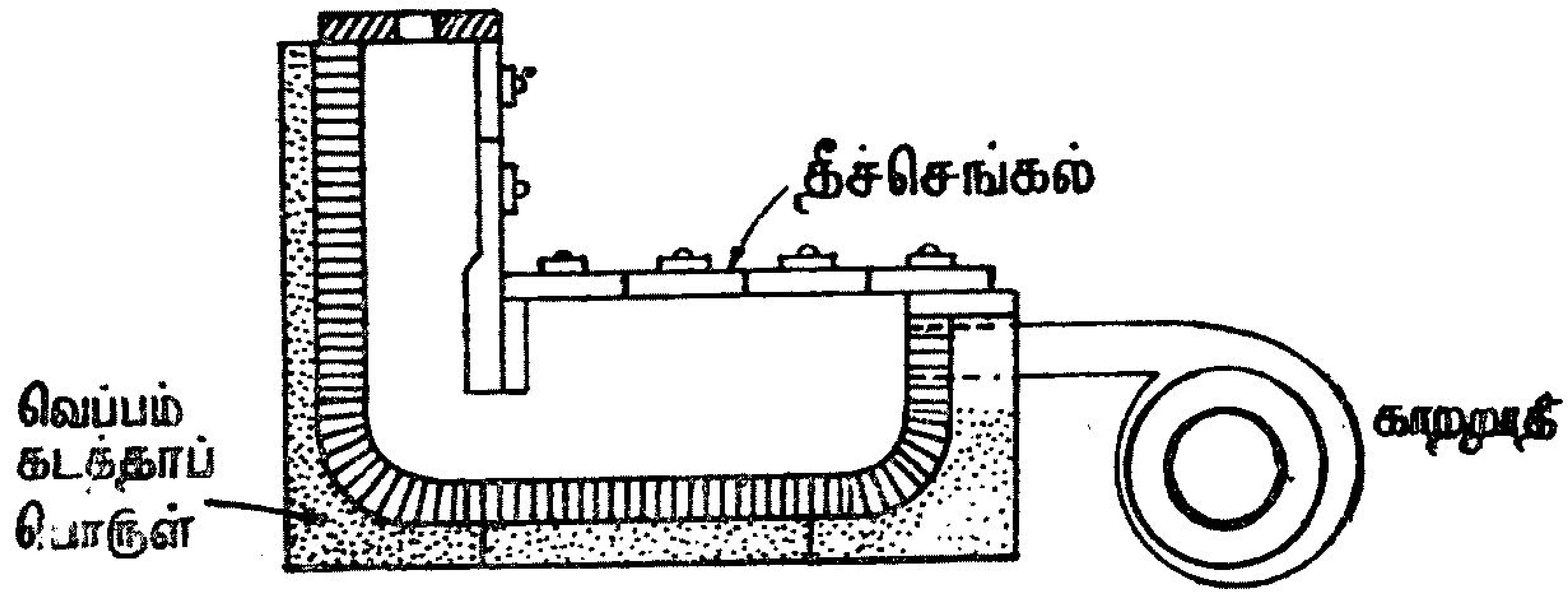


படம் 7–2. கவிழும் மூசை உலை.

கலக்கப்பட்டு தூவானமாகச் (Spray) செலுத்தப்பட்டு, எரியும். அந்த வெப்பத்தினல் மூசையினுள் வைக்கப்பட்டுள்ள உலோகம் சூடேறி இறுதியில் உருகும். உருகிய உலோகம், சரியான வெப்ப நிலையை அடைந்தபின், உருளை வடிவக் கூட்டை, ஒரு புறமாகக் கவிழ்த்து உலோகக்குழம்பை வெளியே ஊற்றலாம்.

7–2 மூசை இல்லாத உலை (Non-crucible or Reverberatory Furnace)

அதிக அளவில் (சுமார் 40 டன்) இரும்பு அல்லாத உலோகங்கள் (non-ferrous metals) உருக்குவதற்கும், வார்ப் பிரும்பு உருக்குவதற்கும் மூசை இல்லாத உலைகளைப் (படம்–7–3)



படம் 7–3. மூசை இல்லா உலை.

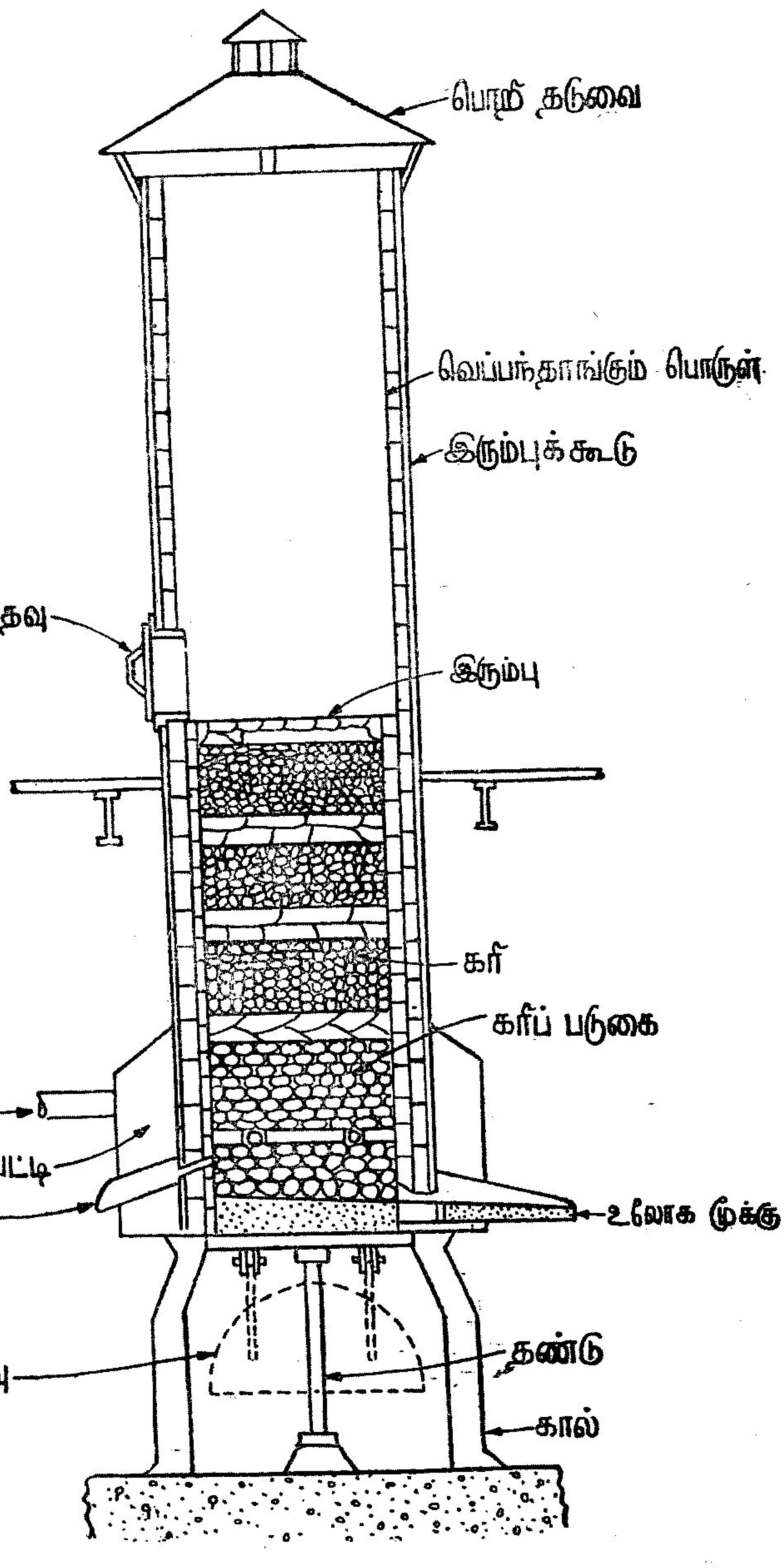
பயன்படுத்தலாம். இவற்றில், உலோகம் அடுப்பில் (hearth) உருக்கப்படுகிறது. எரிப்பான் மூலம் எரியும் சுடர் நேரடியாக உலோகப் பரப்பின்மீது தொடர்புகொண்டு வெப்பத்தைக் கொடுக்கிறது. மேலும், உலையின் கூரை, சுவர்கள் ஆகியவை வெப்பமடைந்து வெப்பத்தை எதிரளிப்பதனல் (reflect) உலோகம் அதிக வெப்பம் பெறுகிறது. உலையை ஒருபுறம் சாய்த்து உலோகக்குழம்பை வெளியே எடுக்கலாம்.

7–3 குபோலா (Cupola)

இரும்பு வார்ப்படங்களை உருவாக்கத் தேனிரும்புடன், கழிவு இரும்புத்துண்டுகளைச் (scrap) சேர்த்து மீண்டும் உருக்கப் பயன்படும் உலை "குபோலா" எனப்படும். வார்ப்பிரும்பு உரு வாக்க இது மிகவும் சிக்கனமானதாகையால், வார்ப்படக் கூடங் களில் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

குபோலா அமைப்பு : குபோலா தகடுகளை வளைத்துச் செய்யப் பட்ட, மேலும் கீழும் திறந்த, ஒரு செங்குத்தான கூட்டை (shell)

உடையது (படம் 7–4). உட்பக்கப் பூச்சு (lining), பொறுக்குந் தன்மையுள்ள பொருட்களால் ஆனது.



படம் 7–4. குபோலா.

சம இடைவெளிகளில் (equally spaced) அமைக்கப்பட்டுள்ள நான்கு கால்களின்மேல் குபோலா நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. கூட்டின் கீழ்ப்புறத்தில், அரை வட்ட வடிவான இரு இரும்புக் கதவுகள்,

கீல்கள் மூலம் கூட்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. உலை இயக்கப் படும்போது, அந்த இரு அடிக்கதவுகளும் (bottom doors) இடை மட்டத்தில் வைக்கப்பட்டு, ஒரு செங்குத்துத்துண்டு (prop) அவற்றைத் தாங்கும்படி நிறுத்தப்பட்டிருக்கும். மூலப்பொருட்களை உள்ளே இடுவதற்குக் கூட்டின் பாதி உயரத்தில் உள்ளிடு கதவு (charging door) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. குபோலாவின் மேற் புறம், வாயுக்கள் வெளிச்செல்ல வசதியாகத் திறந்து இருப்பினும், பல துளைகள் கொண்ட பொறிதடுவை (spark arrester) என்னும் ஒரு இரும்புக் கவசம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக் கவசம், நெருப் புப் பொறிகள் வெளியே பறந்துவிடாமல் தடுத்து, தீ விபத் துகள் நேரிடுவதைத் தவிர்க்கின்றது.

கரிப்பொருள் எரிவதற்குத் தேவையான காற்று, காற்று ஊதி (blower) யிலிருந்து குழாய் மூலம் காற்று அறைக்கு (wind box) அனுப்பப்படுகிறது. காற்று அறை குபோலாவின் எரியிடத்தைச் சுற்றி அமைந்துள்ளது. காற்று அறையில் இருந்து குபோலாவி னுள், அதன் அமைப்பைப் பொருத்து, 4 முதல் 8 துளைகள் மூல மாகக் காற்றுச் செலுத்தப்படுகிறது. இத்துளைகள் குபோலாச் சுவற்றைச் சுற்றி, சம இடைவெளிகளில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனுல், காற்று, எல்லாத் திசைகளிலிருந்தும் சமமான அளவில் எரியிடத்தினுள் நுழைகிறது. இத்துளைகள் உட்பக்கமாக அகல் விரிவாக (flaring) இருக்கும். துளைகளின் மொத்தப் பரப்பு, குபோலாவின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பில் (cross sectional area) சுமாராக நாலில் ஒரு பாகம் இருக்கும். ஒவ்வொரு துளைக்கும் எதிராகக் காற்று அறையின் வெளிப்புறத்தில் மைகா ஜன்னல் உள்ளது. இவற்றின் வழியாக எரியிடத்தின் நிலைமையைக் கண் காணிக்கலாம்.

உலோகக்குழம்பு வெளியில் பாய்ந்து வருவதற்கு ஒரு வட்ட வடிவத் துளை உள்ளது. அதற்கு, எதிர்ப்பக்கம் குபோலாவின் பின்புறம் கசடு (slag) வெளியேற மற்ருெரு துளை உண்டு. கசடு மூக்கு (slag spout), உலோக மூக்கை (metal spout) விடச் சற்று உயரத்திலும், காற்றுத் துளைகளுக்குச் சற்றுக் கீழேயும் அமைந் திருக்கும்.

ஆயத்தம் செய்தலும் இயக்குதலும் (Preparation and operation) : குபோலாவின் முந்திய இயக்கத்தில் எஞ்சியுள்ள கசடு மற்றும், அழுக்குகள் முதலில் தூய்மை செய்யப்படவேண்டும். பூச்சின் (lining) மேல் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் கசடை நீக்கும் போது பூச்சு சேதமடையாமல் கவனமாகச் செயல்படவேண்டும்.

ஏற்கெனவே, சில வெப்பம் பொறுக்குந்தன்மையுள்ள செங்கற்கள் உடைந்து இருந்தால், அவற்றை எடுத்துவிட்டுப் புதிய செங்கற்கள் பொருத்தவேண்டும். வெடிப்புகள் ஏற்பட்டிருந்தால் தீக்களி மண் (fire clay) கொண்டு, வெடிப்புகளை அடைக்கவேண்டும். பூச்சு சரிப்படுத்தப்பட்ட பின்பு, அரைவட்ட வடிவ அடிக் கதவுகளைக் கிடைமட்டத்தில் பொருத்தி அவற்றின் கீழே செங் குத்துத் தண்டினை நிறுத்தவேண்டும். குழிவமைப்பு மண்ணைக் கதவுகளின்மேல் ஓர் அடுக்கு இறுக்கவேண்டும். இவ்விதம் இறுக்கும்போது, மேற்பரப்பு, உலோகமூக்கை நோக்கிச் சற்றுச் சரிவாக இருக்கும்படி அமைக்க வேண்டும். இதனால் உலோகம் உருகியவுடன் மூக்கை நோக்கி விரைந்து பாயும்.

குபோலாவினுள் தீயிட்ட $2\frac{1}{2}$ அல்லது 3 மணி நேரத்திற்கு பின்பே, முதல் உலோகக்குழம்பை வெளியே எடுக்க முடியும். முதலில் கனன்று கொண்டிருக்கும் மரக்கட்டைகளை உள்ளிடு கதவு வழியாகக் குபோலாவினுள் போடவேண்டும். அதன் மேல் சில மரக்கட்டைகளைப் போட்டுத் தீயை வளர்க்கவேண்டும். தீ பரவச்சற்று நேரம் விட்டு விட்டு, அடுக்கடுக்காகக் கல் கரியை (coke) உள்ளே கொட்டவேண்டும். இவ்விதம் சரியான உயரத் திற்குக் கல் கரிப்படுகை (coke bed) கட்டவேண்டும். கரிப்படு கையின் உயரம் மிக முக்கியமானது. ஏனெனில் அது உருக்கும் வலயத்தின் (melting zone) உயரத்தை கணிக்கிறது. கரிப்படு கையின் உயரம் தேவைக்குமேல் இருந்தால், வெப்பம் அதிகமாகி, உலோகம் அதிகமாகத் தீயகப்படுதலில் (oxidation) சேதமாகி விடும். கரிப்பலகையின் உயரம் தேவையான அளவு இல்லையேல், போதிய வெப்பம் கிடைக்காமல், உலோகக்குழம்பின் வெப்பநிலை குறைவாக இருக்கும். இதனால், கரிப்படுகையின் உயரத்தைத் திட்டமாகக் கவனிக்கவேண்டும், உள்ளிடும் கதவின் மூலம் ஒரு கணிக்கும் தண்டைச் (gauge bar) செலுத்திப் படுகையின் உயரத்தைக் கணக்கிடலாம்.

தீ நன்குகப் பரவி, கரிப்படுகை கனிந்த நிலையை எய்தியவுடன் தேனிரும்பையும், கழிவு இரும்புத்துண்டுகளையும் உள்ளிடலாம். பிறகு, நிறுவை அளவில் 8 அல்லது 10 பங்கு இரும்பிற்கு 1 பங்குக் கரி வீதம் மாற்றிமாற்றி, இரும்பையும் கல் கரியையும் அடுக்கடுக்காக உள்ளிடவேண்டும். இந்த விகிதம், கரியின் எரி திறனையும் (heating value) இரும்புத்துண்டுகளின் அளவினையும், உலோகக்குழம்பு சூடேற்றப்பட வேண்டிய வெப்பநிலையையும் பொறுத்துக் கணிக்கப்படுகிறது. ஒரு இரும்பு அடுக்கின் அளவு குபோலாவின் விட்டத்தையும், அந்த அளவு இரும்பு அடுக்கை

உருக்குவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தைத் தரக்கூடிய கரியின் அளவையும் பொறுத்தது. சாதாரணமாக 15 செ.மீ. உயர அடுக்குகளாகக் கரி அடுக்கப்படும். இந்த அளவு கரியின் நிறையைக் கணக்கிட்டு, இரும்பு, கரிவிகிதத்தைக் கொண்டு, ஒரு அடுக்கு இரும்பின் நிறையைக் கணக்கிடலாம். உதாரணமாக, ஒரு சிறிய குபோலாவில் 15 செ.மீ. உயர கரி அடுக்கின் நிறை 30 கி. கிராம். ஆனால், ஒரு அடுக்கிற்கு 240 கி. கி நிறையுள்ள இரும்பைக் கொட்ட வேண்டும்.

இரும்பு, கரி அடுக்குகளைத் தவிர, ஒரு இளக்கும் பொருளையும் (fluaing material) சேர்க்கவேண்டும். இரும்பிலுள்ள அழுக்குகளை நீக்குதல், இரும்பைத் தீயகட்படுதலிலிருந்து தடுத்தல், கசடை மிக்க, பாய்மம் (fluid) ஆக்கி, அதனை, நீக்குவதை எளிதாக்குதல் ஆகியவை இளக்கியைச் சேர்ப்பதன் நோக்கங்களாகும். சுண்ணும்புக்கல் (limestone, $CaCo_3$) முக்கியமான இளக்கும் பொருளாகும். சில சமயங்களில் சோடா உப்பையும் (soda ash, Na_2 Co_3) பயன்படுத்தலாம். ஒவ்வொரு டன் இரும்பிற்கும் சுமார் 35 கி. கி. சுண்ணும்புக்கல் தேவைப்படும். ஆனாலும், தேவையான இளக்கியின் அளவு, கரிச் சாம்பலின் அளவையும், உலோகத்தின் தூய்மைத் தரத்தையும் பொறுத்து மாறுபடும். எனவே, நடைமுறையில் அதன் சரியான அளவைக் கணித்துப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

இரும்பு, கரி, இளக்கி இவற்றை மாற்றி மாற்றி அடுக்கடுக்காகக் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில், குபோலாவின் உள்ளிடும் கதவு வரை நிரப்பியபின், முக்கால்மணி நேரம் முதல் ஒருமணி நேரம் வரை வெப்பத்தில் காய (soak) விடவேண்டும். இந்த நேரத்தில் விசைக் காற்றைப் (forced draft) பயன்படுத்தாமல் இயற்கையாகக் கிடைக்கும் காற்றோட்டத்தையே பயன்படுத்தவேண்டும். உலோகம் நன்ருகக் காய்ந்தபின், காற்றோட்டமியக்கும் பொறியை ஓடவிட்டு, வன்காற்றை (air blast) குபோலாவினுள் செலுத்த வேண்டும். வன்காற்றுச் செலுத்தத் தொடங்கிய சில நிமிடங்களிலேயே, உருகிய உலோகம் துளித்துளியாகக் கீழிறங்கி, ஒன்று சேரத் தொடங்கும். தேவையான அளவு உலோகக்குழம்பு சேரும் வரை துளையை மூடியே வைத்திருக்கவேண்டும். குபோலாவினுள், நிரப்பப்பட்ட அடுக்குகள் உலோகம் உருகுவதால் கீழிறங்கும் போது, உள்ளிடும் கதவுவரை அடுக்கடுக்காக உலோகம், கரி, இளக்கி ஆகியவற்றைக் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் சேர்த்துக் கொண்டே இருக்கவேண்டும்.

உலோகக்குழம்பு ஓரளவு சேர்ந்தவுடன், துளையைத் திறந்து, உலோகக்குழம்பை வெளியேற்றி ஒரு வாளியில் (ladle) விழும்படி செய்யவேண்டும். வாளி நிரம்பியவுடன், ஒரு கூம்பு போன்ற களிமண் அடைப்பானுல் (conical clay plug) துவாரத்தை அடைத்து விடவேண்டும். இவ்விதம் சற்று நேரத்திற்கொருமுறை (உருகும் வேகத்தைப்பொருத்து) துளையைத் திறந்து, உலோகக் குழம்பை வெளியிலெடுக்கலாம். இதே முறையை, உள்ளேயிடப் பட்ட உலோகமனைத்தும் உருகி வெளியேறும்வரை கடைப்பிடிக் கலாம். அதே நேரத்தில் இளக்கியுடன் சேர்ந்த கசடு திரவமாக உலோகக் குழம்பின்மேல் மிதந்து கொண்டிருக்கும். குபோலா வின் பின்புறமுள்ள கசடு துளையின் வழியாக அதனைத் தொடர்ச்சி யாக வெளியேற்றலாம்.

உருகும் வேலை முடிந்தபின், வன்காற்றை மூடிவிட்டு, அடிக் கதவுகளைத் தாங்கிக்கொண்டிருக்கும் தண்டைத் தட்டிவிடவேண் டும். இதனுல், குபோலாவில் எஞ்சி உள்ள எல்லாப் பொருட் களும் கீழே விழுந்துவிடும். அவ்வாறு கீழே விழுந்த சூடேறிய இரும்பு, கசடு, கரி இவற்றை எவ்விதக் காலத்தாழ்வுமின்றி தண்ணீர் ஊற்றி அணைத்துக் குபோலாவின் அருகிலிருந்து அகற்றி விடவேண்டும். இல்லையேல் சூடான பொருட்களால் குபோலா வின் கால்களுக்கு ஊறு விளையலாம்.

காற்றின் அளவு : இரும்பை உருக்கத் தேவைப்படும் காற்றின் அளவு கரியின் தரத்தையும், கரி : இரும்பு விகிதத்தையும் பொறுத்தது. கருத்தியல்படி (theoretically) தேவையான குறைந்த அளவு காற்றைக் கணிக்க முடியும். அதாவது, காற்றி லுள்ள பிராணவாயு, கரியிலுள்ள கார்பனுடன் முற்றிலும் எதிர்ச்செயலில் ஈடுபடுவதாக வைத்துக்கொண்டால், ஒரு கிலோ கிராம். கார்பனுக்கு $16°$ செ. வெப்ப நிலையில், 1.03 கிலோ கிராம் 1 சதுர செ.மீ. காற்று அழுத்தத்தில் 7 கன மீட்டர் காற்று தேவைப்படும். காற்று அழுத்தமும், வெப்ப நிலையும் மாறுபட் டால், அதற்குத் தகுந்தாற்போல் காற்றின் கன அளவும் வேறு படும். கரியில் கார்பன் தவிர, சாம்பலும் இருக்குமாதலால், மேற் கூறிய அளவிற்குச் சற்றுக் குறைவாகவே காற்றுத் தேவைப்படும். அதாவது சுமார் 3 கனமீட்டர் எனக் கொள்ளலாம். இரும்பு : கரி விகிதம் 10 : 1 என வைத்துக்கொண்டால் 1 டன் இரும்பை உருக்க, 200 கிலோ கிராம் கரி வேண்டும். எனவே 1 டன் இரும்பை உருக்க சுமார் $200 \times 3 = 600$ கன மீட்டர் காற்று தேவைப்படுகிறது. ஆனுல் செலுத்தப்படும் காற்றிலுள்ள பிராண வாயு முழுவதும் கரியை எரிக்கப் பயன்படுத்தப்படவேண்டும் என்பது நடைமுறையில் (practically) நடக்காத ஒன்று. எனவே

மேலே கணிக்கப்பட்ட அளவிற்குச் சற்று அதிகமாகவே காற்றுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அதனை சுமார் 1 டன் இரும்பிற்கு 850 கன. மீ. என்று கொண்டு காற்று ஊதியின் சக்தி கணக்கிடப் படுகிறது.

குபோலா இயக்கத்திற்குக் கட்டாய இடப்பெயர்ச்சி வகை (positive-displacement type) காற்று ஊதியே மிகவும் பொருத்த மானது. ஏனென்றால் அது, உலையினுள் எந்தவித நிலையிருந் தாலும்-உள்ளிடப்பட்ட பொருட்கள் அதிகமாயிருந்தாலும் குறை வாயிருந்தாலும் ஒரே அளவு காற்றை உள்ளே செலுத்துகிறது. காற்றின் அளவை மாற்ற வேண்டுமானால், ஊதியின் வேகத்தை மாற்றினால் போதுமானது. மையவிலக்குக் காற்றூதிகள் (centrifugal blower) அளிக்கும் காற்றின் அளவு குபோலாவின் உள்ளே நிலவும் நிலையினைப் பொறுத்து மாறுபடும். இவ்வகை ஊதியைப் பயன்படுத்தினால், காற்றின் அளவைக் கட்டுப்படுத்த, வன்காற்று செல்லும் குழாயில் ஒரு வால்வு இணைத்து, அதைப் பயன்படுத்தலாம்.

கரியமில வாயுவைக் குறைத்தல் (Reduction of carbon-di-oxide): கனற்சி வலயத்திலிருந்து (combustion zone) மேலே கிளம்பும் வெப்ப வாயுக்கள், முக்கியமாக நைட்ரஜன், கரியமில வாயு ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும். கனற்சி வலயத்திற்கு மேல் இருக்கும் கரிப்படுகை, 'குறைப்பு வலயம்' (reducing zone) எனப்படும். இவ்வலயம், அதன்மேலுள்ள உலோகம், தீயகப் படுதலில் கலக்காமல் தடுக்கவும், உலோகக்குழம்பு அதன் வழி யாகக் கீழிறங்கும்போது அதிக வெப்பமேற்றவும் உதவுகிறது. வெப்பமான கரியமிலவாயு இவ்வலயத்திலுள்ள வெப்பமேறிய கரியின் ஊடே செல்லும்போது எதிர்ச் செயலினால் கார்பன்-மோனாக்சைடாக மாறுகிறது.

$$[Co_2 + C \rightarrow 2Co + heat]$$

கார்பன்–டை ஆக்ஸைடு + கரி → கார்பன் மோனாக்சைடு + வெப்பம்.

வெப்ப வாயுக்கள் குபோலாவைவிட்டு வெளியேறும்போது 12 சதம் கரியமிலவாயுவும், 12 சதம் கார்பன் மோனாக்சைடும், 76 சதம் நைட்ரஜனும் கொண்டதாக இருக்கும். குபோலா, நல்ல நிலையில் இயங்கும்போது வெளிவரும் வாயுக்களில், கரியமிலவாயுவும், கார்பன்மோனாக்சைடும் சம அளவில் இருக் கும் என்பது பட்டறிவால் அறியப்படுகிறது. எனவே, வெளி யேறும் வாயுக்களின் விகிதங்களைச் சோதித்து, குபோலாவினுள் உள்ள எரிநிலையை அறியலாம்.

உலோகத் தரக்கட்டுப்பாடு (Quality control of metal) : உலோகக்குழம்பிற்கும், கரிக்கும் உள்ள நெருங்கிய தொடர்பால், சிறிது கார்பன், இரும்பினுள் உட்கவர்ந்து (absorption) கொள்ளப்படுகிறது. உள்ளிடப்படும் இரும்பு, உலோகத்தின் கார்பன் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம் குபோலாவில் தயாராகும் வார்ப்பிரும்பின் கார்பன் அளவை ஓரளவு முன் கணிக்கலாம். சரியான அளவு எஃகை உள்ளிடும் பொருட்களில் சேர்ப்பதன் மூலம் வார்ப்பிரும்பின் கார்பன் அளவைக் குறைக்கலாம். அவ்விதமே, சிலிகான் (silicon) மங்கனீசு (manganese) போன்ற மற்றத் தனிமங்களின் (elements) அளவையும்—உள்ளிடும் பொருட்களில் அவற்றின் அளவையும், தீயகப்படுதலில் அவற்றிற்கு ஏற்படக்கூடிய சேதத்தையும் அறிந்து கணக்கிடலாம்

குபோலா இயங்குதிறம் (Cupola Efficiency) : முன் கூறியபடி குபோலா மிகவும் சிக்கனமானது. உருக்குவதற்கு ஆகும் செலவு, மற்ற உலைகளை விடக் குறைவானது. இதன் முக்கியமான குறை என்னவென்றால், உலோகக் கலவைப் பொருட்களின் அளவைத் துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்துதல் கடினம். குபோலாவின் இயங்கு திறன், அதன் உருக்கு திறனால் (melting efficiency) தெளிவு படுத்தப்படுகிறது.

$$\text{உருக்கு திறன்} = \frac{\text{உருக்குவதற்கும் மிகு சூடேற்றுவதற்கும் பயன்படும் வெப்பம்} \times 100}{\text{கரி தரும் வெப்பம்} + \text{பிராணவாயுவுடன் இரும்பு, சிலிகான், மங்கனீசு கிரியை புரிவதால் ஏற்படும் வெப்பம்} + \text{வன்காற்றிலுள்ள வெப்பம்.}}$$

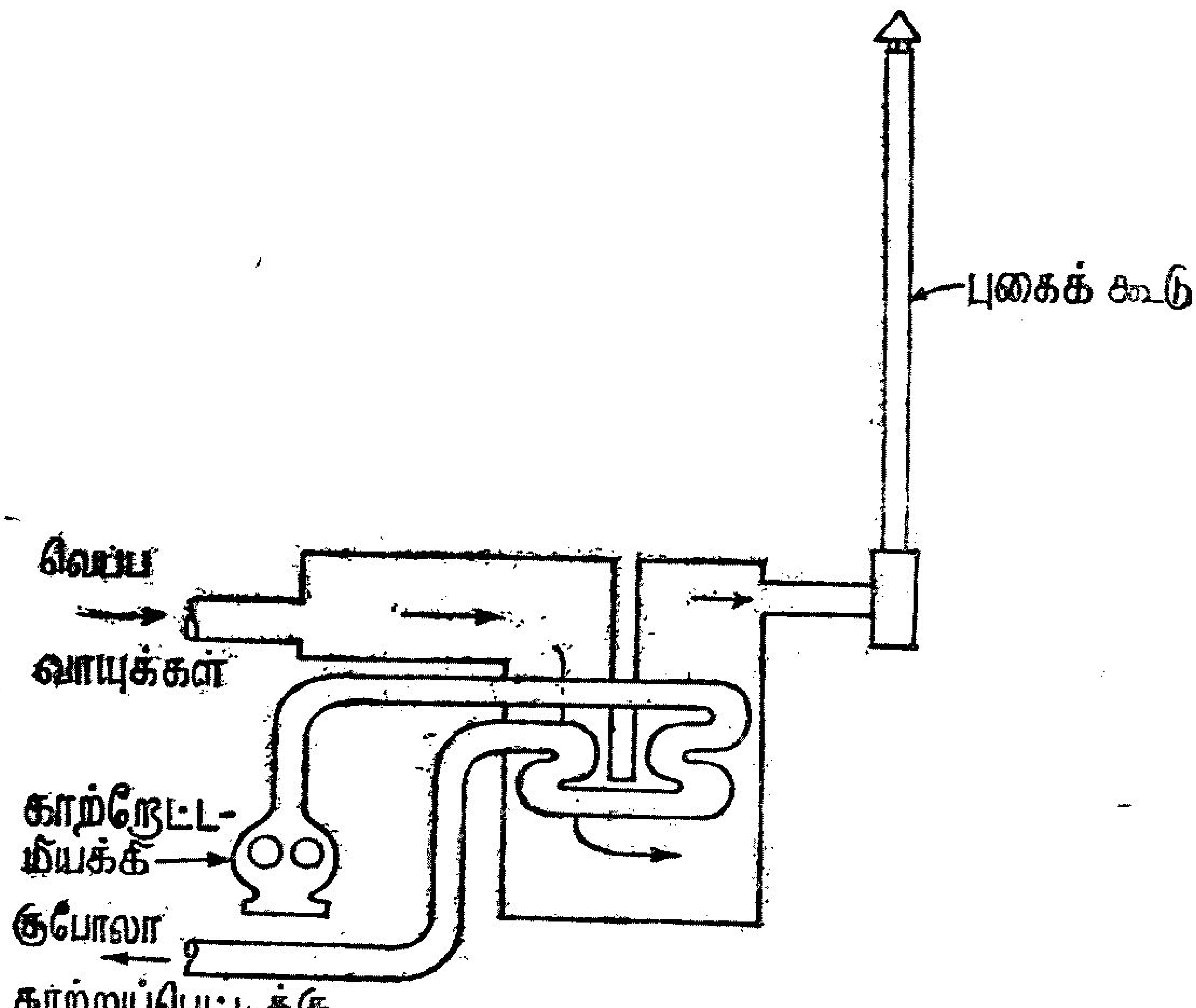
$$[\text{Melting Efficiency} = \frac{\text{Heat used in melting and super heat metal} \times 100}{\text{potention heat in coke} + \text{heat from oxidation of iron, silicon and manganese} + \text{heat from air blast.}}$$

குபோலா இங்கு திறன் 30 முதல் 50 சதம் இருக்கும். இந்த அளவு உயர்ந்த திறன், வெப்ப வாயுக்களினால் உலோகம் சூடேற்றப்படுவதாலும், உலோகமும் எரிபொருளும் அருகருகே இருப்பதாலும் கிடைக்கிறது.

வெப்ப வன்காற்று குபோலா (Hot blast cupola) : குபோலாவினுள் செலுத்தப்படும் வன்காற்று முன்னதாகவே சூடேற்றப்

பட்டால், குபோலாவின் எரிதிறன் மிகவும் உயர்கிறது. 20 முதல் 25 சதம் வரை கரி மிச்சமாகிறது. சிலிகான், மங்கனீசு, இரும்பு ஆகியவை பிராணவாயு கிரியையினுல் சேதம் அடைவது குறைக்கப்படுகிறது. மேலும் இளக்கியின் அளவையும் குறைக்க லாம்.

இருவிதங்களில் வன்காற்று சூடேற்றப்படுகிறது. முதன் முறையில், குபோலா இயங்கும்போது உண்டாகும் சூடான வாயுக்கள் உள்ளிடும் கதவிற்குச் சற்று கீழே, குபோலாவிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்டுத் தனியாக ஒரு அறையினுள் செலுத்தப் படும் (படம் 7–5). அந்த அறையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்



படம் 7–5. வன்காற்றை சூடேற்றுதல்.

வளைந்த குழாய்கள் மூலம் வன்காற்று செலுத்தப்படும்போது சூடேறும். மற்றொரு முறையில், தனியாக ஒரு உலை அமைத்து காற்றைச் சூடேற்றிக் குபோலாவிற்கு அனுப்பலாம். இதனுல் குபோலாவை இயக்க ஆரம்பிக்கும்போதே சூடேறிய காற்று கிடைக்கும்.

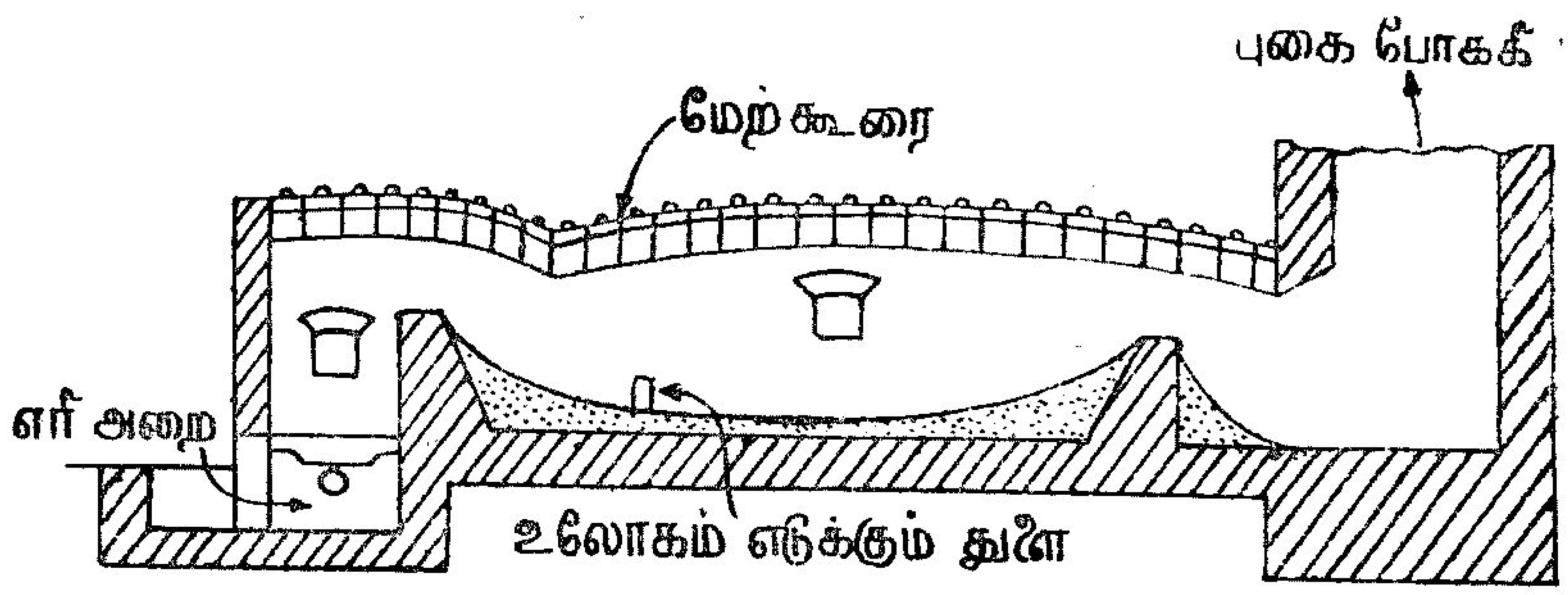
இம்முறைகளில் அதிகப்படியான கருவிகளை நிறுவும் செலவு அதிகமாகும். எனவே அதிகநேரம் செயல்படக்கூடிய பெரிய குபோலாக்களுக்கு மட்டுமே இம்முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

நிறைகளும் வரையறைகளும் : குபோலா விரிவான அளவில், பல ஆண்டுகள் பயன்படுத்தப்படுவதற்கு முக்கியக் காரணங்கள், அதன் எளிமையான அமைப்பும் இயக்குவதில் ஏற்படும் சிக்கனமும் ஆகும். அது, அதிக வேகத்தில் தொடர்ச்சியாக இரும்பை உருக்குகிறது. அதற்குத் தேவைப்படும் பராமரிப்பும் குறைந்த அளவேயாகும்.

ஆனாலும், உலோகம் எரிபொருளுடன் கலந்திருப்பதால் சில அழுக்குகள் உலோகத்துடன் சேர்ந்துவிடலாம். சில தனிமங்கள் நீக்கப்படலாம். இதனால் உலோகத்தின் இறுதிக் கலவை மாறுபாடு அடையலாம். மேலும் வெப்பநிலையைச் சரியாகக் கட்டுப்படுத்துதல் கடினமானது.

7–4 காற்று உலை (Air Furnace)

காற்று உலை, மெதுமை வார்ப்பிரும்பு (malleable cast iron) உருவாக்கப்படுகிறது. அதன் சுவர்கள் அமிலத் தன்மையுள்ள கற்களால் பூச்சு செய்யப்பட்டிருக்கும். ஒரு முனையில் எரிப்பானும், மறுமுனையில் வாயுக்கள் வெளிச் செல்லப் புகை போக்கியும் அமைந்திருக்கும் (படம் 7–6). இரும்பும் இளக்கியும் மேற்



படம் 7–6. காற்று உலை.

கூறையில் உள்ள கதவுகள் வழியே உள்ளிடப்படுகின்றன. அதன் அளவு 20 முதல் 40 டன் வரை உருக்கும்படியாக இருக்கும். சாதாரணமாகக் கரித்தூள் (pulteriged coal) அல்லது உலை எண்ணெய் (Furnace oil) எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எரிப்பானிலிருந்து வெளிப்படும் சுடர் தீயகப்படுதலுடன் (அதிகம் பிராண வாயு உடையாதாய்) இருக்க வேண்டும். அதனால், கார்பன், சிலிகான், மங்கனீசு ஆகியவை உலோகக்குழம்பிலிருந்து தீயகப்படுதல் மூலம் நீக்கப்பட்டுவிடும். அமிலத்தன்மையுடைய கசடு, உலோகத்திற்கு சுடரின் நேரடித் தொடர்பிலிருந்து பாதுகாப்பளிக்கும். உருக்கும் போது, உலோகக்குழம்பிலிருந்து

சிறிதளவு வெளியிலெடுத்து, பகுப்பாய்ந்து (analyse), தேவை யான சேர்க்கைகளைச் சேர்த்து, திரவ உலோகத்தின், இரசாயனக் கூட்டுகளின் (chemical composition) அளவை-முக்கியமாகக் கார்பனின் அளவைத் துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்தலாம். குபோலாவுடன் ஒப்பிடுகையில் இக்கட்டுப்பாடு காற்று உலையின் முக்கியச் சிறப்பாகும். ஆனால், முதல் விலையும், இயக்கும் செலவும் குபோலாவைவிட அதிகமானதால், மெதுமை வார்ப் பிரும்பு உருவாக்க மட்டுமே காற்று உலை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

7–5 எஃகு உருக்குதல் (Steel Melting)

எஃகு தயாரிப்பதற்கு, ''திறந்த அடுப்பு உலை'' (open hearth furnace) மின் உலைகள் (Electric furnace), மாற்றிகள் (converters) ஆகியவை பயன்படுகின்றன. தவிரவும், ஒவ்வொரு உலை யுடனும் அமிலமுறை அல்லது காரமுறையை நாம் தேர்ந்தெடுக் கலாம். உலைக்குப் பூச்சாகப் பயன்படும் வெப்பந்தாங்கும் பொருளின் வகையையும் கசடின் வகையையும் பொறுத்து அமில முறை அல்லது காரமுறை எனப் பாகுபாடு செய்யப்படுகிறது. அமில முறையில், இயக்கப்படும் உலைகளில் சிலிகாவைக்கொண்ட (SiO_2) வெப்பந்தாங்கும் பொருள் பூச்சுக்குப் பயன்படுத்தப் பட்டிருக்கும். மேலும் கசடு அதிக சிலிகாவைக் கொண்டதா யிருக்கும். காரமுறை உலைகளில், பூச்சு, மாக்னசைட் (magnasite, $MgCO_3$) அல்லது டாலமைட் (Dolomite) அடிப்படை உள்ள பொருட்களால் பரவப்பட்டதாயும், கசடு அதிக சுண்ணும்பு (CaO) உடையதாயும் இருக்கும்.

பாஸ்பரம் (phosphorus) அல்லது கந்தகம் (Sulphur) ஆகிய அழுக்குகளை அமில முறையில் நீக்கமுடியாது. எனவே இம்முறை யில் பயன்படுத்தப்படும் கழிவு இரும்புத் துண்டுகள் (Iron scrap) நல்ல தரமுள்ளதாக (good grade) - பாஸ்பரம், கந்தகம் மிகக் குறைந்த அளவில் உள்ளவையாக-இருக்கவேண்டும். ஆனால், தூய்மைப்படுத்தும் காரமுறையில், பாஸ்பரம், கந்தகம் இவற்றை நீக்க முடியும்.

உலையையும், உருக்கும் முறையையும் தேர்ந்தெடுக்கும்போது கவனிக்க வேண்டியவை :

1. தேவையான மொத்த எஃகுக் குழம்பின் அளவு (Tonnage required).

2. வார்ப்படங்களின் அளவு.

3. எஃகின் வகை (தனி அல்லது கலப்பு எஃகு, அதிக அல்லது குறைந்த கார்பன் உடைய எஃகு போன்ற, வகைகள்).

4. எளிதில் கிடைக்கக்கூடிய மூலப்பொருட்களும், அவற்றின் விலைகளும்.

5. எரிபொருள் அல்லது மின்சாரத்திற்கு ஆகக்கூடிய செலவு.

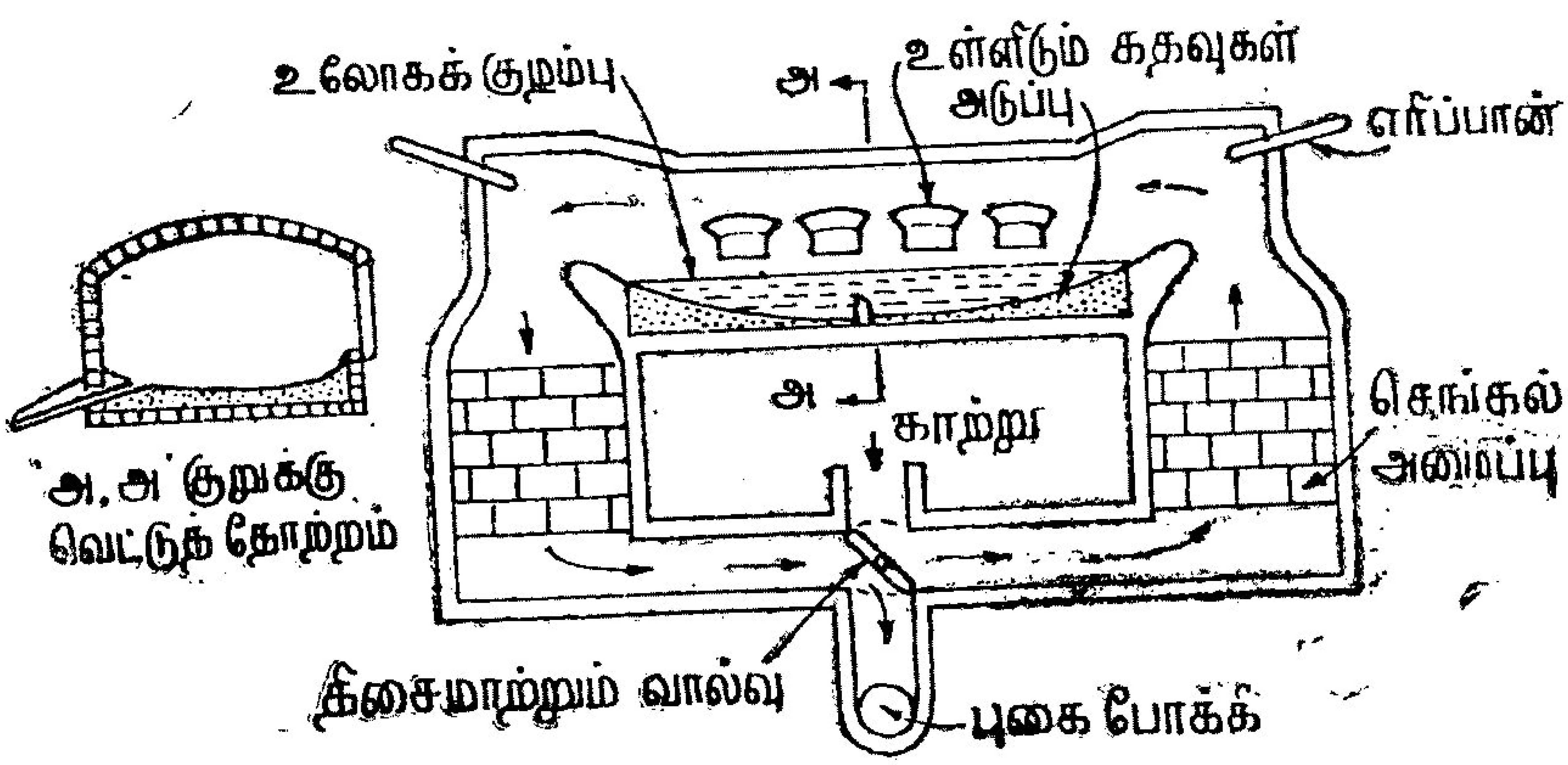
6. ஈடுபடுத்தப்படவேண்டிய முதல் தொகை.

7. முன் அனுபவம்.

பொதுவாக நோக்கின், அதிக அளவு எஃகு தேவைப்படும் தொழிற்கூடங்களுக்கும், பெரிய வார்ப்படங்கள் உருவாக்குதலுக்கும், திறந்த அடுப்பு உலையைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். சிறிய அளவு கூடத்திற்கும், பல்வேறு வகைப்பட்ட எஃகு உருவாக்கவும் மின் உலையைத் தேர்வு செய்யலாம். தனித்தன்மை (special) வாய்ந்த எஃகு அல்லது அதிகக் கலப்பு உலோக எஃகு (high alloy steel), முக்கியமாகத் 'தூண்டு மின் உலை'யில் (induction furnace) உருவாக்கப்படுகின்றது. 'மாற்றி உலை' (converter) இடவசதி) குறைவாயுள்ள தொழிற்கூடங்களிலும் ஓரளவு தொடர்ச்சியாக உலோகக்குழம்பு தேவைப்படும்போது பயன்படுகின்றது.

7–6. திறந்த அடுப்பு உலை (Open Hearth Furnace)

இவ்வுலை, ஒரு நீண்ட குழிவான 'அடுப்பு', என்று குறிக்கப்படும் பாகத்தை உடையது (படம் 7–7), கையாளப்படும்.



படம் 7–7. திறந்த அடுப்பு உலை.

முறையைப் பொறுத்து, அடுப்பின் பூச்சு, சிலிகா செங்கல் அல்லது டாலமைட் செங்கற்களால் ஆனதாக இருக்கலாம். உலையின் முன்பக்கம் பல உள்ளிடும் கதவுகள் உண்டு. அதற்கு எதிர்ப்பக்கத்தில் உருகிய உலோகத்தை வெளியிலெடுக்க மூக்குகள் (spouts) உண்டு. உலையின் கூரையும், சுவர்களும் இதேபோன்று

வெப்பந்தாங்கும் செங்கற்களால் பூசப்பட்டிருக்கின்றன. கூரையிலிருந்தும், சுவர்களிலிருந்தும் வெப்பம் எதிரளிக்கப்படுவதால் (reflection) உலோகத்திற்கு ஏராளமான வெப்பம் கிடைக்கிறது.

எஃகு உருகுவதற்கு வேண்டிய வெப்பம்–வாயு அல்லது திரவ எரிபொருளை அடுப்பில் எரிப்பதால் கிடைக்கிறது. எரிவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் காற்று, முன்பே சூடேற்றப்பட்டால் தான், உலைக்குத் தேவைப்படும் அதிக வெப்பநிலையை அடையும், காற்றை இவ்விதம் சூடேற்றுவதற்கு அதனை ஒரு செங்கல் அமைப்பினுள் (brick checker work) கடந்து போகச் செய்யலாம். இச் செங்கல் அமைப்பு வெளியே செல்லும் வெப்ப வாயுக்களால் ஏற்கெனவே சூடேற்றப்பட்டு இருக்கும். சாதாரணமாக, இரு செங்கல் அமைப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு அமைப்பின் வழியாகக் காற்று கடந்துசென்று சூடேறிக் கொண்டிருக்கும் போது, மற்றொரு அமைப்பு, வெப்ப வாயுக்களினால் சூடேற்றப் பட்டுக்கொண்டிருக்கும். காற்றையும், வாயுக்களையும், பதினைந்து நிமிடங்களுக் கொருமுறை, திசைமாற்றி, இரு அமைப்புகள் வழியாகவும் அனுப்புவதால்,முன் சூடேற்றப்பட்ட காற்று:, தொடர்ச்சியாகக் கிடைத்துக் கொண்டேயிருக்கும். இவ்விதம் சூடேறிய காற்று, திரவ அல்லது வாயு எரிபொருட்கள் நன்கு எரிவதற்குத் துணைபுரிவதுடன், எரிபொருள் எரிவதால் ஏற்படும் வெப்பத்தைச் சுமந்துசென்று, உலோகத்தையும், உலையின் சுவர்கள் கூரை ஆகியவற்றையும் சூடாக்குகிறது.

திரவ எரிபொருளைப் பயன்படுத்துவதானால் அதனையும் முன்னதாகவே சூடேற்றிப் பின் எரிக்கவேண்டும். திரவ எரிபொருளினால் உண்டாகும் வாயுக்கள், வாயு எரிபொருளினால் உண்டாகும் வாயுக்களைவிடத் தீயகப்படுதல் அதிகம் உடையதாக இருக்கும். எஃகின் கலப்புப் பொருட்களின் அளவைக் கணக்கிடும்போது இதனைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

தேனிரும்பு, கழிவு இரும்புத்துண்டுகள், இரும்புக் கனிப் பொருள் (iron ore) சுண்ணும்புக்கல் ஆகியவை உள்ளிடப்படும் பொருட்களாகும். காரமுறையில் பயன்படுத்தப்படும் தேனிரும்பு, 1.5 முதல் 2.0 சதம் மங்கனீசு, 1.25 சதம் அதிக பட்ச சிலிகான் 0.06 சதம் அதிக பட்ச கந்தகம், 0.35 சதம் அதிக பட்ச பாஸ்பரம் கொண்டிருக்கும். மங்கனீசு, கந்தகத்தின் அளவை குறைக்க உதவும். அமிலத்தன்மையுடைய சிலிகான் அதிக அளவு சுண்ணும்புக்கல்லுடன் கிரியை புரியுமாதலால், அது குறைந்த அளவே இருக்கவேண்டும். பாஸ்பரம் கிரியையினுல் 0.35 சதத்திலிருந்து ·04 சதத்திற்கு குறைக்கப்பட்டுவிடும். உருகும்போது

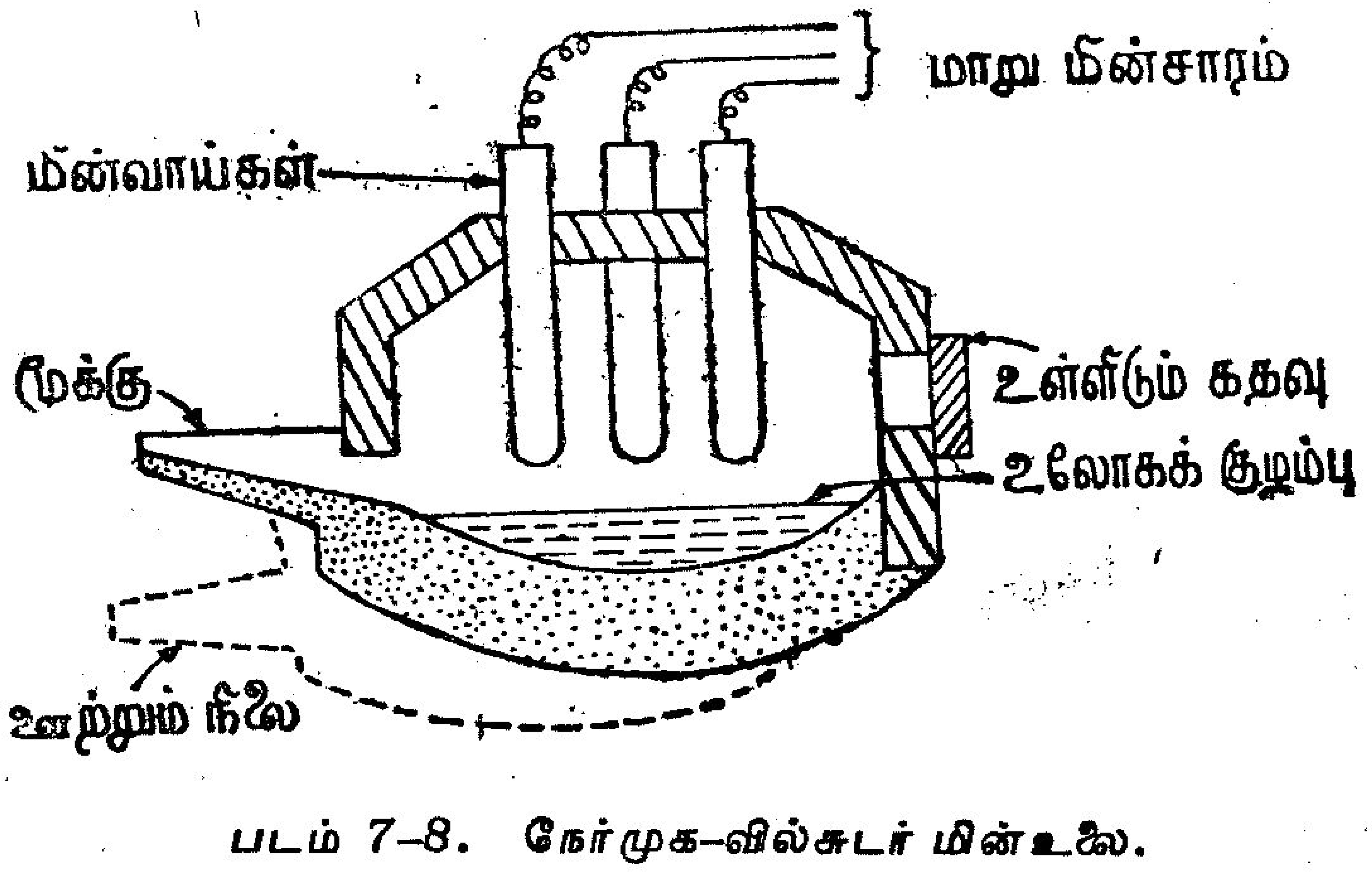
மங்கனீசின் அளவில் பெரும் பகுதியும், அநேகமாக எல்லாச் சிலிகானும் பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து ஆக்சைடுகளாக மாறி, சுண்ணும்புக்கல்லுடன் சேர்ந்து கசடாகி, உலோகக்குழம்பின் மேல் மிதக்கும். கார்பன் 1·75 சதம் அளவிலிருந்து தேவையான அளவிற்குக் குறைந்துவிடும்.

அமில முறையில் 0.6% முதல் 1% வரை சிலிகான், 0.4 முதல் 1.75% வரை மங்கனீசு, அதிகபட்சம் 0.04% கந்தகமும், பாஸ்வரமும் உள்ள இரும்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இரும்பு நன்கு உருகியபின், சிறிதளவு எடுத்துச் சோதித்துப் பார்க்கவேண்டும். கார்பன் உட்பட எல்லாத் தனிமங்களும் சரியான அளவு இருந்தால், உடனே தீயகப்படுதலை நிறுத்தும் பொருட்களாகிய பெஃரோ சிலிகான் (ferro silicon) பெஃரோ மாங்கனீசு (ferro manganese) சிலிகோ மாங்கனீசு (silico manganese) ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்றைச் சேர்த்து மேற்கொண்டு எதிர்ச் செயல்கள் தொடருவதைத் தவிர்க்கவேண்டும். பின்பு, எஃகுக் குழம்பை வெளியே எடுக்கலாம்.

7–7 மின் உலைகள்

நல்ல தரமுள்ள கார்பன்-எஃகு உருவாக்குவதற்கும், பல வகைப்பட்ட கலப்பு உலோக எஃகு உருவாக்கவும் 'நேர்முக-வில் சுடர் மின்உலை' (direct–arc electric furnace) பயன்படுகிறது. தனித்தன்மை வாய்ந்த, சிறந்த தரமுள்ள எஃகு உருவாக்க, 'அதிக அதிர்வெண் மின் தூண்டல் உலை' (high frequency induction furnace) பயன்படுகிறது.



படம் 7–8. நேர்முக-வில்சுடர் மின்உலை.

நேர்முக–வில்சுடர் மின்உலை (Direct-arc electric furnace) : உலையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் (படம் 7-8)-ல் காட்டப்

பட்டுள்ளது. மூலப்பொருட்களை உள்ளிட, கூரையை, உலையை விட்டு மேலே தூக்கிவிடலாம். உள்ளிடும் பொருள், முக்கியமாக கழிவு எஃகுத் துண்டுகளாக (steel scraps) இருக்கும். கூரை வழியாக மூன்று பெரிய கார்பன் அல்லது கிராபைஃட் மின் வாய்கள் நுழைக்கப்பட்டிருக்கும். அவை 3-கட்ட (3 phase) மின்னோட்டத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். வில்சுடர், மின் வாய்களுக்கும், உள்ளிடப்பட்ட உலோகப் பொருட்களுக்கும் இடையே உண்டாக்கப்படுகிறது. மின் வில்சுடரால் ஏற்படும் வெப்பம் உலோகத்தை உருக்கப் பயன்படுகிறது. மின்வாய்களுக்கும், உலோகப் பொருளுக்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளியைக் கட்டுப்படுத்தி, வெப்ப அளவைக் கட்டுப்படுத்தலாம். செலுத்தப் படும் மின்சாரத்தின் அழுத்தம் (voltage) குறைவாகவும், மின்னோட்டம் (current) அதிகமாகவும் இருக்கும். மின்னோட்டம் ஏதாவதொரு மின்வாய் வழியாக, உலோகப் பொருளினுள் பாய்ந்து, அதிலிருந்து வேறொரு மின்வாய் வழியாக ஓடும். மூன்று மின் வில்சுடர்களும் தரும் வெப்பத்தால் வெப்பநிலை 6000° செ.கி. வரை உயரும். இதனால், மின்வாய்களின் அடியில் உள்ள உலோகப் பொருள் உடனடியாக உருகும். உருகிய உலோகத்தின் மூலம், அருகிலுள்ள உலோகம் உருக்கப்படும். இவ்வாறே எஃகு முழுவதும் உருகியபின், உலை சற்று, கவிழ்க்கப்பட்டு, மூக்கு வழியாக, உலோகக்குழம்பு வெளியே பாயும்படி செய்யப்படும்.

அனுகூலங்கள்

1. எரிபொருள் பயன்படுத்தினால், காற்றிலுள்ள அழுக்குகள் உலோகத்தில் சேர வாய்ப்புண்டு. ஆனால், மின் வில்சுடரில் இவ்வித அழுக்குகள் சேர வாய்ப்பில்லை.

2. வெப்பத்தின் அளவை துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

3. வெப்பத்திறன் (Thermal efficiency) அதிகம் (சுமார் 70%).

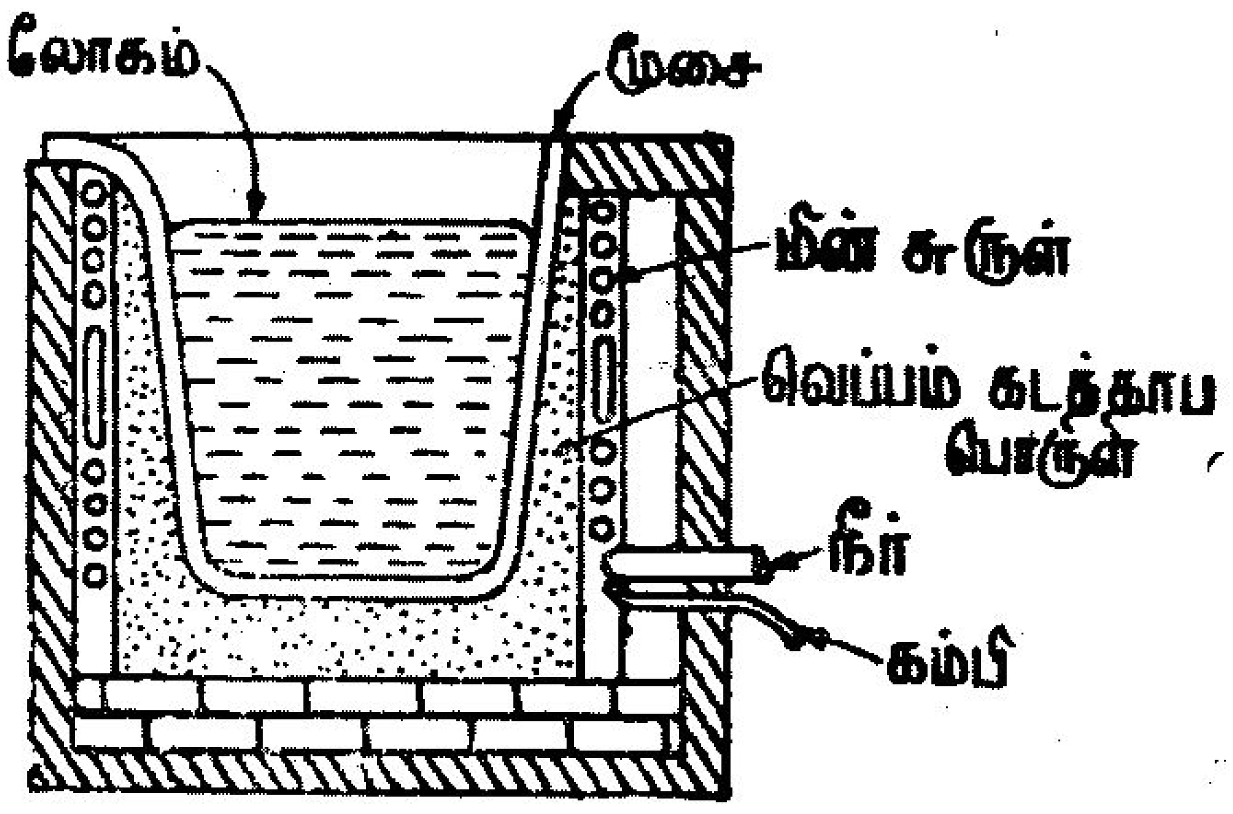
4. உருகிய உலோகத்தின் மேலுள்ள உலையின் வளியைக் (furnace atmosphere) கட்டுப்படுத்தலாம்.

5. திறந்த அடுப்பு உலையில் கையாளப்படும் முறைப்படி, தேனிரும்பு, எஃகுக் கழிவுத் துண்டுகள் ஆகியவற்றிலிருந்து மின் உலையில் எஃகுத் தயாரிக்கலாம். அல்லது எஃகுக் கழிவுத் துண்டுகளை உருக்கித் தூய்மைப்படுத்தியும், மின்உலையில் எஃகு உருவாக்கலாம்.

6. பொதுவாக, நல்ல தரமுள்ள கார்பன் எஃகும், கலப்பு உலோக எஃகும் அதிக அளவில் இவ்வுலையில் செய்யலாம்.

ஆனாலும், மின் உலையின் முதல் விலை அதிகம். சாதாரண எரிபொருளைவிட மின்சாரத்திற்கு ஆகும் செலவு அதிகமாதலால், மின் உலையை இயக்கும் செலவும் அதிகம்.

அதிக அதிர்வெண் தூண்டல் உலை (High Frequency Induction Furnace) : இவ்வுலையில், ஒரு மூசை, உருக்கப்பட வேண்டிய உலோகத்தைக் கொள்வதற்காக வைக்கப்பட்டு, கனமான மின் சுருளால் சூழப்பட்டிருக்கும் (படம் 7–9). மின் சுருள் நீரால் குளிர்விக்கப்படும் தாமிரக் குழாயால் ஆனது. உருக்கப்பட வேண்டிய பொருட்களை உள்ளே வைத்த பின், அதிக அதிர்வெண்ணுள்ள மாறு மின்சாரம் தாமிரச் சுருள் வழியே பாய்ச்சப்படுகிறது. இதனால், மூசையினுள் உள்ள உலோகப் பொருட்களில் மாறும் காந்த அலைகள் தூண்டப்பட்டு, மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு தூண்டப்படும் மின்னோட்டத்திற்கு உலோகப் பொருளால் ஏற்படுத்தப்படும் மின்தடையால் வெப்பம் உண்டாகி, உலோகம் உருகத் தொடங்கும். முழுவதும் உருகித் தேவையான வெப்ப அளவிற்கு மிகு சூடேற்றப்பட்டபின், உலோகக்குழம்பை வெளியே எடுக்கலாம். உருக்குவதற்குத் தேவைப்படும் நேரம், உலையின் அளவு, உருக்கப்படவேண்டிய பொருட்களின் நிறை, மின்சக்தி உள்ளிடு அளவு (electric power input) ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது.



படம் 7–9.
அதிக அதிர் வென்மின் தூண்டல். உலை.

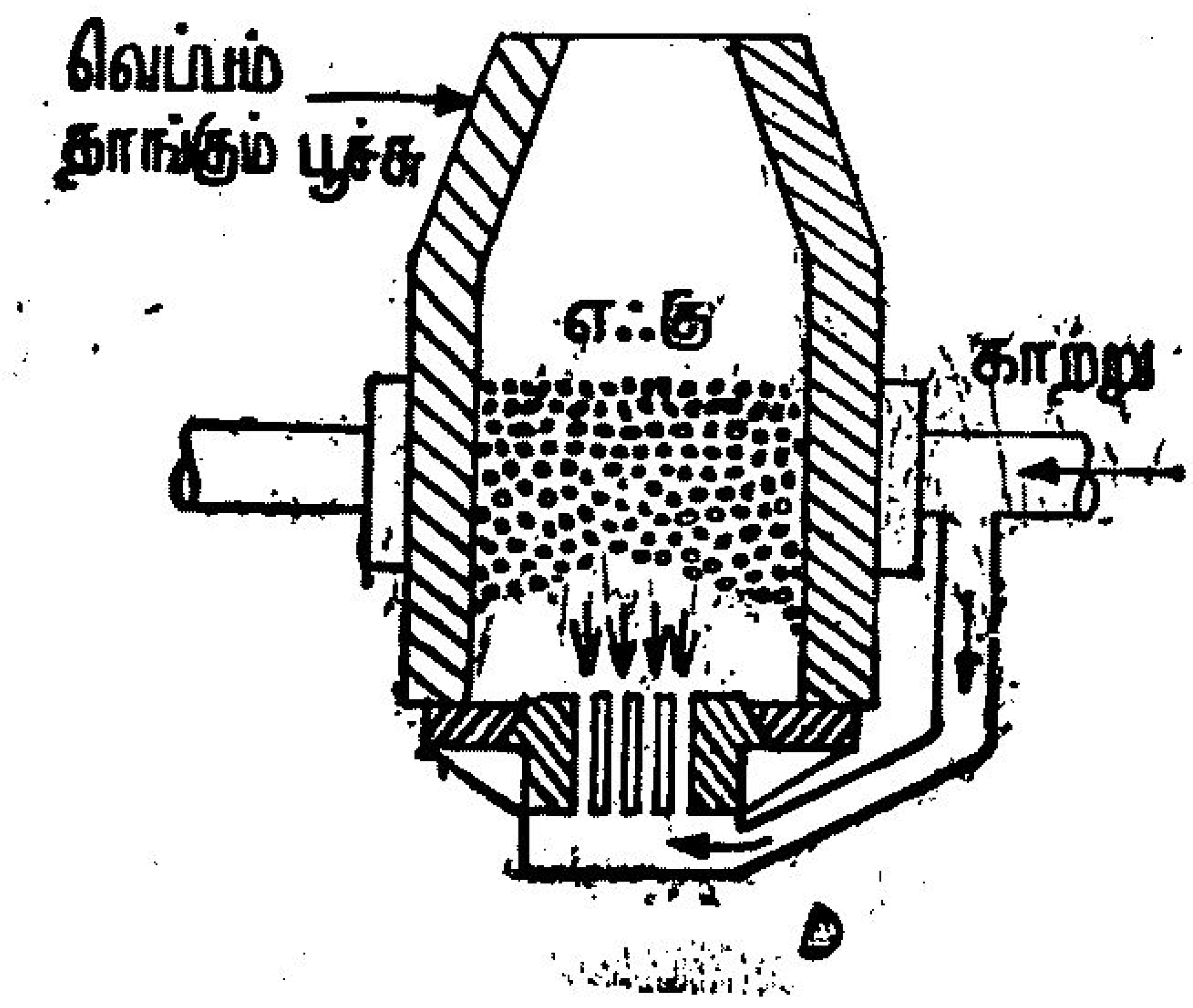
உலையின் இயக்குதிறன் 60 சதம்வரை இருக்கும். உருக்கும் வேகம் அதிகம். மின்சக்தி உள்ளிடு அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம் உருக்கும் வேகத்தை மாற்றலாம். வெளி அழுக்குகள் உலோகக் குழம்பில் கலக்க வாய்ப்பில்லை. ஆயினும், உலையின் விலை அதிகமாதலால், தனிப்பட்ட, அதிக தரமுள்ள, எஃகு ஆக்குவதற்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

7–3. மாற்றிகள் (Converters)

இவ்வகை உலைகளில், கார்பன், மங்கனீசு, சிலிகான் போன்ற அழுக்குகளையுடைய வார்ப்பிரும்பு, உருகிய நிலையில் உள்ளிடப்

பட்டு, வன்காற்றை உலோகக்குழம்பின் வழியே செலுத்துவதால் அழுக்குகள் நீக்கப்பட்டு எஃகு உருவாகிறது.

1. பெசமர் மாற்றி (Bessemer Converters) : மாற்றி, எஃகுத் தகடுகளாலான கூடு ஒன்று உடையது. (படம் 7–10-ல்) அக் கூடின் உட்புறத்தில், ஒரு வெப்பந்தாங்கும் பொருளால் பூச்சு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். உலை, செங்குத்து நிலையில் இருந்து, குறிப்பிட்ட அளவு வரை சாய்க்கப்பட்டு, உலோகக்குழம்பை உள்ளிடுவதற்கு ஏற்ப அமைக்கப்பட்டிருக்கும். கூட்டின் அடிப்புறத்தில் உள்ள பல துளைகளின் வழியாக 2 முதல் 2.5 மடங்கு வளி அழுத்தத்தில் வன்காற்று, உலோகக்குழம்பினுள் செலுத்தப்படுகிறது. அழுத்தப்பட்ட காற்றை எல்லாத் துளைகளின் வழியாகவும் சம அளவில் அனுப்பக் காற்றுப்பெட்டி ஒன்று அடிபாகத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

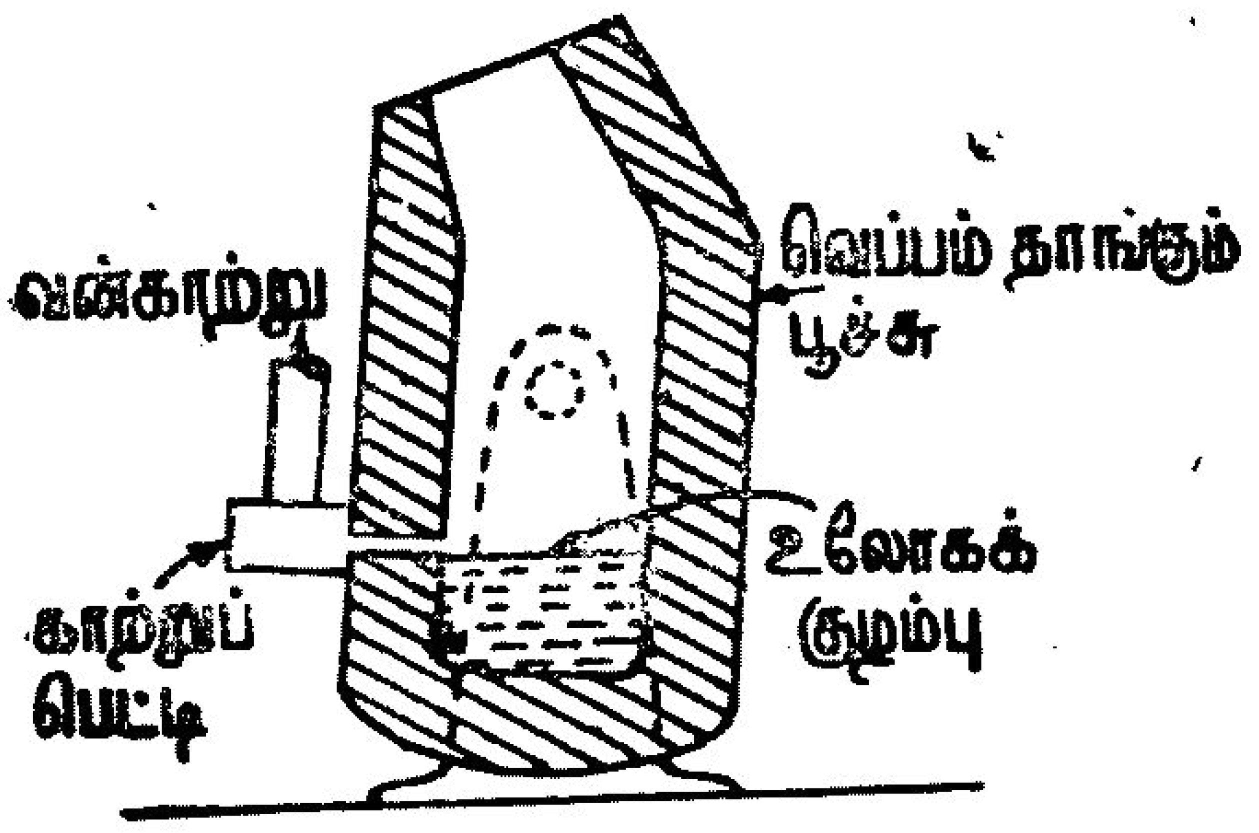


படம் 7–10. பெசமர் மாற்றி.

முதலில், கூடு சற்று சாய்க்கப்பட்டுத் திரவநிலையிலுள்ள தேனிரும்பு உள்ளே ஊற்றப்படும். இப்பொழுது, உலை, நேர் செங்குத்து நிலைக்கு உயர்த்தப்பட்டு வன்காற்று செலுத்தப்படும். வன்காற்றிலுள்ள பிராணவாயு, உலோகக்குழம்பிலுள்ள சிலிகான், மங்கனீசு, கார்பன் போன்றவற்றுடன் எதிர்ச்செயல் புரிந்து, அவற்றை ஆக்சைடுகளாக மாற்றுகிறது. இந்த எதிர்ச் செயல்களின் விளைவாக, ஏராளமான வெப்பம் வெளிப்பட்டு உலோகக்குழம்பின் வெப்பநிலையை உயர்த்துகிறது. மங்கனீசு, சிலிகான் இவற்றின் ஆக்சைடுகள் சேர்ந்து, கசடாகி, மேலே மிதக்கும். கார்பன், கார்பன்மோனாக்சைடாக மாறி, உலைக் கூட்டின், வாயலில் நீண்ட சுடராக எரியும். இச்சுடர் குறைந்தவுடன் எதிர்ச் செயல்கள் முற்றுப்பெற்றதாகக் கொள்ளலாம். பிறகு, உலை சாய்க்கப்பட்டு, உள்ளேயுள்ள எஃகுக்குழம்பு வெளியிலெடுக்கப்படுகிறது.

மாற்றிகள், 10 முதல் 40 டன் கொள்ளளவு உடையவை. அழுக்குகளை நீக்க, இவ்வுலையில் 15 நிமிடங்களே ஆகின்றன. ஒரு தடவை எஃகுக்குழம்பு வெளியிலெடுக்கப்படுவதற்குத் தேவையான முழு இயக்கத்திற்கும், 15 முதல் 30 நிமிடங்களே பிடிக்கும்.

பக்கமிருந்து ஊதும் மாற்றி (Side blow converter) : பெசமர் மாற்றியில் வன்காற்று, கீழிருந்து, அனுப்பப்படுவதால், சில சமயங்களில், 'கீழிருந்து ஊதும் மாற்றி' என வழங்கப்படுகிறது. பெசமர் மாற்றியைவிடப் பக்கமிருந்து ஊதும் மாற்றி, எஃகு செய்யும் வார்ப்படக்கூடங்களுக்கு, மிகவும் ஏற்றது. இதில் வன்காற்று, காற்றுப்பெட்டியிலிருந்து, மாற்றியின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து அனுப்பப்படுகிறது (படம் 7–11). வன்காற்று உருகிய தேனிரும்பின் புறப்பரப்பில் மோதி, தேவையற்ற பொருட்களை, பிராணவாயு கிரியை மூலம் நீக்குகிறது. வன்காற்று சதுர செ. மீ–க்கு 0.35 கி. கிராம் அழுத்தத்தில், செலுத்தப்படுகிறது. இங்கு கார்பன் பெருமளவுக்குக் கரியமிலவாயுவாக மாற்றப்பட்டு, ஏராளமான வெப்பத்தை உண்டாக்குகிறது. இதனுல், உருகிய எஃகு 1760° செ.கி. வரை வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இதனுல் மெல்லிய எஃகு வார்ப்படங்களைக்கூட வார்க்கமுடியும். பக்கமிருந்து ஊதும் மாற்றிகள் சாதாரணமாக பெசமர் மாற்றிகளைவிடச் சிறியவையாக இருக்கும். இவற்றின் கொள்ளளவு 1 முதல் 4 டன் எஃகுவாக இருக்கும்.



(படம் 7–11)
பக்கமிருந்து ஊதும் மாற்றி.

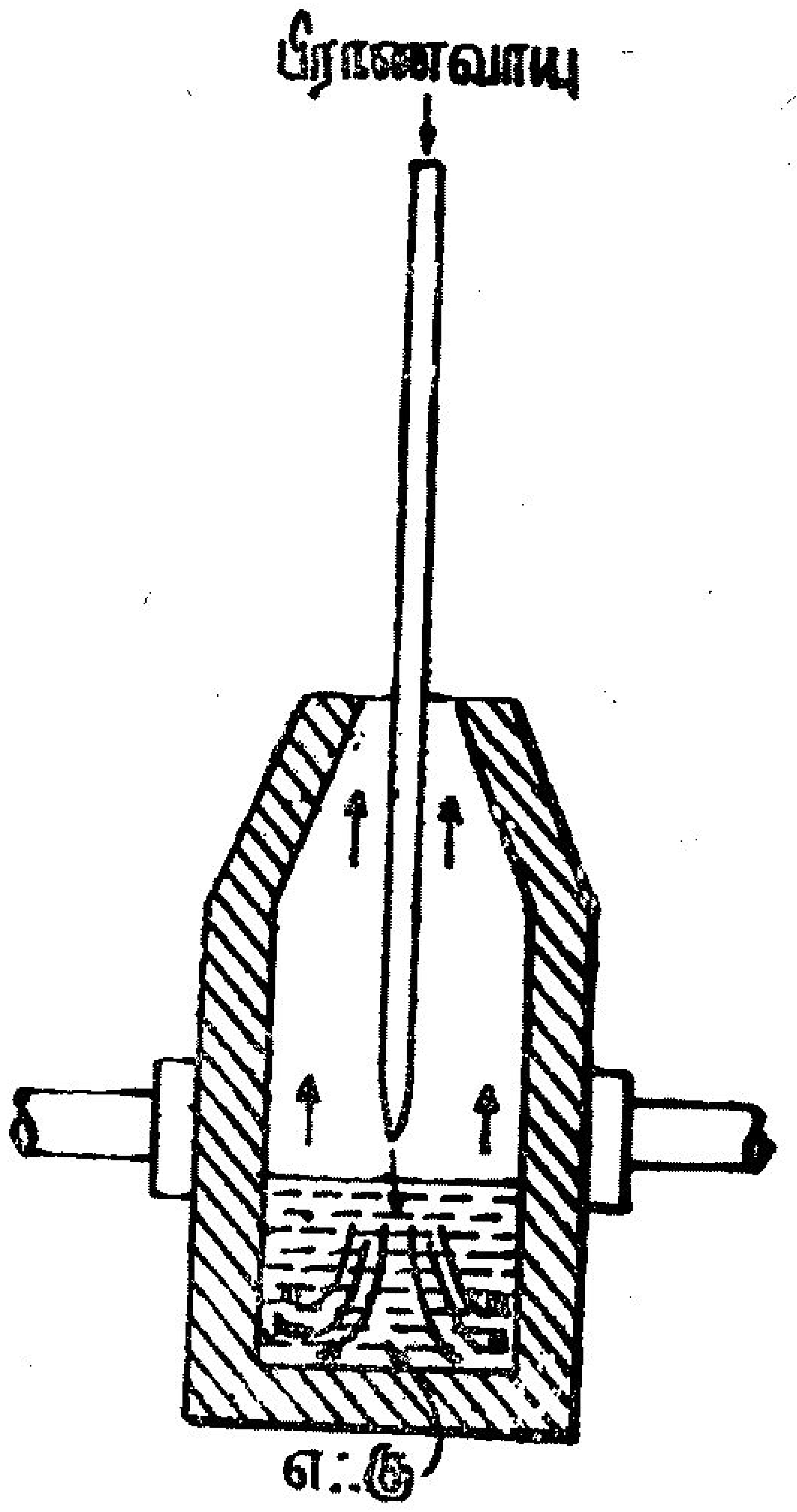
L.D. முறை அல்லது பிராணவாயு செலுத்தி முறை : (L.D. process or oxygen dance process): மாற்றியின் மேற்புறமிருந்து பிராணவாயுவைச் செலுத்தி, எஃகினைச் செய்வதே 'பிராணவாயு செலுத்தி முறையாகும். இம்முறை முதலில், லின்ட்ஸ், டானுவிட்ஸ் (Linz-Donawitz) என்ற இரு ஆஸ்திரேலிய நகரங்களில் நடைமுறைக்குச் சோதனை செய்து பார்க்கப்பட்டதால் L.D. முறை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது பெசிமர் முறையைத் திருத்தி அமைத்துக் காற்றுக்குப் பதில் பிராணவாயுவை உபயோகிக்கும் முறையாகும்.

இம்முறை, ஒரு அடிபாகம் மூடப்பட்ட மாற்றியில் நடைபெறுகின்றது (படம். 7–12). மாற்றியினுள் திரவத் தேனிரும்பு ஊற்றப்படுகின்றது. 4 முதல் 6 சதவீதம் சுண்ணும்புக்கல் சேர்த்துக் கொள்ளலாம். 99.5 சதவீத அளவு தூய பிராணவாயு, ஒரு தண்ணீரால் குளிர்விக்கப்படும் குழாய் (lance) மூலம் செலுத்தப் படுகிறது. பிராணவாயுக் குழாய் மாற்றியின் வாய் மூலம்

உலோகப் பரப்பிற்கு, 0.5 முதல் 1 மீ. தூரம் வரை இறக்கப் படுகிறது. பிராணவாயு செலுத்தப்பட்டவுடன், உலோகக் குழம்பில் உள்ள அழுக்குகள், தீயகப்படுதலினால் ஆக்சைடு களாக மாறி, சுண்ணாம்புக்கல்லுடன் சேர்ந்து, கசடாகி மேலே மிதக்கும். 18 முதல் 25 நிமிடங்கள் வரை பிராணவாயு செலுத்துதல் நீடிக்கப் படுகிறது.

மாற்றியின் வாய்வழியாக வெளிப்பக்கம் வரை நீண்டு எரியும் கார்பன் தீச்சுடர் மறைந்துவிட்டால் எதிர்ச்செயல்கள் முடிந்துவிட்டன என்று கொள்ளலாம். இப்பொழுது பிராணவாயுக் குழாயை வெளியி லெடுத்துவிடலாம். பிறகு மாற்றி யைக் கவிழ்த்து, எஃகுக் குழம்பை வாளியில் ஊற்றலாம்.

பிராணவாயு 10.5 கி.கிராம்/சதுர செ.மீ. அழுத்தத்தில் நிமிடத்திற்கு 70 கன மீட்டர் அளவுக்குச் செலுத் தப்படுகிறது. ஒரு டன் எஃகு உரு வாக்க சுமார் 70 கன மீட்டர் பிராணவாயு தேவைப்படும்.



படம் 7-12. L.D. முறை.

நிறைகள்

1. திறந்த அடுப்பு உலை அமைக்க ஆகும் செலவில் 60 சதவீதமே இவ்வுலையை அமைக்கச் செலவாகும்.

2. விரைவாக உலோகம் தூய்மைப்படுத்தப்படுகிறது.

3. பலவித வகையான எஃகு உருவாக்க முடியும்.

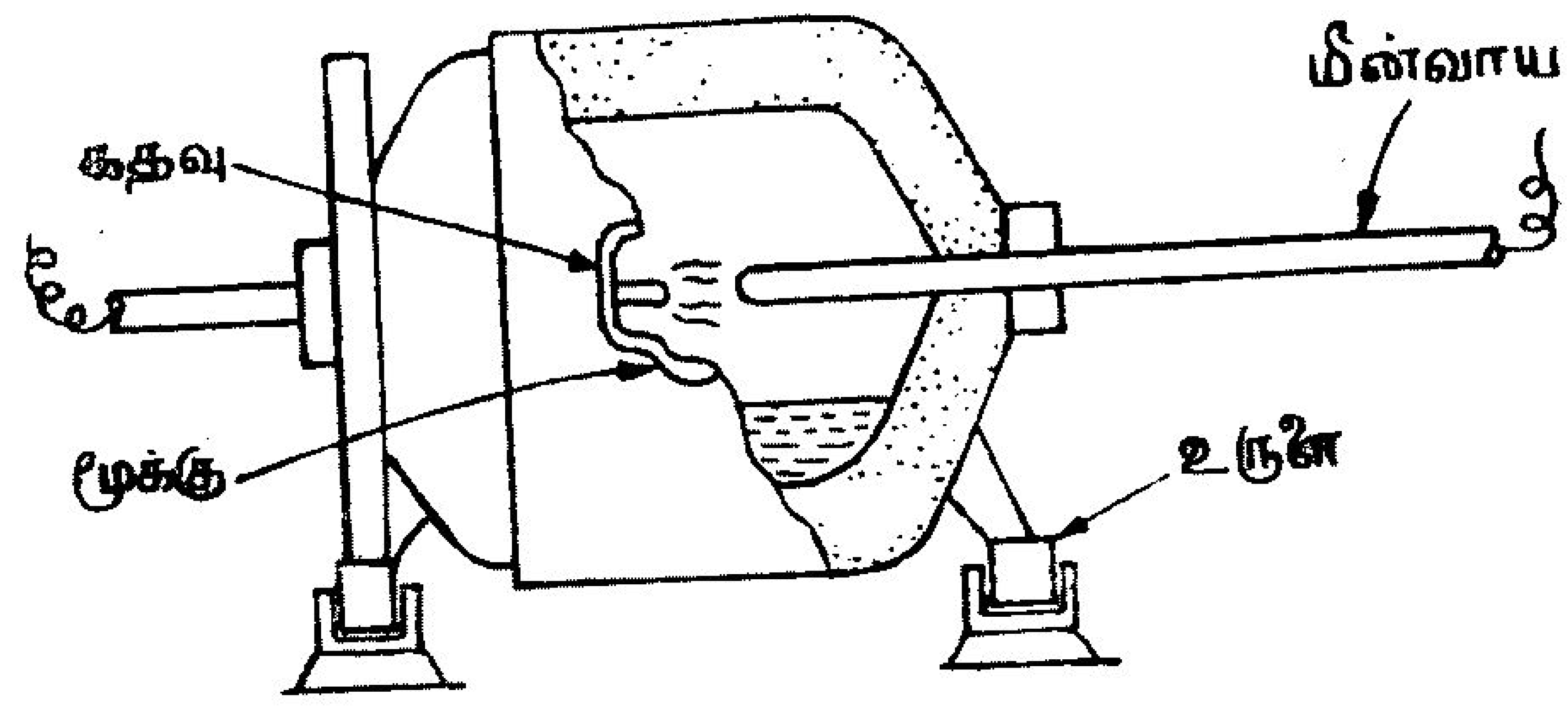
4. உருவாக்கும் செலவும் குறைவானது.

5. எஃகுக் குழம்பு மிகக் குறைந்த அளவு நைட்ரஜன் வாயுவை உடையதாயிருக்கும்.

7-9. மறைமுக-வில்சுடர் மின் உலை (indirect-arc electric fornace)

இவ்வுலையில் நேர்முக-வில்சுடர் உலையைப் போலன்றி, வில் சுடர் இரண்டு மின் வாய்களுக்கிடையில் உண்டாக்கப்படுகிறது.

(படம் 9–13). உருக்கப்பட வேண்டிய உலோகத்தின் வழியே, மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. உலை ஒரு உருண்ட கூடு (barrel)



படம் 7–13. மறைமுக-வில்சுடர் மின் உலை.

வடிவில் அமைந்திருக்கும். அது உருளைகளின் மேல் பொருத்தப் பட்டிருக்கும். உருளைகள் மேல், இருப்பதால் உலையை உலோகம் உருகும்போது அசைக்க முடியும். இதனால் உலோகம் பக்கச் சுவர் களிலிருந்தும் வெப்பம் பெற்று விரைவில் உருகுகிறது. இரண்டு மின்வாய்களும் எதிரும் புதிருமாக உலையினுள் செருகப்பட்டுள் ளன. உலையின் நடுவில் அவையிரண்டுக்கும் இடையே வில்சுடர் உண்டாக்கப்படுகிறது. வில்சுடரிலிருந்து, உலோகத்திற்கும் உலை யின் சுவர்களுக்கும் வெப்பக்கதிர் வீசப்படுகிறது. இரு மின் வாய் களுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவைக் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம், வெப்பம் அளிப்பதைக் கட்டுப்படுத்தலாம். உலோகம் நன்றாக உருகியபின் உலோகக்குழம்பு துளையின் வழியே வெளியே வரும் வரை உலையைக் கவிழ்க்க வேண்டும்.

சில கி. கிராம் உலோகம் முதல் சுமார் 2 டன் நிறை வரை மறைமுக–வில்சுடர் உலையில் உருக்கலாம். நேர்-வில்சுடர் உலை யில் கிடைக்கக்கூடிய அளவுக்கு அதிக வெப்பநிலை கிடைக்காத போதிலும் வார்ப்பிரும்பு, இரும்பு அல்லாத ஏனைய உலோகங்களை இந்த உலையில் உருக்கலாம்.

வார்ப்பு உலோகங்களில் வாயுக்கள் (Gases in cast Metals) :- பொதுவாக, உலோகங்கள் திரவ நிலையிலிருக்கும்போது அதனில் கரையும் வாயுக்களின் அளவு, திட நிலையிலிருக்கும்போது கரையக் கூடிய அளவை விட அதிகமாகும். உலோகங்கள் குளிரும்போது— குறிப்பாக அவை உறையும்போது–கரைந்துள்ள வாயுக்கள் கரைச லிலிருந்து வெளியேறுகின்றன. அவ்விதம் வெளியேறும் நேரத் தில், உலோகம் திடநிலைக்கு மாறிக்கொண்டிருந்தால், வாயுக்கள் காற்று வெளியுடன் கலப்பது தடுக்கப்பட்டு, உலோகத்தின் உட் பகுதியிலேயே அடைக்கப்பட்டு விடுகிறது. இதனால் உலோகத்தில் 'வாயுத் துளைகள்' (gas holes) ஏற்படுகின்றன. வாயுக்களின்

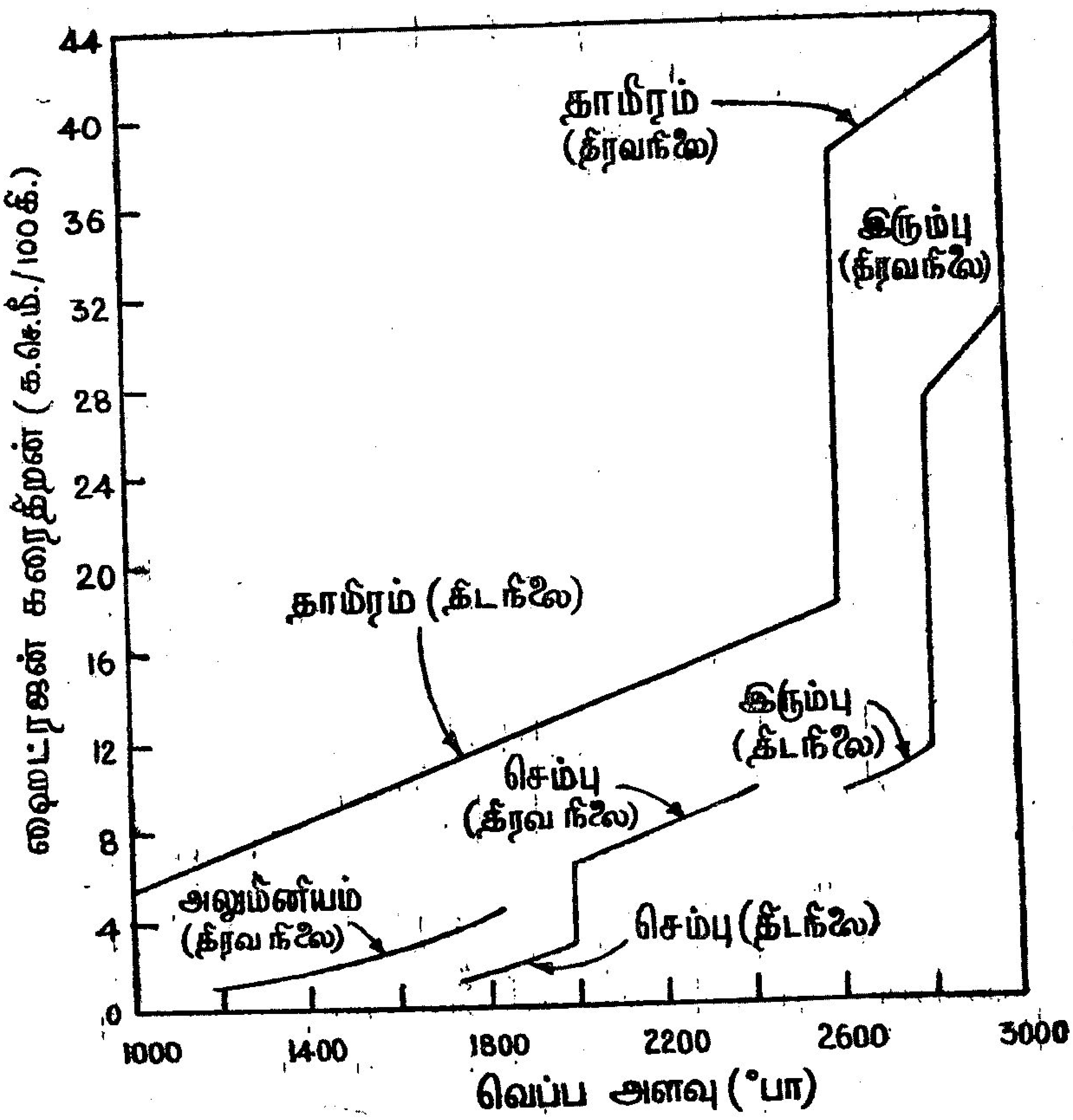
அளவைப் பொறுத்தும், உலோகம் திண்மையாகும் வேகத்தைப் பொறுத்தும் இத்துளைகளின் அளவு மாறுபடும். அவை பெரிய அளவினவாயிருப்பின் 'ஊது துளைகள்' (blow holes) எனவும் சிறு சிறு துளைகளாயிருப்பின் 'ஊசித் துளைகள்' (pin holes) எனவும் மிக நுண்ணியதாயிருப்பின் 'நுண் துளைத் தன்மை' (micro porosity) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. எந்த வடிவில் அவ்வாயுத் துளைகள் ஏற்படினும் அவை உலோகத்தின் பயன்படு தன்மைக்கும் புற வழவழப்பிற்கும் ஊறு விளைவிப்பனவாகும். எனவே உலோகக் குழம்பைக் குழிவினுள் வார்க்குமுன் அதில் கரைந்துள்ள வாயுக்கள் அனைத்தையும் வெளியேற்ற வேண்டிய முயற்சிகள் எடுத்துக் கொள்வது இன்றியமையாததாகும்.

வாயுக்கள் உலோகங்களில் கரையும்போது மூலக்கூறுகளாகக் (H_2, Co_2 போன்று) கரைவதில்லை. மாறுகத் தனிமங்களாகக் (H, O, C போன்று) கரைகின்றன. உலோகம் திடப்பொருளாகும் போது, தனிமங்கள் மீண்டும் சேர்ந்து மூலக்கூற்று வாயுக்களாக உருவாகி வாயுத்துளைகள் ஏற்படக் காரணமாகின்றன. சில பொதுவான வார்ப்பட உலோகங்களில் கரையும் தனிமங்களும், அவற்றால் மேற்கொண்டு உருவாகக்கூடிய வாயுக்களும் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

உலோகம்	கரையும் தனிமங்கள்	திடப்பொருளாகும்போது வெளிப்படும் வாயுக்கள்
மக்னீசியம்	H	H_2
அலுமினியம்	H	H_2
செம்பு	H, C, O, S	So, So_2, H_2, H_2o, Co, Co_2
இரும்பு	H, C, O, N	H_2O, Co, Co_2, N_2, H_2.

ஹைட்ரஜன் எல்லா உலோகங்களிலும் வெவ்வேறு அளவுகளில் கரையும்தன்மை வாய்ந்தது (வரைபடம் 7-14). பல்வேறு உலோகங்களில், பல வெப்ப நிலைகளில், ஹைட்ரஜன் கரையும் அளவு காட்டப்பட்டுள்ளது. வேறுபல வாயுக்களும் ஏறத்தாழ இதேபோன்ற கரைதிறன் உள்ளவையாயிருக்கின்றன. அதிக வெப்ப நிலையில், திரவ உலோகத்தில் வாயு சுலபமாகக் கரைகிறது. வெப்பநிலை குறையும்போது, உலோகம் திடப்பொருளாகும்வரை, வாயுவின் கரைதிறனும் குறைகிறது. உலோகம் திடப்பொருளாகும்போது, கரைதிறன், திடீரென, மிகவும் குறைந்துவிடுகிறது. இத்தகையத் திடீர்க் குறைவே வார்ப்படங்களில் ஏற்படும் வாயுத் துளைகளுக்கு முக்கிய காரணமாக அமைகிறது.

வாயு உறிஞ்சப்படுதலைத் தவிர்த்தல் (Prevention of gas absorption) : வாயுக்கள் பல சந்தர்ப்பங்களில் உலோகக்குழம்பினுல் உறிஞ்சப்படுகின்றன. (1) உலையினுள், ஈரமான பொருட்



படம் 7-14.

களிலிருந்தும் வளியிலிருந்தும் உறிஞ்சப்படலாம். (2) உலையில் அல்லது வாளிகளில் சரியாக உலர்த்தப்படாத பூச்சுகளிலிருந்தும் ஈரமான கருவிகளிலிருந்தும் உறிஞ்சப்படலாம். (3) உலோகக் குழம்பை உலையிலிருந்து வாளிக்கு மாற்றும்போதும், வாளியிலிருந்து குழிவினுள் ஊற்றும்போதும் காற்றிலுள்ள வாயுக்கள் கரையலாம். (4) குழிவினுள் அதிக ஈரமிருப்பினும் வாயுக்கள் உறிஞ்சப்படலாம்.

வாயு உறிஞ்சப்படுதலைத் தவிர்க்கக் கீழ்க்கண்ட முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கைகளைக் கையாளவேண்டும்.

(1) உலோகத்தைக் கசடின் அடியிலோ அல்லது காக்கப்பட்ட வளியிலோ (Protective atmosphere) அல்லது வெற்றிடத்திலோ உருக்கவேண்டும்.

(2) உலோகத்துடன் தொடர்கொள்ளவேண்டிய எல்லாப் பொருட்களையும் உலர்ந்த நிலையில் வைத்துக்கொண்டு வாயு உறிஞ்சப்படும் சந்தர்ப்பங்களைக் குறைக்கவேண்டும்.

(3) வாயுவின் கரைதிறனைக் குறைக்க, எந்த அளவிற்கு முடியுமோ அந்த அளவு குறைந்த வெப்பநிலையில் உருக்கி ஊற்ற வேண்டும்.

(4) உலோகக்குழம்பை இயன்ற அளவு குறைவாகக் கையாள (கலக்குதல், ஊற்றுதல் போன்றவை) வேண்டும்.

மேற்கூறப்பட்ட நடவடிக்கைகளைக் கையாண்டபோதிலும் வாயு உறிஞ்சப்படுதலை முற்றிலுமாகத் தவிர்ப்பது செய்கையில் இயலாததாகும். உதாரணமாக, சிறிதளவு ஹைட்ரஜன் உலோகக்குழம்பில் எப்போதுமே கரைந்திருக்கும் ஹைட்ரஜன், உலோக ஆக்சைடில் உள்ள பிராணவாயுவுடன் கிரியை புரிந்து நீராவியை உண்டாக்குகிறது. ஹைட்ரஜன், நீராவி ஆகியவையே வார்ப்படங்களில் உள்ள பல ஊசித்துளைகளுக்குக் காரணமாயுள்ளன.

வாயு நீக்கம் (Gas Removal): வாயு உறிஞ்சப்படுதலைத் தவிர்க்கமுடியாத நிலையில் கரைந்துள்ள வாயுக்களின் தொல்லைகளை இரு வழிகளில் குறைக்க முயற்சி செய்யலாம்.

1. வாயுக்களை வெளியேற்றலாம்.

2. வாயுவின் ஏதாவதொரு கூறைத் தனிப்படுத்தலாம் அல்லது நீக்கி விடலாம்.

குளிர்ந்த திடநிலை உலோகத்தில் வாயுக்களின் கரைதிறன் மிகக் குறைவு. இப் பண்பைக் கொண்டு வாயுக்களை வெளியேற்றுவது ஒருமுறை. இம் முறைப்படி உலோகத்தை உருக்குதல், உறைய வைத்தல், மீண்டும் உருக்குதல் ஆகிய நிலைகளை வரிசையாகக் கடைப்பிடித்து வாயுக்களை வெளியேற்றலாம். ஆனால் இம் முறைக்கு அதிகம், செலவாகும். மேலும், இதற்காகத் தேவைப்படும் கால அளவும் அதிகம். எனவே, ஒரு சில சமயங்கள் தவிர மற்றபடி சாதாரணமாக இம்முறை பின்பற்றப்படுவதில்லை.

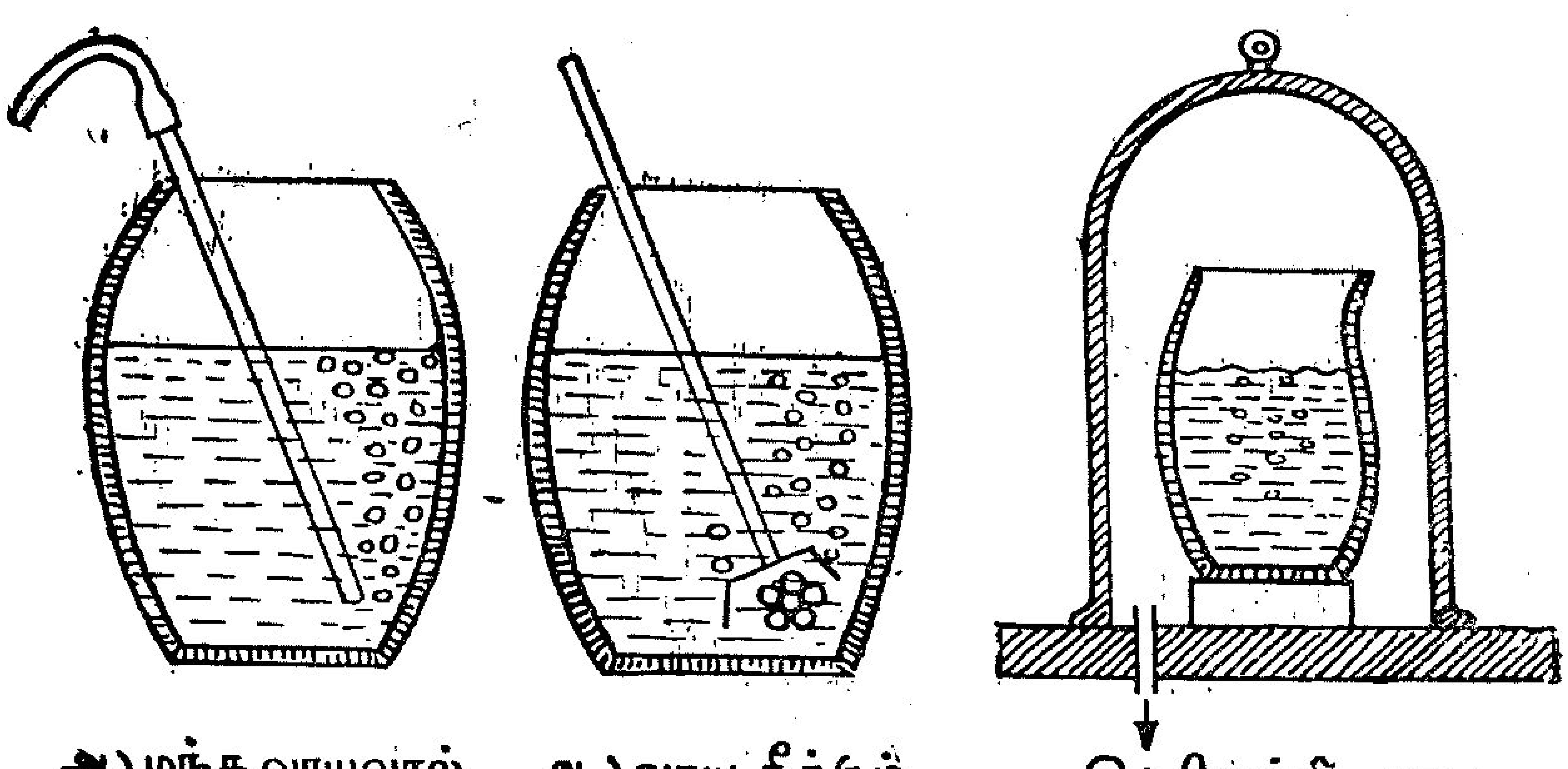
'உலோகக்குழம்பில் கரையும் வாயுவின் அளவு உலோகத்தின் மேற்பரப்பில் உள்ள அழுத்தத்தைப் பொறுத்தது' என்ற தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட முறைகளே, பொதுவாகக் கையாளப்படுகின்றன. H_2, O_2, N_2 போன்ற ஈரணு வாயுக்களைப் பொறுத்தவரை ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில்

கரையும் வாயுவின் அளவைப் பின்வரும் சமன்பாட்டினுல் குறிப் பிடலாம்.

கொ = க √அ (V = K √P)

இதில் கொ = கரைந்துள்ள ஈரணுவாயுவின் கொள்ளளவு
க = மாறிலி
அ = உலோக மேற்பரப்பிலுள்ள வாயுவின் அழுத்தம்.

இச் சமன்பாட்டின் மூலம் அறியப்படுவது, 'உலோகத்தைச் சுற்றியுள்ள வளியில் ஹைட்ரஜனை முற்றிலுமாக நீக்கி விட்டால், கரைந்துள்ள ஹைட்ரஜனும் வெளியேறிவிடும் என்பதாகும்.' எனவே, உருக்குதலும் ஊற்றுதலும் வெற்றிடத்தில் நடை பெறுவது ஒரு முறை. ஆனுல் இதற்கு ஆகும் செலவு மிக அதிகம். 'வெற்றிட வாயு நீக்கம்' (vacuum degassing) என்னும் முறை யில் உலோகம் வழக்கம்போல் உருக்கப்படுகிறது. உருக்கப்பட்ட அறையினுள் வைக்கப்படுகிறது உருக்கப்பட்ட உலோகக் குழம்பு, ஊற்றப்படுமுன் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட அறையினுள் வைக்கப்படுகிறது. (படம் 7-15இ). இப்போது கரைந்துள்ள வாயுக்கள் வெளியேறிவிடும். பிறகு விரைவாக உலோகத்தைக் குழிவினுள் ஊற்றி விடலாம்.



படம் 7-15. வாயு நீக்கும் முறைகள்.

ஒரு மந்த வாயுவைப் பயன்படுத்திக் கரைந்துள்ள வாயுவை வெளித்தள்ளுதல் (flushing), மிக அதிகமாகக் கையாளப்படும் முறையாகும். இம்முறையில், மந்தவாயு உலோகக் குழம்பின் வழியாகக் குமிழ்களாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு மந்தவாயு குமிழினுள்ளும் கரைந்துள்ள வாயுவின் அழுத்தம்

ஏதுமில்லையாதலால் கரைந்துள்ள வாயு உடனடியாகக் குமிழுடன் சேர்ந்துகொள்கிறது. குமிழ் வெளியேறும்போது வாயுவும் உடன் வெளியே தள்ளப்படுகிறது (படம் 7–15 அ). குறிப்பாக, அலுமினியம், மக்னீசியம் இவற்றின் கலப்பு உலோகங்களில் கரைந்துள்ள வாயுக்களை வெளியேற்ற, குளோரின், நைட்ரஜன், ஆர்கான் போன்ற வாயுக்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சேமிப்புத் தொட்டிகளிலிருந்து கிராபைட் குழாய்கள் மூலம் மந்தவாயுவை உலோகக்குழம்பின் வழியாகச் செலுத்தலாம்.

சில சமயங்களில் திடநிலையிலுள்ள மந்தவாயு உண்டாக்கும் பொருட்கள், வாயு நீக்கிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம் முறையில், ஒரு திடநிலை கூட்டுப்பொருள் (எ.கா. C_2Cl_6) உலோகக்குழம்பின் அடிப்பரப்பில் நிறுத்தப்படுகின்றது. அக் கூட்டுப்பொருள் கட்டழிந்து (decompose) வாயுவை வெளித் தள்ளும் வேலையில் ஈடுபடுகின்றது. எஃகு உண்டாக்குதலில் கார்பன் போனக்சைடு (Fe O + E = Co + F) உலோகத்தி லிருந்து ஹைட்ரஜன் வாயுவை வெளியேற்றும் மந்தவாயுவாகப் பயன்படுகிறது (படம் 7–15 ஆ).

வாயுவின் கூறுகளைத் தனிப்படுத்துவதின் மூலமாகவோ அல்லது நீக்குவதன் மூலமாகவோ வாயுத்துளைகளைக் குறைக் கலாம். சான்றாக, செம்பு கலப்பு உலோகங்களுடன் பாஸ்பரம்-செம்பு கலப்பதனல், கரைந்துள்ள பிராணவாயு தனிப்படுத்தப் படுகின்றது. பாஸ்பரம், பிராணவாயுவுடன் கலந்து P_2O_5 உண்டாகி உலோகக்குழம்பின் மேற்பரப்பில் மிதக்கிறது. இதனல் பிராணவாயு, கரைந்துள்ள நைட்ரஜனுடன் கூடி நீராவி யாக மாறுவது தடுக்கப்படுகிறது.

8. உலோகக் குழம்பு வார்ப்படமாதல்
(Casting from Melt)

வார்ப்படத்தின் தரம் உலோகக் குழம்பு எவ்வாறு குழிவினுள் நுழைகிறது என்பதையும் அதன்பின் எவ்விதம் திடப்பொருளா கிறது என்பதையும் பொருத்துள்ளது. மேலோட்டமாகப் பார்க் கும்போது, உலோகக்குழம்பைக் குழிவினுள் ஊற்றுதல் எளிதான முறையாகத் தோன்றலாம். ஆனால், உண்மையில் நல்லதொரு வார்ப்படத்தைப் பெற பல கூறுபாடுகளைக் கவனிக்க வேண்டிய திருக்கிறது. உருக்கப்பட்ட நிலையில் பல கலப்பு உலோகங்களின் இயல்புகள், திரவநிலையில் அவற்றின் பாய்ச்சல் தன்மை (flow of liquids), அவற்றின் திடப்பொருளாக மாறும் தன்மை ஆகியவற் றைப் பற்றிச் சிறந்த முறையில் தெரிந்து வைத்திருக்கவேண்டியது இன்றியமையாதது.

உலோகக்குழம்பிலிருந்து வார்ப்படம் உருவாகும் முறையை மூன்று தனித்தனி நிலைகளாகப் பிரித்து ஆய்வது மிகவும் ஏற் புடைத்தாகும். அவை :

1. ஊற்றுதல் (Pouring)
2. ஊட்டுதல் (Feeding)
3. திடப்பொருளாதல் (Solidification)

ஊற்றுதல் முறையைத் திட்டமிடும்போது திரவநிலையிலிருக் கும் உலோகத்தின் குணங்களைக் கவனிக்கவேண்டும். ஊட்டுதல் முறையைத் திட்டமிடும்போது சரியான இடத்தில் சரியான நேரத்தில் உலோகக்குழம்பை இருக்கச் செய்வதில் கவனமாக இருக்கவேண்டும். திடப்பொருளாதல் என்பது உலோகம் திரவ நிலையிலிருந்து திடநிலைக்கு உருமாறும்போது ஏற்படும் மாற்றங் களைக் குறிப்பதாகும்.

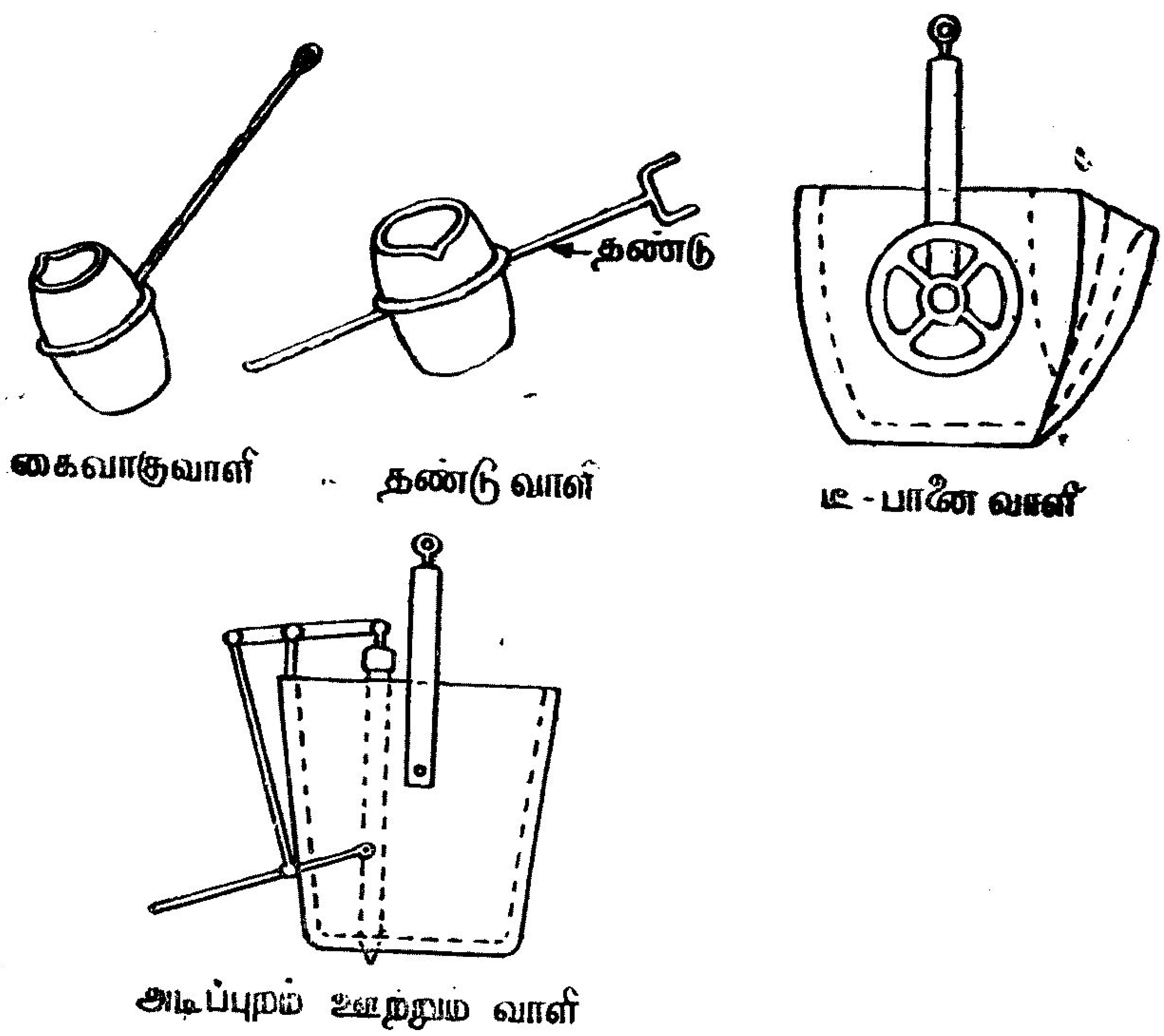
8–1 ஊற்றுதல்

வாளிகள் (Ladles): உலையிலிருந்து குழிவிற்கு உலோகக் குழம்பை எடுத்துச் செல்வதற்குப் பயன்படும் கருவிகள் 'வாளிகள்' எனப்படும். இவை எஃகுத் தகடுகளால் செய்யப்பட்டு, உட் பக்கம் தீச்செங்கல் (fire brick) போன்ற வெப்பந்தாங்கும் பொரு ளால் பூச்சு செய்யப்பட்டிருக்கும். பொதுவாக உலோகக் குழம்பை உலையிலிருந்து பெற பெரிய 'பிடிப்பு வாளிகள்' (holding Ladles) உதவுகின்றன. இவை அளவில் பெரியனவாகையால் உலோகம் உலையில் உருகி வெளியேற ஆயத்தமாக இருக்கும் நிலை யில் அதனைப் பெற்றுத் தற்காலிகமாகச் சேமித்து வைக்கின்றன. பிடிப்பு வாளிகளிலிருந்து அவ்வப்போது சிறிய வாளிகளில் உலோ கக்குழம்பை ஊற்றிக் குழிவுகளுக்கு எடுத்துச் செல்லலாம். கையாளப்பட வேண்டிய உலோகக்குழம்பின் அளவைப் பொருத் தும், உலோகக் குழம்புடன் கலந்துவிட்ட சிறிதளவு கசடைத் தடுக்க அமைக்கப்பட்டுள்ள வசதியைப் பொருத்தும் பல்வேறு வகையான வாளிகள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

'கைவாகு வாளி' (hand ladle) குறைந்த அளவு உலோ கத்தைக் கையாள வேண்டிய இடத்தில், ஒரு மனிதரால் கையாளப் படுகிறது. ஒருவரால் கையாளமுடியாத அளவுக்கு நிறையுள்ள உலோகக்குழம்பை 'தண்டு வாளி' (shank ladle) மூலம் இருவர் சேர்ந்து கையாளலாம். மிகப் பெரிய வாளிகள் உயரத்தில் (over Loed) பொருத்தப்பட்டுள்ள ஒற்றைத் தண்டவாளக் கடத் தியின் (mono rail) மூலம் கையாளப்படுகின்றன. அதில் உள்ள ஒரு கைவட்டைச் சுழற்றினால் வாளியை ஏற்றவும் இறக்கவும் முடியும். வாளியைக் கவிழ்த்தி உலோகக்குழம்பைக் குழிவினுள் ஊற்ற ஒரு நெம்புகோல் (lever) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. முக்கிய மாக எஃகினை ஊற்றும்போது, உலோகக்குழம்பின் மேற்பரப் பிற்கு மிகக் கீழிருந்து உலோகத்தை ஊற்றுதல் நல்லது. இதனால் மேற்புறத்தில் மிதந்து கொண்டிருக்கும் கசடு மற்ற அழுக்குகள் குழிவினுள் ஊற்றப்பட்டு விடாமல் தடுத்துவிடலாம். 'அடிப் புறம் ஊற்றும் வாளி' (bottom-pour ladle), 'டீ-பானை வாளி' (Tea-pot ladle) ஆகியவை இந் நோக்கத்திற்காக ஏற்பட்டவை (படம் 8–1).

குழிவை நிரப்புதல் : உருவாக்கப்படும் வார்ப்படத்தின் தரத் திற்கு அடிப்படைக் காரணங்களில் ஒன்று. உலோகக்குழம்பு குழிவினுள் நுழையும் விதமாகும். இதில் கவனிக்க வேண்டிய கூறுபாடுகள் பின்வருமாறு :

1. கொந்தளிப்பு (Turbulence) : உலோகக்குழம்பு ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்திலிருந்து ஊற்றப்படும்போது அதன் கொள்ளளவைக் கட்டுப்படுத்தாவிடில் குழிவமைப்பினுள் அதிக வேகத்



படம் 8–1. வாளி வகைகள்

துடன் கொந்தளிப்போடு பாயும். இவ்விதக் கொந்தளிப்பு அதிகத் தீயகப்படுதலுக்கும், குழிவிலுள்ள வாயுக்கள் அதிக அளவில் உலோகத்துடன் கலப்பதற்கும், குழிவின் சுவர்களை அதிகமாக அரிப்பதற்கும் காரணமாக இருக்குமாதலால், அதனைத் தடுக்கவேண்டும். குழிவு மிக அமைதியான பாய்ச்சலால் நிரப்பப் படவேண்டும். ஆனால் அதே சமயத்தில், உலோகக்குழம்புடன் வாயுக்கள் இழுத்துக் கொள்ளப்படுவதைத் (aspiration) தடுப்ப தற்குத் தேவையான வேகத்துடனும் போதுமான அளவு உலோகத்தை ஊட்டும் அமைப்பிற்கு (feeding system) அளிக்கக்கூடிய வேகத்திலும் பாயவேண்டும். குழிவினுள் உலோகக்குழம்பு கொந்தளிப்புடன் நுழைவதைத் தடுக்க உலோகப்பாதையின் தொடக்கத்தில் ஊற்றும் போகனிகள் (pouring basins) அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

2. ஊற்றும் வேகம் (Pouring Rate) : உலோகம் துளிகளாகக் குழிவினுள் விழுவது விரும்பத்தக்கதல்ல. ஏனென்றால் உலோகம்

விரைவில் குளிர்ந்து நன்றாகச் சேராமற் போய்விடும். இதற்கு நேர்மாறாக, ஊற்றும் வேகம் மிக அதிகமானால், குழியின் சுவர்களை அரித்தலும் அதிக உலோகச் சுருங்கலும் ஏற்படும். ஆகவே, ஒரு வார்ப்படத்திற்குச் சரியான ஊற்றும் வேகம் எதுவெனில், ஊற்றும் போகனியையும், ஊட்டும் அமைப்பையும் உலோகம் நிறைத்துக்கொண்டிருக்கும் நிலையில் உலோகக்குழம்பு பாயும் வேகமேயாகும். இந்த வேகத்தைக் குழிவமைப்பினுள் உலோகத்தைச் செலுத்தும் ஊட்டும் அமைப்பின் பல பகுதிகளின் அளவைக்கொண்டு சுமாராகக் கணக்கிடலாம். ஊட்டும் அமைப்பின் அளவுகள், குழிவமைப்பினுள் சரியான வேகத்தில் உலோகக்குழம்பின் அளவை அதிகரிக்கக்கூடியவையாக இருக்கவேண்டும். இவ்வேகம், குழியின் வெப்ப அதிர்ச்சியைத் (thermal shock) தாங்கக்கூடிய வலுவையும், உலோகத்திற்கும் குழிவிற்கும் உள்ள வெப்ப நிலை வேறுபாட்டையும் பொருத்திருக்கும்.

3. **வெப்ப நிலை (Temperature)** : உலோகக் குழம்பு மிகவும் குறைந்த வெப்ப நிலையில் இருந்தால், குழிவு முழுவதும் நிரம்புவதற்குள் திடப்பொருளாகி விடும்: உலோகம் ஒன்றாகி விடாமல் தனித்தனிப் பகுதிகளாக நின்றுவிடும் ; தவிரவும் ஓரளவு உலோகம் வாளியிலேயே உறைந்து மேற்கொண்டு வாளியைப் பயன்படுத்த வழியின்றிப் போய்விடும். வெப்ப நிலை மிக அதிகமாக இருப்பின், உலோகம் குழிவமைப்பு மண்ணைத் துளைத்துவிடலாம்; மண்ணை இளக்கி (fusion) விடலாம் ; அதிக அளவு வாயுக்களை உறிஞ்சிக் கொள்ளலாம்; வார்ப்படத்தில் ஏராளமான நுண் துளைகளை ஏற்படுத்திவிடலாம்; குழிவினுள் நுழையும் உலோகக்குழம்பின் வெப்ப நிலையைத் துல்லியமாக அளப்பதாலும், அந்த வெப்ப நிலையில் ஊற்றப்படும் வார்ப்படத்தின் தரத்தை உன்னிப்பாகக் கவனித்து வருவதாலும், ஊற்றுவதற்குச் சரியான வெப்ப நிலையைக் கணக்கிடலாம்.

8–2 திடப்பொருளாதல்

இந்த அத்தியாயத்தின் தொடக்கத்தில் குழிவமைப்பினுள் உலோகக்குழம்பை ஊட்டுதல், வார்ப்படம் உருவாவதற்கு இரண்டாவது நிலையாகக் கூறப்பட்டது. ஆனால் ஊட்டுவதற்குத் தேவையானவற்றை நன்கு அறிந்துகொள்ள முதலில் திடப்பொருளாதலின்போது ஏற்படும் மாறுதல்களைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்வது உதவியாயிருக்கும்.

1. **சுருங்குதல்** : திரவ உலோகம் திடப் பொருளாகும் போது பல முக்கிய மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. அவை வார்ப்

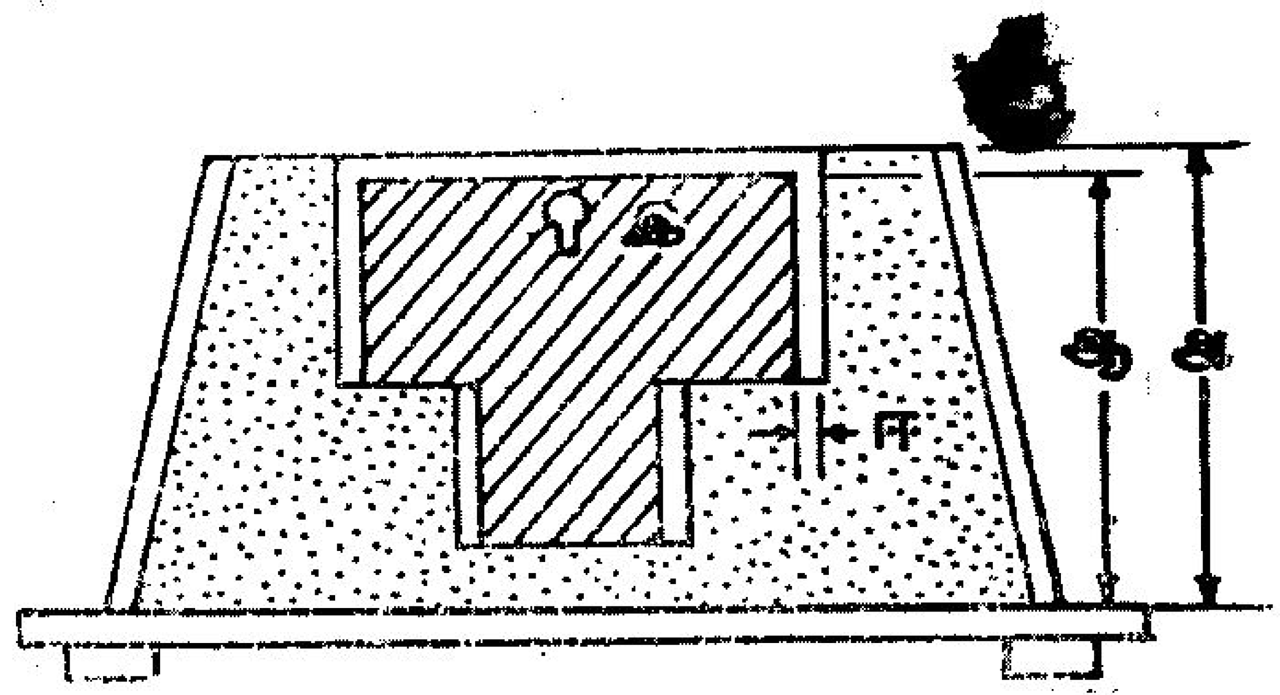
படத்தின் தரத்தைக் (soundness) கணிப்பதில் பங்கு கொள் கின்றன.

மூன்று நிலைகளில் உலோகம் சுருங்குகிறது. அவை :

(அ) திரவ நிலையில் குளிரும் போது ;
(ஆ) திரவ நிலையிலிருந்து திடப் பொருளாக மாறும் போது ;
(இ) திடநிலையில் குளிரும் போது.

இந் நிலைகள் (படம் 8–2)-ல் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

வார்ப்படத்தையும் அதன் ஊட்டும் அமைப்பையும் வகுதி செய்யும்போது இந்தச் சுருங்கல்களைக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.



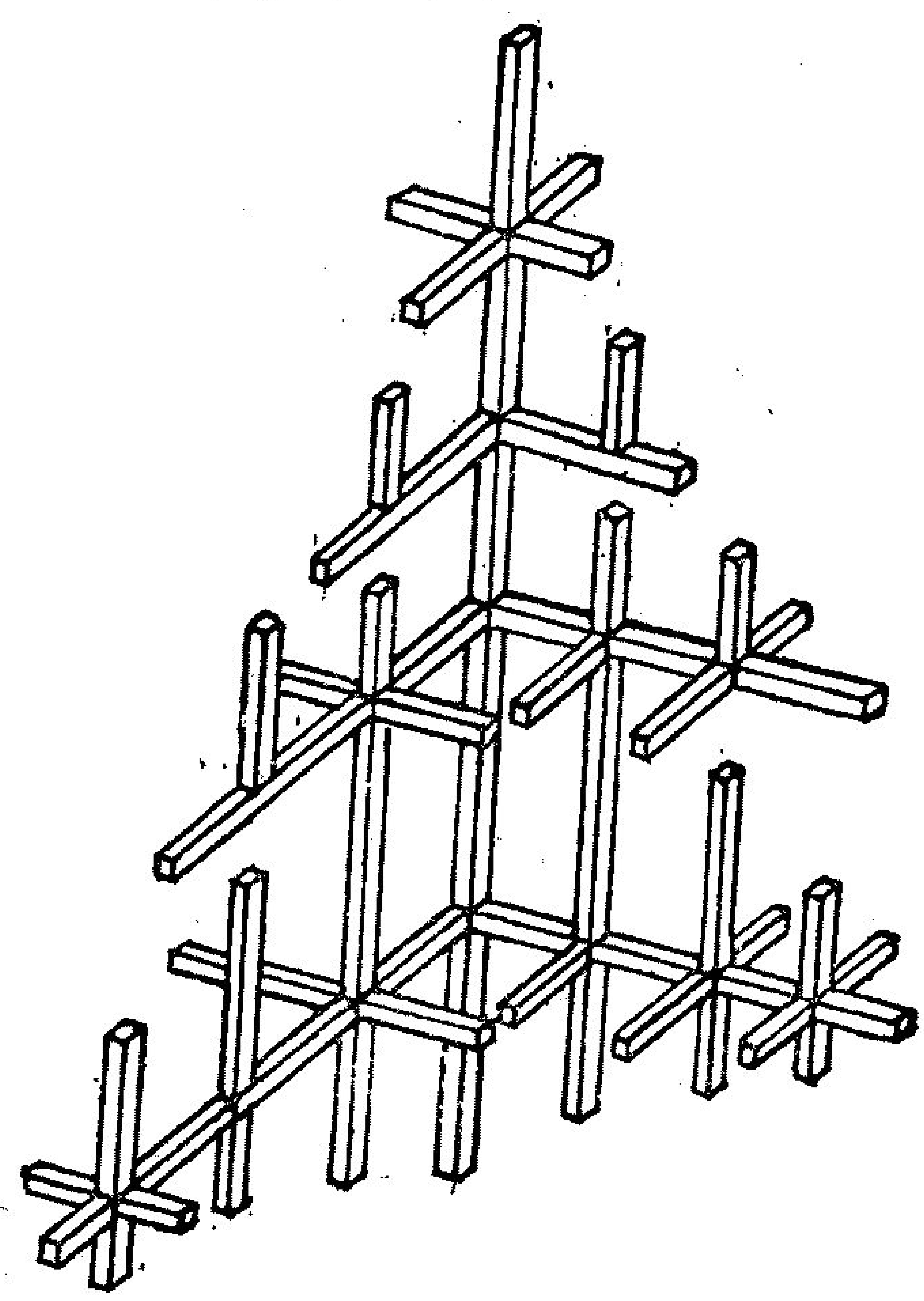
படம் 8–2.
(அ) உலோகம் நிறைக்கப்பட்ட அளவு.
(ஆ) திரவ நிலைச் சுருங்கலுக்குப் பின் அளவு.
(இ) திரவ-திடநிலை மாற்றச் சுருங்கல்.
(ஈ) திடநிலைச் சுருங்கல்.

2. உறை-வெப்பநிலை நெருக்கம் (Freezing - Temperature Range) : பல கலப்பு உலோகங்கள் நிலையான வெப்ப நிலையில் (constant temperature) உறையாமல், வெப்ப நிலை நெருக்கத்தில் உறைகின்றன என்பது அடுத்தபடியாகக் கவனிக்க வேண்டிய முக்கியக் கூறுபாடாகும். அதாவது வார்ப்படம் திடப் பொருளாகும் போது, ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியைக் கவனித்தால் திட, திரவ ஆகிய இருநிலைகளிலும் உலோகம் இருக்கும். உண்மையில் நடப்பது என்னவென்றால், உலோகம் வெளிப்புறத்திலிருந்து உறையத் தொடங்கி உள்நோக்கிப் பரவுகிறது. ஆயினும் வெளிப்புறத்திலுள்ள திரவ உலோகமனைத்தும் உடனே உறைந்து விடுவதில்லை. அதனால் திடப்பொருளாகும் செயல் ஓரளவு நடுப் பகுதியின் அருகில் வரை முன்னேறினாலும், திரவ உலோகம் இன்னும் வெளிப்பகுதியில் குறைந்த அளவாவது இருந்து கொண்டுதான் இருக்கும்.

உறையும் இயக்கம் (freezing mechanism) இரு முன்னேறும் முனைகளைக் (Advancing fronts) கொண்ட அலைபோன்று இயங்குவதெனக் கருதலாம். ஒரு முனை உறைவதன் தொடக்கத்தையும் அடுத்தமுனை உறைவதன் முடிவையும் குறிப்பதாகும். இரு முனைகளுக்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளி உலோகம் குளிர்ச்சியடையும் வேகத்தினாலும் (cooling rate) கலப்பு உலோகத்தின்

கலப்புப் பொருட்களின் விகிதத்திலும் (composition) கணிக்கப் படுகின்றது. இவ்விதம் சுத்தமான உலோகங்கள் உறையும் போது, இருமுனைகளும் ஒன்றுகிச் சீராக உள்நோக்கித் திடப் பொருள் மாற்றம் முன்னேறும். எஃகு போன்ற கலப்பு உலோ கங்கள் திடப்பொருளாகும்போது இருமுனைகளும் இடைவெளி யுடன் முன்னேறிக் கட்டுக்கோப்பில்லாத இடைத் தளத்துடன் (irregular interface) வளர்கின்றன, வார்ப்பிரும்பு போன்ற வேறு சில கலப்பு உலோகங்களில், உறையும் முறை இரு நிலை களில் நடந்தேறுகிறது. முதல் நிலை முன்பு கூறியது போலவும் இரண்டாம் நிலை நிலையான வெப்ப நிலையிலும் நடைபெறுகின் றன. இந்த வேறுபாடுகளின் சிறப்பை வார்ப்படத்திற்கு ஊட்டும் முறைகளை ஆராயும்போது தெளிவாக உணரலாம்.

மேலும் திடநிலை உலோகம் ஊசியிலை மரத்தைப் போன்று வளருகிறது. (படம் 8–3) இத்தகைய வளர்ச்சியினால் சிறு சிறு

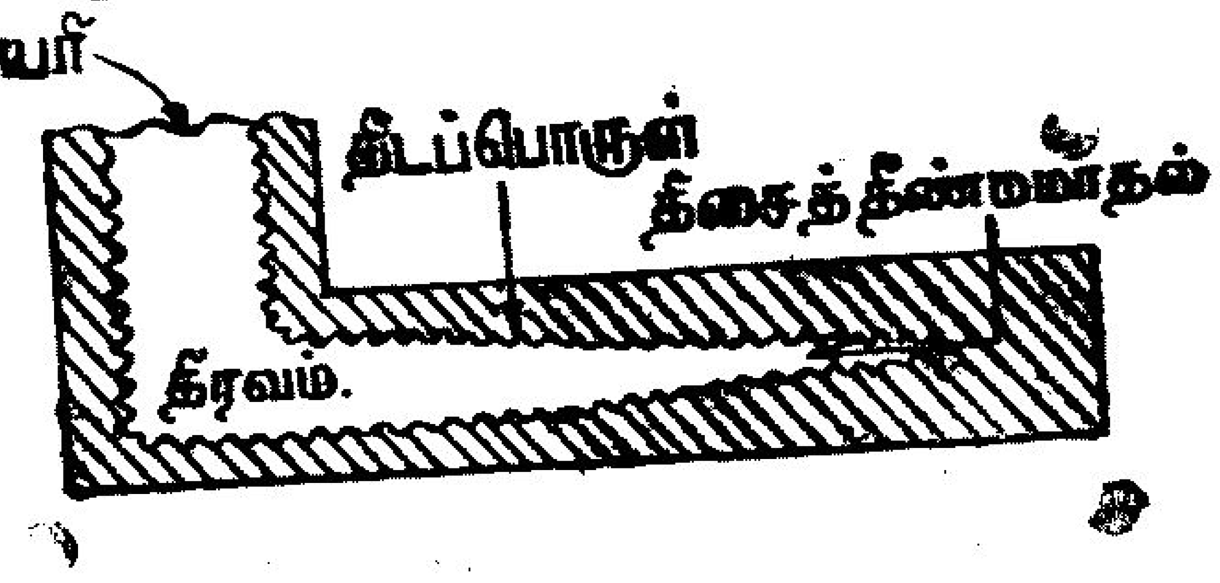


படம் 8–3. திடப்பொருள் வளர்ச்சி.

அளவில் திரவ உலோகம் திடநிலை அடைந்துவிட்ட உலோகத்தால் சூழப்பட்டு, அவ்விடங்களுக்குச் சரியானபடி மேற்கொண்டு தேவைப்படும் திரவ உலோகத்தைச் சரியானபடி ஊட்டமுடி யாமல் போய்விடுவதற்கான வாய்ப்பு உள்ளது. இவ்வாறு தனித் தனியே விடப்பட்ட திரவ உலோகம் உறையும்போது சுருங்குவ தால், ஆங்காங்கே வெற்று இடங்கள் (voids) உண்டாகின்றன.

இதனைத் தடுக்க இவ்வெற்று இடங்களை நிரப்புவதற்குத் தேவையான திரவ உலோகத்தை ஊட்டுவதற்கேற்ற முறையில் திட்டமிட வேண்டும்.

3. **சரியான திசையில் திடப்பொருளாதல் (Directional Solidification) (அல்லது திசைத்திண்மமாதல்) :** திடப்பொருளாகும்போது உலோகம் சுருங்குவதால் ஏற்படக்கூடிய வெற்றிடங்களைத் தவிர்க்க ஒரேவழி, அதிக அளவு திரவ உலோகத்தைத் தொடர்ச்சியாக அளித்துக் கொண்டிருப்பதே. எனவே, வார்ப்படம் சரியான விகிதத்திலும் அதற்கேற்ற ஊட்டும் அமைப்புடனும் இருந்தால், திரவ உலோகம் கிடைக்கும் இடத்திற்கு அதிக பட்ச தொலைவிலுள்ள பாகம் முதலில் திடப்பொருளாக வேண்டும். திடப்பொருளாகும் பகுதி முன்னேற முன்னேற, உலோகத்தின் சுருங்கலுக்கு ஏற்றபடி மற்றபகுதியில் உள்ள திரவ உலோகம் படிப்படியாக ஊட்டப்பட்டுக்கொண்டே வந்து, கனமானதும் இறுதியாக உறையக்கூடியதுமான பாகத்தை அடையவேண்டும். இறுதியாக உறையும் பாகம் அதற்கென்று அமைக்கப்பட்டுள்ள திரவ உலோகம் தேக்கியால் ஊட்டப்படும். இத் தேக்கி 'உயரி' (Riser) என்றழைக்கப்படுகிறது. இந்த உயரி சரியான இடத்தில் சரியான விதத்தில் வார்ப்படத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளதால், சுருங்கும் வார்ப்படம் முழுவதும் திடப்பொருளாகும் வரை சூடான திரவ உலோகத்தை அளித்துக் கொண்டேயிருக்கும். (படம் 8–4)



படம் 8–4. திசைத் திண்மமாதல்

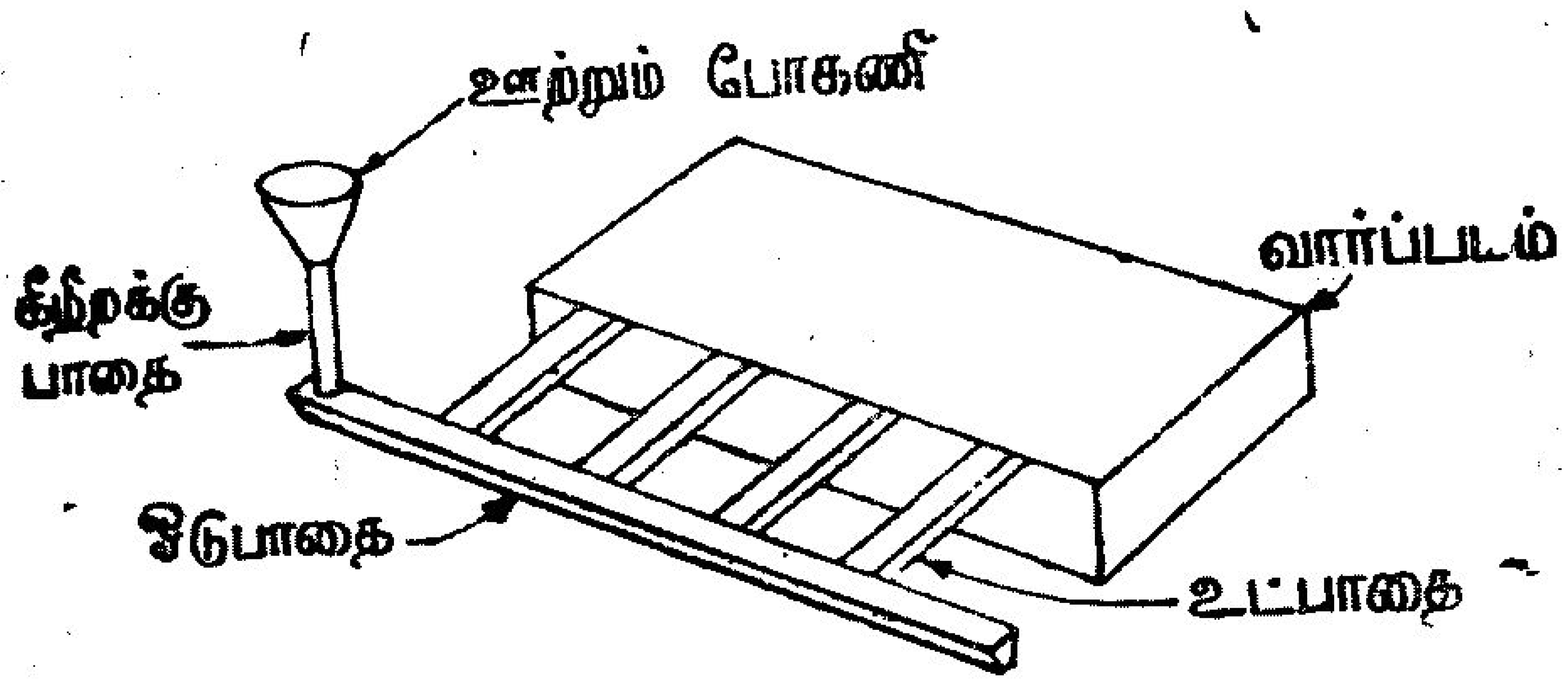
திடப்பொருளாதலின் மாற்றங்களை நன்கு புரிந்துகொண்டு, சரியான ஊட்டும் அமைப்பைத் திட்டமிட வேண்டும்.

8–3 ஊட்டுதல்

ஊட்டும் தொகுப்பு (Feeding system) உலோகக் குழம்பை குழிவினுள் செலுத்தும் வேலையைச் செய்வதுடன், உலோகம் சுருங்கும்போது தேவைப்படும் அதிகப்படியான உலோகக் குழம்பை அளிக்கும் தேக்கியாகவும் உதவுகிறது. பொதுவாக,

உலோகக் குழம்பை அளிக்கும் வேலையை 'பாதைத் தொகுப்பு'ம் (gating system) அதிகப்படியான திரவ உலோகத்தை ஊட்டும் வேலையை 'உயரி'யும் ஆற்றுகின்றன. ஆனால் இரண்டு வேலைகளை யும் ஏதாவதொன்றே செய்துவிடலாம். ஆதலால் திட்டவட்ட மாக இரண்டினையும் வேறுபடுத்த முடியாது.

1. பாதைத் தொகுப்பு: உலோகக்குழம்பு 'கீழிறக்கு பாதை' (downsprue) வழியாக 'ஓடுபாதை'யினுள் (runner) நுழைந்து அங்கிருந்து 'உட்பாதை'களினுள் (ingates) பாய்ந்து குழிவமைப் பினுள் செல்கிறது (படம் 8-5). கொந்தளிப்பினைக் குறைக்கவும்

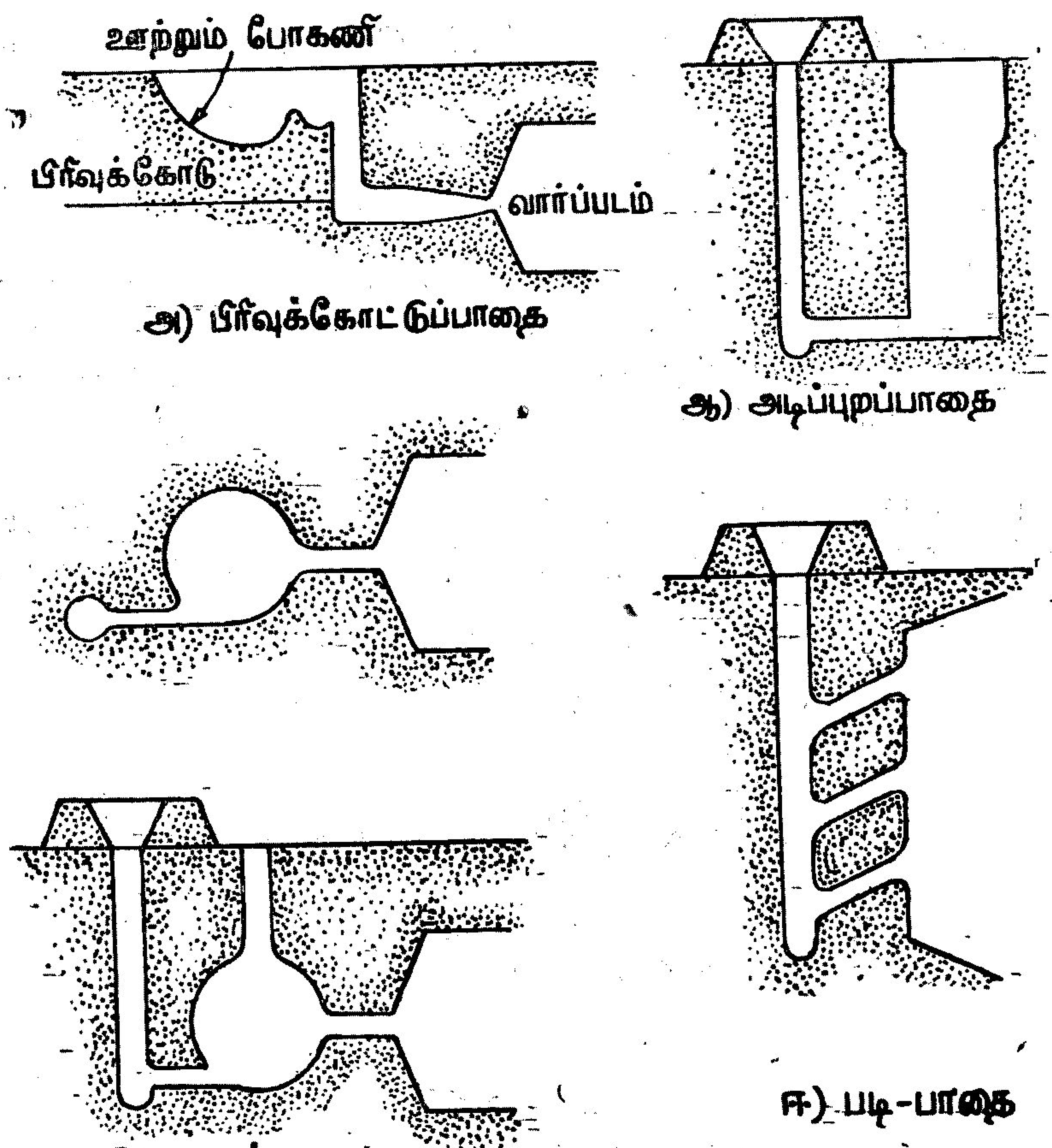


படம் 8-5. பாதைத் தொகுப்பு.

அழுக்குகள் உலோகக் குழம்புடன் செல்வதைத் தடுக்கவும் கீழிறங்குப் பாதையின் மேற்புறம் 'ஊற்றும் போகினி' (pouring basin) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. பாதைகளும் உயரியும், கட்டுப் படுத்தப்பட்ட திசைத் திடப்பொருளாதலை (Controlled direction soldification) நோக்கமாகக்கொண்டு வகுதி செய்யப்படு கின்றன. அதாவது உறைதல், உயரியிலிருந்து அதிகபட்ச காரத்தி லிருந்து தொடங்கி உயரியை நோக்கி முன்னேறும் விதத்தில் அமைக்கவேண்டும்.

2. பாதை வகைகள் (Types of gates): பல வகைகளில் உலோகக்குழம்பை குழிவமைப்பினுள் அனுப்ப இயலும் ஒவ் வொரு பாதைத் தொகுப்பின் வகுதியும் அதன் முதன்மை (primary) நோக்கங்களைப் பொறுத்தது. அதாவது, ஒரு பாதைத் தொகுப்பு, குழிவமைப்பு முறைக்கு ஏற்றபடியோ, கொந்தளிப் புடன் உலோகக்குழம்பு பாய்வதைத் தவிர்க்கவோ, குழிவின் சுவர்களின் மண் அரிப்பைத் தடுக்கவோ, அன்றி கசடு உலோகக் குழம்புடன் குழிவினுள் நுழைவதைத் தவிர்க்கும் நோக்கத் துடனோ, வகுதி செய்யப்படலாம். இந்த நோக்கங்களையோ, இவை தவிர வேறு குறிப்பிட்ட காரணத்திற்காகவோ, பல விதங் களில் பாதைத் தொகுப்பை அமைக்கலாம்.

(அ) **பிரிவுக்கோட்டுப் பாதை** (Parting Gate) : இவ்வகைப் பாதைகள், குழிவின் மேற்பகுதியையும் கீழ்ப்பகுதியையும் பிரிக்கும் பிரிவுக் கோட்டின் வழியாகக் குழிவினுள் நுழைகின்றன (படம் 8–6 அ).



படம் 8–6. பாதை வகைகள்.

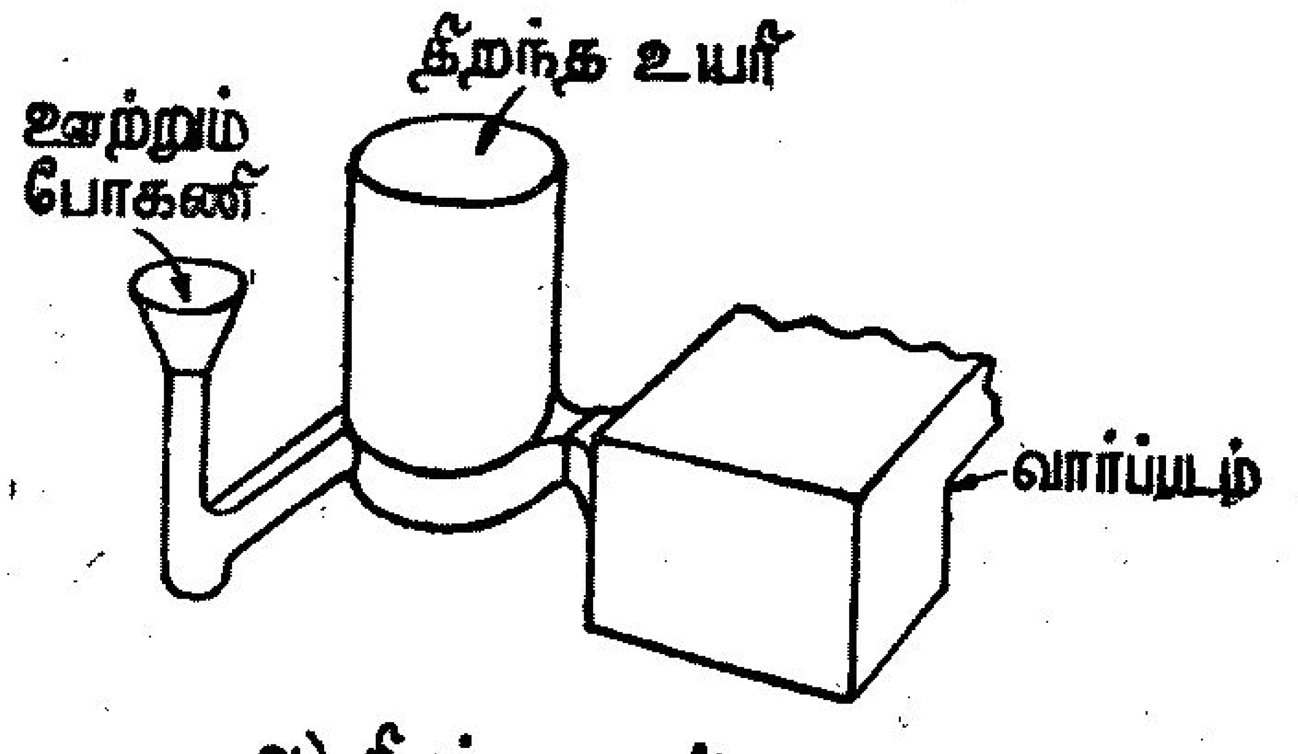
(ஆ) **அடிப்புறப் பாதை** (Bottom Gate) : இப்பாதை குழிவின் கீழ்ப்பகுதியின் அடிப்புறமாகக் குழிவமைப்பினுள் நுழைகிறது. இவ்வகைப் பாதைத் தொகுப்பு மண் அரிப்பைக் குறைக்கவும் வாயு உள்ளடக்கத்தைத் (entrapment) தவிர்க்கவும், முக்கியமாக எஃகு வார்ப்படங்களுக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது (படம்8-6-ஆ).

(இ) **கிளைப்பாதை** (Branch Gate) : ஒரு வார்ப்படத்திற்கு பல இடங்களில் உலோகக்குழம்பை ஒரே நேரத்தில் ஊட்டுவதற்கு அல்லது பல தனித்தனி வார்ப்படங்களுக்கு ஒரே பாதைத்தொகுப்பின் மூலம் ஊட்டுவதற்குக் 'கிளைப்பாதை' பயன்படுகிறது.

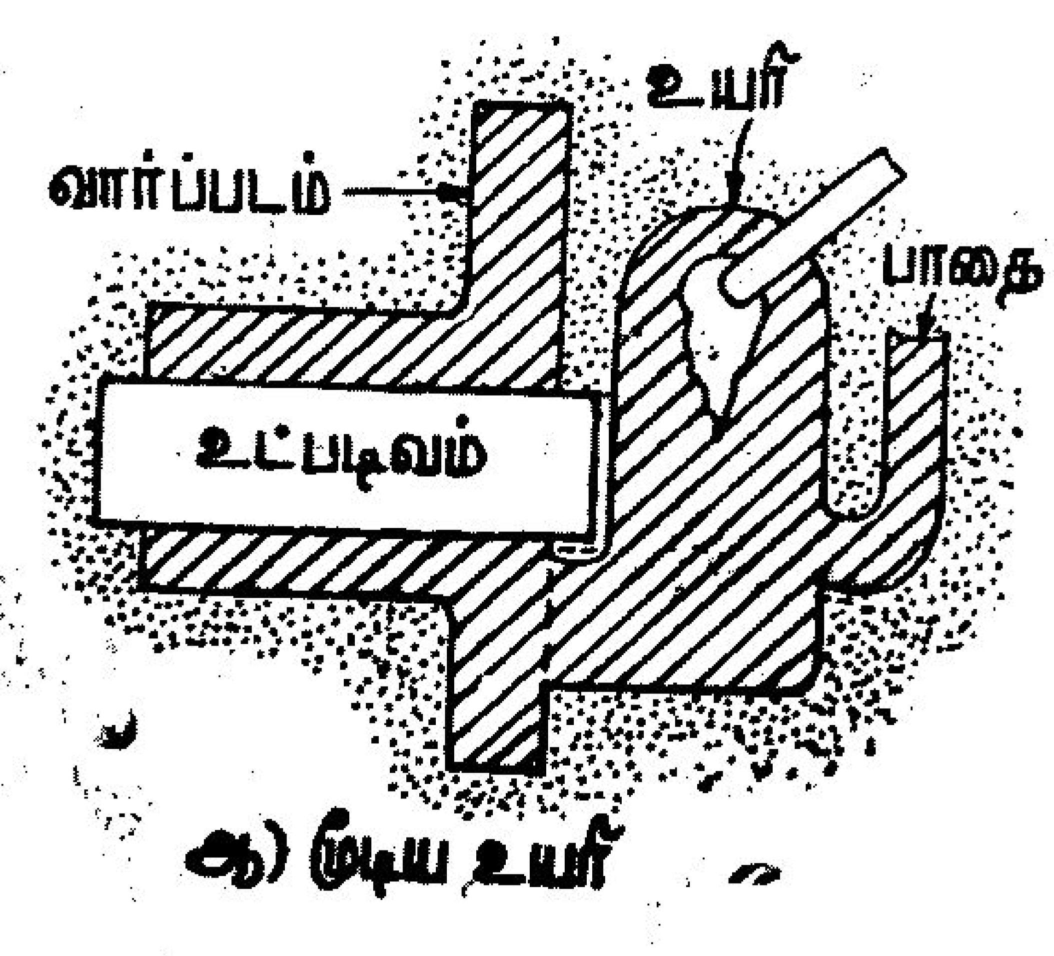
(ஈ) **சூழல் பாதை** (Whirl Gate) : வேகமாக வரும் உலோகக்குழம்பைத் தடுத்து நிறுத்தி, அது குறைந்த பட்சக் கொந்தளிப்புடன் குழிவினுள் நுழைய 'சுழல் பாதை' வகை செல்கிறது (படம் 8–6–இ).

(உ) **படி–பாதை** :(Step Gate) : உலோகக்குழம்பை பல பாதைகளின் மூலம் அடிப்பாகத்திலிருந்து மேற்பாகம் வரை படிப்படியாகக் குழிவினுள் நுழைப்பது 'படி பாதை'யின் நோக்கமாகும் (படம் 8-6-ஈ).

(3) **'உயரி' வகைகள்** : (அ) திறந்த உயரி (Open Riser) : 'திறந்த உயரி'யின் மேற்புறம், திறந்திருக்கும். பொதுவாக,



அ) திறந்த உயரி



ஆ) மூடிய உயரி

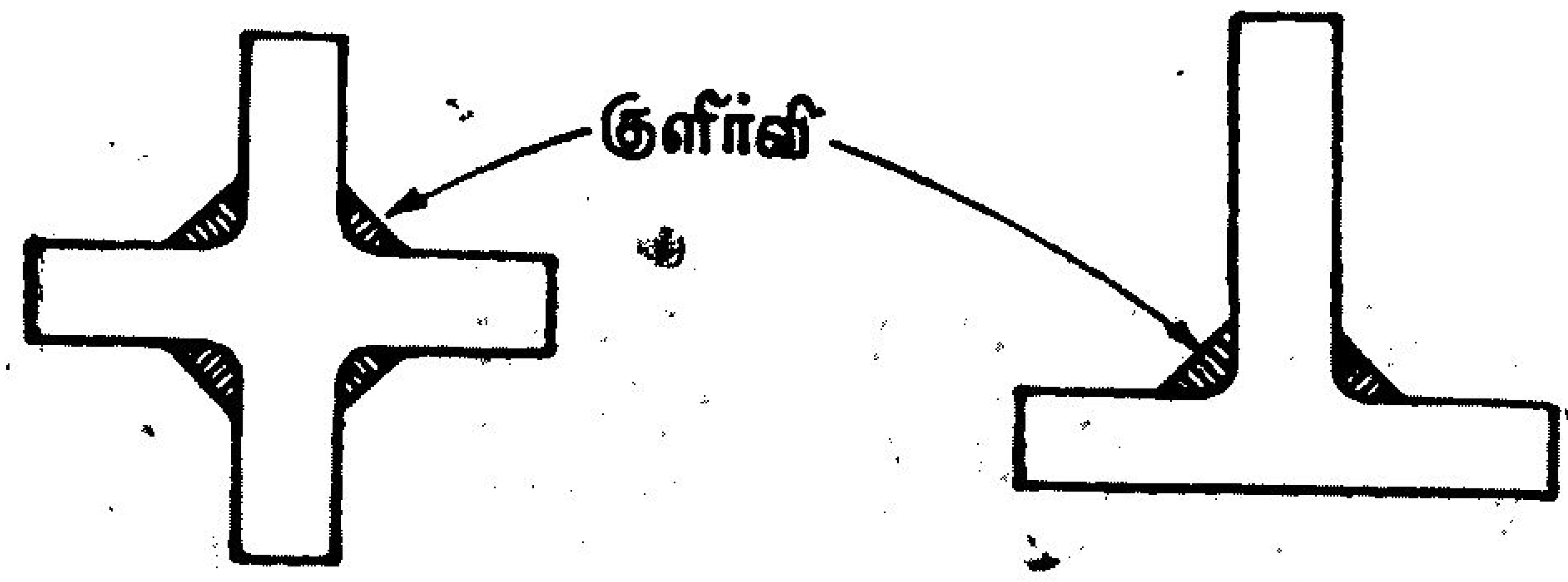
படம் 8–7. உயரி வகைகள்.

இது உருளைவடிவத்தில் இருக்கும் (படம் 8-7). இதனால் குறைந்த பட்ச புறப்பரப்பு (surface area) குழிவுடன் தொடர்

புடையதாயிருக்கும். அதன் உயரம் விட்டத்திற்குச் சமமான அளவில் இருக்கும். உயரியின் மேற்புறம் விரைவில் உறைந்து விடாமல் இருக்கும் பொருட்டுச் சில நேரங்களில் வெப்பத்தை வெளியேற்றும் (ecothermic) இரசாயனக் கலவையை உயரியின் மேற்புறத்தில் பரப்பலாம்.

(ஆ) மூடிய உயரி (Blind Riser) : இவை குழிவமைப்பில் உருளை வடிவத்தில் அமைக்கப்படுகின்றன. அவை முற்றிலும் குழிவமைப்பு மண்ணினுல் சூழப்பட்டிருப்பதால் 'மூடிய உயரி' எனக்குறிக்கப்படுகின்றன. இவற்றைக் குழிவின் அடிப்பாகத்திற்கு அருகிலேயே அமைக்கலாம். 'திறந்த உயரி'யுடன் ஒப்பிடும்போது 'மூடிய உயரி' சுற்றுச் சிறியதாக இருக்கலாம். மேலும் 'மூடிய உயரி'யை வார்ப்படத்திலிருந்து நீக்குவதும் எளிது.

4. குளிர்விகள் (Chills) : குழிவின் சில பாகங்களில் உறைதலைச் சுணக்கி 'திசைத் திடப்பொருளாதலை' ஊக்குவிப்பதே உயரியின் நோக்கமென்று பார்த்தோம். இதே 'திசைத் திடப் பொருளாதலை', திரவ உலோகம் வெகு நேரத்திற்குக் கிடைக்கும் வசதியுள்ள இடத்திற்கு அதிகபட்ச தூரத்திலுள்ள உலோகத்தைக் குளிர்விப்பதன் (chilling) மூலம் ஊக்குவிக்கலாம். இதற்குப் பயன்படுபவை 'குளிர்விகள்' எனப்படும். உட்புற (Internal), வெளிப்புறக் (external) குளிர்விகளை இதற்காகப் பயன்படுத்தலாம். உட்புறக்குளிர்விகள் குழிவமைப்பில் வைக்கப்படுகின்றன. வெளிப்புறக் குளிர்விகள் குழிவு–உலோக இடைப்புறத்தில் (Inrerface) குழிவுச் சுவர்களில் வைக்கப்படுகின்றன.

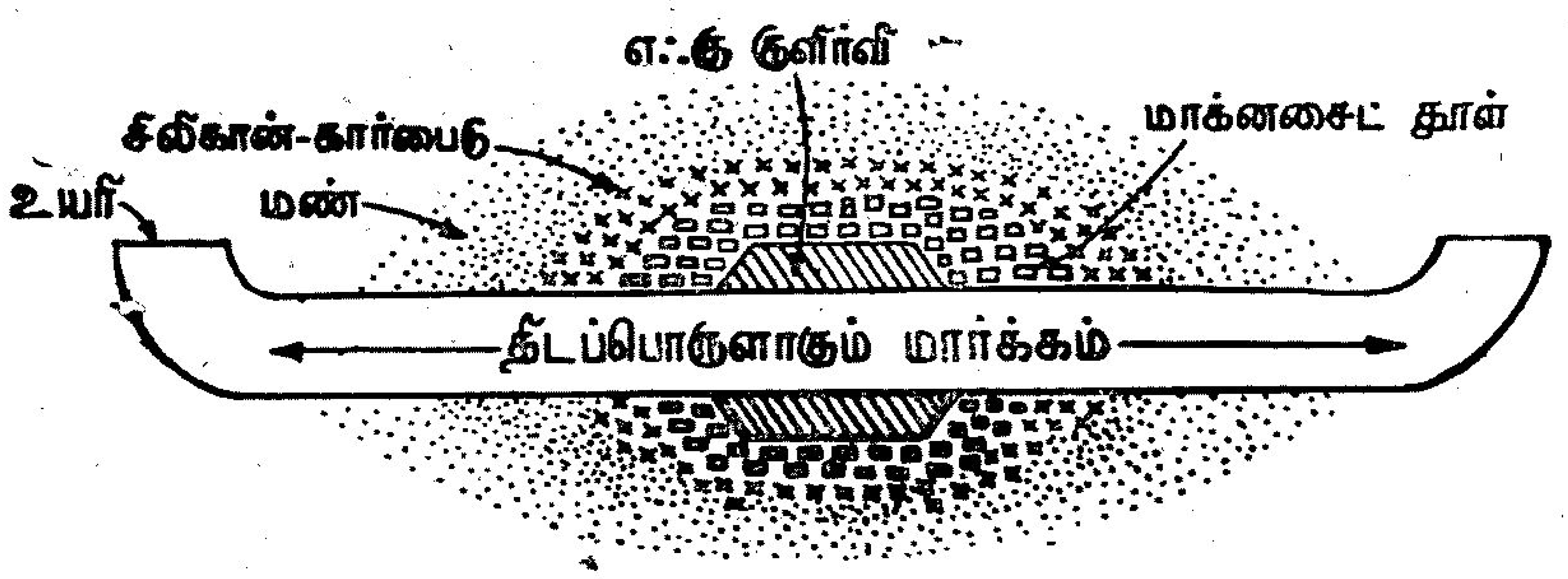


படம் 8–8. வெளிப்புறக் குளிர்விகள்.

(அ) வெளிப்புறக் குளிர்விகள் (External Chills) : குழிவில், குறிப்பிட்ட இடங்களில், உலோகம் திடப்பொருளாவதை விரைவாக்கும் பொருட்டு வைக்கப்படும் எஃகு, வார்ப்பிரும்பு, அல்லது செம்பு போன்ற உலோகத் துண்டுகள் 'வெளிப்புறர் குளிர்விகள்'

ஆகும். அவற்றின் அளவைக் குளிர்விக்கவேண்டிய வேகத்தைப் பொருத்துக் கணக்கிட வேண்டும். 'உயரி'யால் ஊட்ட இயலாத சந்திப்புகளில் இவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். (படம் 8–8) குளிர்விகள் நன்கு உலர்ந்து இருக்கவேண்டும். இல்லையேல் வார்ப் படத்தில் ' ஊது துளைகள்' (blow holes) ஏற்படும்.,

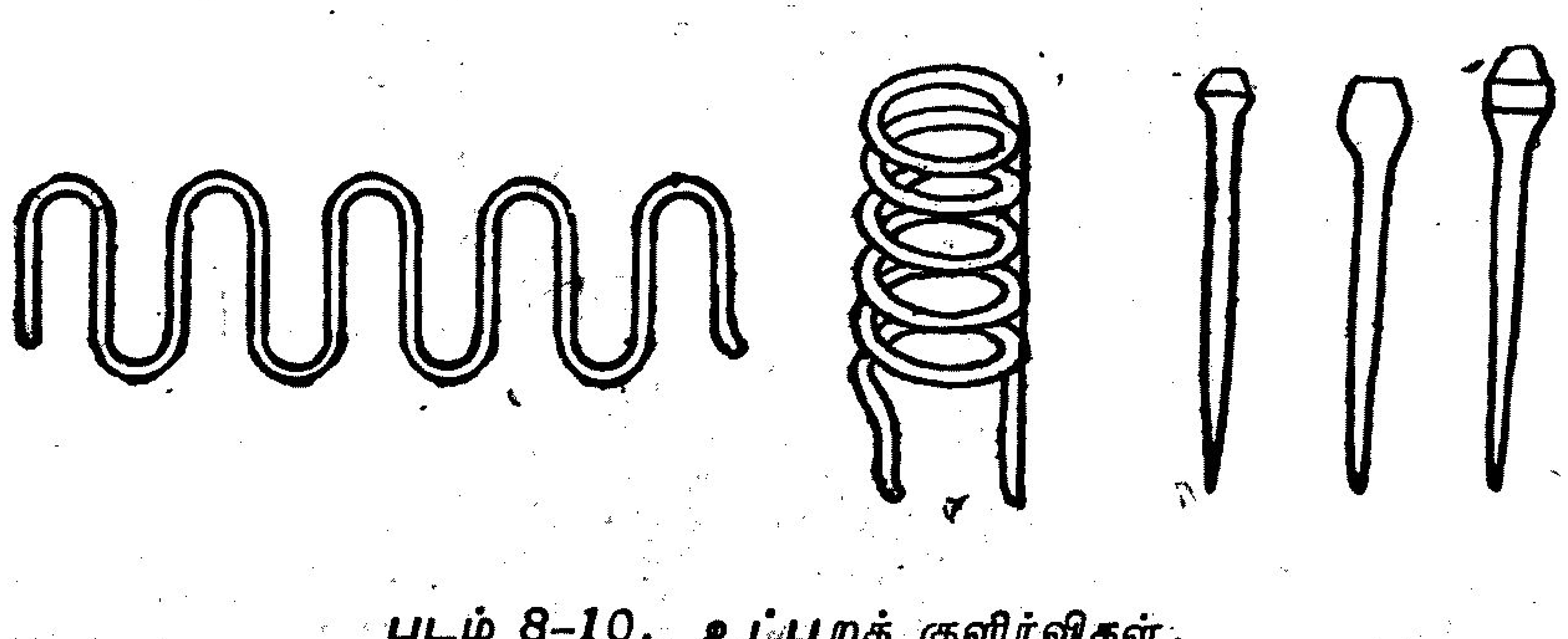
குளிர்வியால் ஏற்படும் விளைவுகளை வேறுபொருட்களைக் கொண்டும் பெறலாம். எடுத்துக்காட்டாக (படம் 8–9–ல் காட்டி



படம் 8–9.

யுள்ளபடி), குளிர்வியும், நொறுக்கப்பட்ட மேக்னசைட்டும் (crushed magnosite), சிலிகான் கார்பைடும் (Silicon carbide) தினசத் திடப்பொருளாதலை ஊக்குவிக்க உதவுகின்றன.

(ஆ) உட்புறக் குளிர்விகள் (Internal chills) : வெளிப்புறக் குளிர்விகளால் பலன்பெற முடியாத இடங்களில் உட்புறக் குளிர்விகள் உதவுகின்றன. உட்புறக் குளிர்விகள் (படம் 8–10–ல்) காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 8–10. உட்புறக் குளிர்விகள்.

பின்வரும் காரணங்களினால் உட்புறக் குளிர்விகளை வெளிபுறக் குளிர்விகளைப் பயன்படுத்துவதைவிட கவனமாகப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

1. குளிர்வி வார்ப்படத்துடன் இரண்டறக் கலந்து விடாமற் போகலாம். இதனுல் வார்ப்படம் அவ்விடத்தில் பலவீனமாக இருக்கும்.

2. அது முழுவதும் உலோகக் குழம்பால் சூழப்படுவதால் மிகச் சுத்தமாக இருக்கவேண்டும். ஏதாவது வாயுக்கள், குளிர்வியிலிலுள்ள ஈரத்தால் உண்டாகுமாஞல், உடனே வெளியேற வாய்ப்பில்லே.

3. குளிர்வி பயன்படுத்தப்பட்ட இடத்தில் வார்ப்படத்தின் குணங்கள் மாறுபடலாம்.

4. குளிர்வி கிட்டத்தட்ட வார்ப்பட உலோகத்தின் இயல்புகளைக் கொண்டதாக இருக்கவேண்டும்.

9. தூய்மைப்படுத்தலும் இறுதியாக்கலும்
(Cleaning and Finishing)

உலோகக்குழம்பை ஊற்றிக் குளிர வைத்தபின், மண் குழிவுகள் உடைக்கப்பட்டு வார்ப்படங்கள் வெளியிலெடுக்கப் படுகின்றன. இதற்கு, 'உலுக்குதல்' (shake-out) என்று பெயர். ஆனால், இந்நிலையில், வார்ப்படங்களை உருவாக்குதல் முற்றுப் பெற்றதாகக் கூறமுடியாது. ஏனென்றால், வார்ப்படம் குழிவிலிருந்து வெளியில் எடுக்கப்படும்போது, அதனுடன் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும், மண், உயரி, பாதைகள், குளிர்விகள் ஆகியவற்றுடன் காட்சி அளிக்கிறது. அவற்றையெல்லாம் நீக்கி, வார்ப்படத் தயாரிப்பை முற்றுப்பெறச் செய்யும் செயல்களே, தூய்மைப்படுத்தலும், இறுதியாக்கலும் ஆகும். கீழ்க்கண்ட நிலைகளில் இதனைச் செயலாற்றலாம்.

1. உட்படிவங்களை நீக்குதல்.

2. புறப்பரப்பைத் தூய்மைப்படுத்தல் (மண், ஆக்சைடு படுகை (Oxide scale) ஆகியவற்றை நீக்குதல்).

3. பாதைகளையும், உயரிகளையும் நீக்குதல்.

4. சிறு அளவில் பழுதுபட்ட வார்ப்படங்களைச் சரிப்படுத்தல்.

5. வெப்ப நடக்கை (Heat treatment).

தூய்மைப்படுத்தலுக்கும், இறுதியாக்கலுக்கும், ஆகக்கூடிய செலவு, வார்ப்படத்தின் மொத்த விலையில் கணிசமான அளவு இருக்கக்கூடுமாதலால், அவற்றைச் செயல்படுத்துவதில் அசட்டையாக இருந்து விடக்கூடாது.

9–1. உட்படிவத்தை நீக்கலும், புறப்பரப்பைத் தூய்மைப்படுத்தலும்:

பொருத்தமான சாதனத்தைப் பயன்படுத்தினாலன்றி உட்படிவத்தை நீக்குதல் கடினமாகி விடும். சாதாரணமாக சம்மட்டியால் அடித்தலும், அதிர்வடையச் செய்தலும், உட்படிவத்தைத் தளரவைத்து, உடைத்துவிடும். பெரிய வார்ப்படங்களிலிருந்து, உட்படிவங்களை நீக்குதல், நீர் பீச்சுதல் (hydro blasting) மூலம் நடத்தமுடியும். உட்படிவங்கள் நீக்கப்பட்டபின், உட்புறங்களும், வெளிப்புறங்களும் சேர்த்துத் தூய்மைப்படுத்தப் படுகின்றன. வார்ப்படத்தில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் மண்ணை நீக்கிச் சீரான வழவழப்பான பரப்பை ஏற்படுத்துவதே பரப்பைத் தூய்மைப்படுத்துவதன் நோக்கமாகும்.

எந்த அளவிற்குப் புறத்தைத் தூயதாக்குதல் தேவைப்படும் என்பது வார்ப்பட உலோகத்தைப் பொறுத்தது. எஃகு வார்ப்படங்களைத் தூய்மைப்படுத்துவதில் வேலை அதிகம். அலுமினிய வார்ப்படங்களைத் தூய்மைப்படுத்துவதில் வேலை குறைவு. கம்பி பிரஷினால் (wire brush) தூய்மைப்படுத்தும் வேலை, தொல்லையானதும், அதிக நேரம் பிடிக்கும் வேலையானதாலும், பொதுவாக இயந்திரக் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

'தடுக்கி உராய்தல்' (tumbling) முறையில், பரப்பு தூய்மை செய்யப்படவேண்டிய வார்ப்படங்கள், ஏற்றதொரு, பீப்பாய் போன்ற கொல் கலனில் போடப்படுகின்றன. அதனுள் கடின எஃகு உருண்டைகளும் உள்ளன. இப்பொழுது பீப்பாய் அதன் நடுத்தண்டை மையமாகக்கொண்டு, தேவையான கால அளவிற்குச் சுழற்றப்படுகிறது. எஃகு உருண்டைகள், வார்ப்படங்களின் மேல் மோதி, உருண்டு உராய்வதால் பரப்பு தூய்மையாகிறது.

மற்றொரு முறையில் சுரண்டும் துணுக்குகள் (abrasive particles) அதிக வேகத்தில் வரும் காற்றுடன் கலந்து தூய்மை செய்யப்படவேண்டிய பரப்பின்மேல் பாய்ச்சப்படுகிறது. இம் முறைக்கு, 'அழுத்தக் காற்று மோதி தூய்மையாக்குதல்' (Compressed air impact cleaning) என்று பெயர். காற்று, சதுர செ. மீ.-க்கு 7 கி. கிராம் அழுத்தத்தில் இருக்கும். காற்றுடன் வரும் சுரண்டும் துணுக்குகளின் வேகம் 2000 மீ. முதல் 4500 மீ/ நிமிடம் வரை இருக்கும். இத் துய்மையாக்கும் முறை, ஒரு மூடப்பட்ட அறையினுள் நடத்தப்படும். இயக்குபவர், வெளியிலிருந்து ஒரு கண்ணாடி சாளரம் மூலம் உள்ளே கவனித்து, காற்றின் போக்கை வார்ப்படத்தின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளுக்குத் திருப்பிக் கொண்டிருப்பார்.

வேறொரு முறையில், அழுத்தப்பட்ட காற்றின் உதவி இன்றி, சுரண்டும் துணுக்குகள் மட்டும் மைய ஈர்ப்பு விசையாய் தூய்மை செய்யப்பட வேண்டிய புறங்களின்மேல் வீசப்படுகின்றன. இதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கருவி, நிமிடத்திற்கு 1800 முதல் 2500 சுற்றுகள் சுற்றும் ஒரு, இறகுகளுடைய உருளி (Vaned wheal) கொண்டது. சிராய்க்கும் துணுக்குகள், ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் உருளியின் மையத்திற்கு அருகே கொட்டப்படுகிறது. மைய ஈர்ப்பு விசையால் சுரண்டும் துணுக்குகள், இறகுகள் வழியாக, இறகுகளின் வெளிநுனிவரை தள்ளப்பட்டு, வார்ப்படத்தின் மீது விசையுடன் வீசப்படுகிறது. பரப்பைத்தாக்கும் துணுக்குகளின் வேகம், விநாடிக்கு, 60 மீ. முதல் 75 மீ. வரை இருக்கும். இந்த உருளிகள் மாறுநிலையில் (fiixed position) பொருத்தப்பட்டிருப்பதால், வார்ப்படங்களைத் துணுக்குகள் வீசப்படும் இலக்கிற்கு எதிரே கொண்டுவந்து, அதனைப் பலபக்கங்களிலும் திருப்பித் தூய்மைப்படுத்த வேண்டும்.

கடும் வேக நீர் முறையில் (hydroblast) 15 சதம் மணலும், 85 சதம் நீரும் உள்ள அதிவேக பீறி பயன்படுத்தப்படுகிறது. தண்ணீர் கன செ.மீ.–க்கு 140 கி. கிராம் அழுத்தத்தில் பீற்றியிலிருந்து (nozzle) அனுப்பப்படுகிறது. இதனால், பீறலின் வேகம் நிமிடத்திற்கு. 6000 மீ. வரை கிடைக்கிறது. ஈரமண் அதிவேகத்துடன் பாயும் நீரினால் உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுகிறது. இயக்குபவர். பீற்றியின் நிலையைப் பல கோணங்களிலும், திசைகளிலும் திருப்பி, வார்ப்படத்தின் பல பரப்புக்களையும் தூய்மை செய்ய வேண்டும்.

9–2 பாதை, உயரி நீக்குதல் :

இது பொதுவாக வெட்டி எடுக்கும் வேலையாகும். வார்ப்படத்தின் உலோகம், அளவு போன்றவற்றைப் பொறுத்து, பல முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை :

1. வார்ப்படத்திலிருந்து பாதைகளை உடைத்தல்;

2. உலோகம் அறுக்கும் ரம்பம் கொண்டு அறுத்தல்;

3. ஆக்ஸி-அசிட்டிலின் (oxy-acetylene) வெட்டும் சுடர் (cutitng torch) கொண்டு பிரித்தல்;

4. வெட்டும் சாணை உருளியைப் பயன்படுத்தி வெட்டுதல்.

நீட்டிக் கொண்டிருக்கும், பாதைகளையும், உயரியையும், சம்மட்டியால் அடித்து உடைக்கலாம். பிறகும், நீட்டிக்கொண்டு

இருக்கும் பகுதிகளை உளிகொண்டு, செதுக்கி நீக்கலாம். செதுக்கியபின் சாணை உருளிகொண்டு அரைத்து, அப்பகுதிகளைச் சீராக்கலாம்.

வெட்டும் சுடரில் ஆக்ஸிஜன்-அசிட்டிலின் வாயுக்கள் கலந்து எரிவதால் ஏற்படும் வெப்பத்தாலும், பிராணவாயு இரும்புடன் நடத்தும் எதிர்ச்செயலாலும் ஆக்ஸி-அசிட்டிலின் சுடர்படும் பகுதிகளில் இரும்பு உருகி, அப்பகுதி வெட்டப்படுகிறது. இம்முறை விரைவானது.

சாணை இயந்திரம் சுமார் 3 மீட்டர் நீளமுடைய சட்டம் கொண்டது. சட்டத்தின் ஒரு முனையில் சாணை உருளி பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மறு முனையில் உருளியை அதிக வேகத்தில் சுழற்றும் மின்மோட்டார் உள்ளது. சட்டத்தின் நடுப்பகுதி கூறையிலிருந்து தொங்கும் கொக்கியில் மாட்டப்பட்டுத் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். இதனால், சட்டத்தை அழுத்தி, சாணை உருளியை உயர்த்தவும், தாழ்த்தவும் செய்யலாம். சட்டத்தை அழுத்த கைப்பிடிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. நீக்கவேண்டிய பகுதியின் மேல் சாணை உருளியை அழுத்தினால், அது அரைக்கப்பட்டு, நீக்கப்படும்.

9–3. தகைவும் தகைவு நீக்கமும்

சம அளவுகளில்லாத பகுதிகளைக் கொண்ட வார்ப்படங்களிலும் சிக்கலான வகுதிகொண்ட வார்ப்படங்களிலும் வெவ்வேறு பாகங்கள் வெவ்வேறு விகிதங்களில் குழிவுகளில் குளிர்கின்றன. மெல்லிய பாகங்கள் தடிமனான பாகங்களை விட வேகமாகக் குளிர்ந்து சுருங்குகின்றன. சிறு பாகங்களின் குளிர்ந்து சுருங்கும் வேகத்திற்குப் பெரிதான, மெதுவாகக் குளிரும் பாகங்கள் அணை போட்டுத் தடுக்கின்றன. இதனால் வார்ப்படத்தில் இயல்பாகவே தகைவுகள் ஏற்பட்டு விடுகின்றன. இதனைத் தவிர, மிக உறுதியான குழிவமைப்பு மண், கடினமான உட்படிவம் போன்றவைகளும் வார்ப்படம் குழிவினுள் கட்டுப்பாடின்றி சுருங்குவதற்குத் தடையாக இருந்து, தகைவுகளை ஏற்படுத்திவிடுகின்றன. இத்தகைய தகைவுகள், வார்ப்படத்தின் பாகங்களை வளைத்துவிடக் கூடிய அளவுக்கு அல்லது வார்ப்படத்தைப் பயன்படுத்தும்போது உடைந்துபோகும் அளவுக்குக் கடுமையானதாக இருக்கலாம். எனவே, வார்ப்படத்தைப் பயன்படுத்து முன் இத்தகைவுகளை நீக்கிவிட வேண்டியது அவசியமாகும்.

தகைவுகளை நீக்குவதற்கு வார்ப்படங்களை வெப்பத் தகைவு நீக்க நடக்கைக்கு (Thermal Stress - relieving treatment)

உட்படுத்தவேண்டும். எஃகு வார்ப்படங்கள் சுமார் 590° செ.கி. அளவு வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப்பட்டுப் பின் வெப்ப உலையிலேயே மெதுவாகக் குளிர்விக்கப்படுகின்றன. வார்ப்பிரும்பு வார்ப்படங்கள் 430° செ.கி. முதல் 590° செ.கி. வரை வெப்பப் படுத்தப்பட்டு மெதுவாகக் குளிர்விக்கப்படுகின்றன. இரும்பு அல்லாத மற்ற உலோகங்கள் 200° செ.கி. முதல் 260° செ.கி. வரை வெப்பப்படுத்தப்பட்டுக் குளிர்விக்கப்படுகின்றன.மேற்குறிப் பிடப்பட்டுள்ள வெப்பநிலைகளில் அவற்றின் அளவுகளை ஒட்டி, வார்ப்படங்கள் 1 முதல் 5 மணி வரை வைக்கப்பட்டுப் பின் குளிர்விக்கப்படுகின்றன.

மிகப் பெரிய வார்ப்படங்களை, முழுவதுமாக வெப்ப நடக் கைக்கு (Heat Treatment) உட்படுத்த முடியாவிட்டால் குறிப் பிட்ட இடங்களில் மட்டும் நடக்கை செய்யலாம். எங்கெங்கு உள்ளிடப்பட்ட தகைவுகள் (internal stresses) இருக்குமோ, அந்த இடங்களை மட்டும் வாயுக்குழலினுல் (gas tarch) வெப்ப மாக்கலாம். இதில் முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டியது என்ன வென்றுல், சிகிச்சைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட இடங்களின் அருகில் தகைவுகள் ஏற்பட்டு விடாதபடி மிகக் கவனமாகச் செய்தல் வேண்டும்.

10. மண் வார்ப்படங்களின் குறைகளும் அவற்றைச் சோதிக்கும் முறைகளும்
(Sand-casting Defects and Inspection Methods for Defects)

குறைபாடுள்ள வார்ப்படங்கள் வார்ப்படத் தொழில் துறையில் எப்பொழுதுமே ஒரு பிரச்சினையாக இருந்து வந்திருக்கிறது. மற்ற உற்பத்தி முறைகளுடன் ஒப்பிடுகையில் வார்ப்பட உற்பத்திமுறை பல மாறிகளைக் (variables) கொண்டிருக்கிறது. வார்ப்படத்தொழிலில் பொதுவாகக் குறைபாடுகளால் ஏற்படும் அதிக அளவு இழப்பிற்கு இதுவும் ஒரு காரணமென்று கொள்ளலாம். ஆயினும் மிகுந்த கவனத்துடன் பல மாறி 'களைக் கட்டுப்பாட்டிற்குள் கொண்டுவந்து விட்டால் பெரும்பாலான குறைபாடுகளைத் தவிர்க்க முடியும். ஒரு குறிப்பிட்ட வார்ப்படக் குறைபாட்டினைத் தவிர்க்க வேண்டுமாயின், அதனைப்பற்றிய எல்லாக் குறிப்புகளையும் அறிந்து கொள்வதே அதற்கு முதற்படியாகும். இக்குறிப்புகள், குறைபாட்டின் தன்மைகள், அது ஏற்படுவதற்குரிய காரணங்கள், அதனை நீக்குவதற்குரிய மாற்றுமுறைகள் ஆகியவற்றைக் கணிப்பதற்கு உதவுகின்றன.

10-1. வார்ப்படக் குறைபாடுகள்

முக்கியமான வார்ப்படக் குறைபாடுகள் பின்வரும் பத்திகளில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன:

1. **காற்றுத் துளைகள் (Blow Holes):** இவை வழவழப்பான பக்கங்களுடன் வட்டமான காலியிடங்களாகக் காணப்படும். இவை வார்ப்படங்களின் புறங்களிலும் புறங்களுக்குச் சற்று அடியிலும் (Sub-surface) தோன்றும் குறைபாடுகளாகும். வெப்பமான உலோகக்குழம்பைக் குழிவினுள் ஊற்றும்போது,

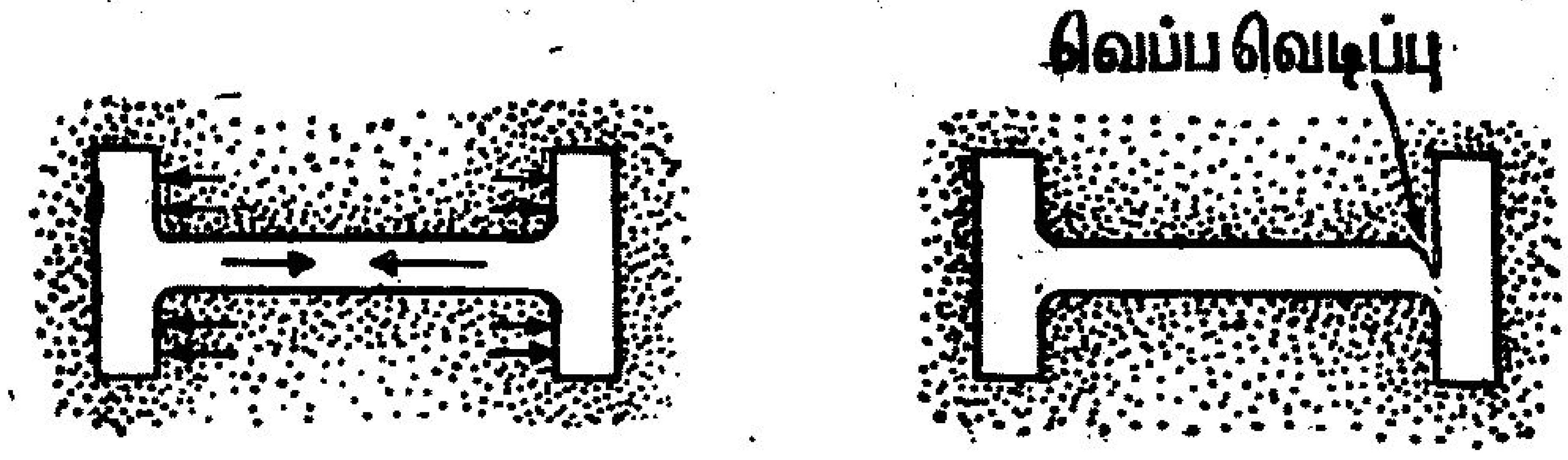
குழிவமைப்புமண் அல்லது உட்படிவ மண்ணிலிருந்து உண்டாகும் வாயுக்கள், நீராவி போன்றவை விரைவில் வெளியேற வாய்ப் பின்றி, திடப்பொருளாகும் உலோகத்திஞல் உள்ளடக்கப்பட்டால் இக்குறைபாடு தோன்றும். குழிவு, தேவையான அளவு நுண் துளைத்தன்மை கொண்டிருந்தால் அல்லது குழிவில் போதுமான அளவு வாயுக்கள் வெளியேற உதவியாகத் துளைகள் கிட்டியிருந் தால் வாயுக்களை விரைவில் வளியேற்றி இக்குறைபாடு தோன்று வதைத் தவிர்க்கலாம்.

2. **வாயுத் துளைகள்** (Gas Holes) : சில நேரங்களில் உலோகக் குழம்பு கொந்தளிப்புடன் குழிவினுள் நுழைவதால் குழி வில் உள்ள காற்றைத் தன்னுடன் இழுத்துக் கொள்கிறது. மேலும் அதிக வெப்ப நிலையில் உள்ள உலோகக்குழம்பில் பல வாயுக்கள் கலந்திருக்கலாம். உலோகம் திடப்பொருளாகுமுன் இவை வெளியேருவிடில், வார்ப்படத்தினுள் அடக்கப்பட்டுக் காலியிடங் களை உண்டாக்கும். அவை 'வாயுத் துளைகள்' எனக் குறிக்கப்படு கின்றன. சாதாரணமாக, 'வாயுத் துளைகள்', வார்ப்படத்தின் மேற்பகுதியில் புறத்திற்கு அடியில் காணப்படுகின்றன. உலோகக் குழம்பைக் கொந்தளிப்பு இன்றி குழிவினுள் ஊற்றுவதாலும் சரியான உருக்கும் நுணுக்கத்தைக் (melting) technique) கையாண்டு உலோகக்குழம்புடன் கலந்துள்ள வாயுக்களை நீக்குவ தாலும் இக்குறைபாடு ஏற்படுவதைத் தவிர்க்கலாம்.

3. **சுருங்கல் பொந்துகள்** (Shrinkage Cavities) ; உலோகம் திடப்பொருளாகும் போது அதன் கன அளவு சுருங்குகிறது என் பதை முன்பே பார்த்தோம். அவ்விதம் சுருங்கும் அளவுக்கு, மேற்கொண்டு உலோகக்குழம்பு வழங்கி, சுருங்கலை ஈடுசெய்ய வேண்டும் அல்லது வார்ப்படத்தில் கடைசியில் உறையும் பகுதி யில் பொந்துகள் ஏற்படும். இதனைத் தவிர்க்க சரியான இடத்தில் சரியான அளவு உயரியை அமைத்து, சுருங்கும்போது தேவை யான உலோகக்குழம்பை அளிக்க வேண்டும்.

4. **வெப்ப வெடிப்புகள்** (Hot tears) : வார்ப்படம் திடப் பொருளானவுடன், திடநிலையில் அறையின் வெப்ப நிலைக்குக் குளிரத் தொடங்கிய அப்போதும் அதன் கன அளவு ஓரளவு சுருங்கும். வார்ப்படத்தின் அமைப்பைப் பொருத்தோ, குழிவின் இயல்பைப் பொருத்தோ, சில பகுதிகள் விரைவில் குளிர்ந்து அதனை ஒட்டியுள்ள பகுதிகள் சுருங்குவதைத் தடுக்கும். இவ்வாறு தடுக்கப்படுவதால் அப்பகுதிகளில் நீட்சித்தகைவு (tensile stress) உண்டாகும். உலோகம் வலுவற்று இருப்பின், தகைவைத்

தாங்க முடியாமல் வெடிப்புகள் உண்டாகும். இவ்விதம் உண்டாகும் வெடிப்புகள் 'வெப்ப வெடிப்புகள்' என அழைக்கப் படும் (படம் 10-1).



படம் 10-1. வெப்ப வெடிப்பு

5. **தவறோட்டம் (Misrun) :** வார்ப்படத்தின் சில பகுதிகள் மிகவும் மெல்லியதாக இருந்தாலோ, உலோகக்குழம்பின் வெப்ப நிலை குறைவாக இருந்தாலோ, குழிவின் எல்லாப் பகுதிகளையும் உலோகக்குழம்பு நிறைக்குமுன் சில பகுதிகள் திடப்பொருளாகி விடுகின்றன. இக் குறைபாடு 'தவறோட்டம்' ஆகும். வார்ப் படத்தைச் சரியாக வகுதி செய்வதாலும் உலோகக்குழம்பைத் தேவையான வெப்பநிலையில் ஊற்றுவதாலும் இதனைத் தவிர்க் கலாம்.

6. **குளிர் மூட்டம் (Cold shut) :** குழிவமைப்பினுள் எதி ரெதிர் திசைகளில் இருந்து பாய்ந்துவரும் இரு உலோகக் குழம்பு ஓட்டங்கள் சந்திக்கும்போது அவற்றின் வெப்பநிலை குறைவா யிருந்தால், இரண்டும் சரியானபடி இணையாமல் (fuse) போக லாம். அப்போது வார்ப்படம் சீராக அமையாமல் இரு பகுதிகள் போன்று அமைந்துவிடும். இது 'குளிர் மூட்டம்' ஆகும்.

7. **நுண் துளைகள் (Pin holes) :** இவை முக்கியமாக அலுமினி யம், செம்பு இவற்றின் கலப்பு உலோக வார்ப்படங்களில் காணப் படுகின்றன. நுண் துளைகள் ஏற்படக் காரணம் ஹைட்ரஜன் வாயு (Hydrogen gas) ஆகும். பல உலோகங்கள்-முக்கியமாக அலுமினி யம் செம்புக் கலப்பு உலோகங்கள் திரவ நிலையில் ஹைட்ரஜனை ஈர்த்துக் கொள்கின்றன. உலோகம் திடப்பொருளாகும்போது வாயு வெளியேற முடியாமல் பல நுண்ணிய துளைகளை ஏற்படுத்தி விடுகிறது. ஹைட்ரஜன் வாயுவை முழுவதுமாக நீக்குவது இய லாத காரியம். ஆனல் சில முன்னெச்சரிக்கைகளைக் கடைப் பிடிப்பதின் மூலம் அதன் அளவைக் குறைக்கலாம். உலோகத்தின் வெப்பநிலை குறையும்போது வாயுக்களின் கரைதிறன் (Solubility) குறைகிறது எனவே, வாயுக்கள் உலோகக்குழம்பிலிருந்து வெளி யேறும். ஆனல் அதற்குள் உலோகம் திடப்பொருளாகி விடுவ

தால் உள்ளே அடக்கப்பட்டு நுண் துளைகள் ஏற்படக் காரணமாகி விடுகின்றன. ஹைட்ரஜன் வாயுவைத் திரவ அலுமினியத்தி லிருந்து நீக்க, உலர்ந்த குளோரின் அல்லது உலர்ந்த நைட்ரஜன் வாயுவை உலோகக்குழம்பு மூலமாகக் குமிழ்களாகச் செலுத்த லாம். இவ்வாயுக் குமிழ்கள் ஹைட்ரஜன் வாயுவையும் சேர்த்துக் கொண்டு வெளியேறிவிடுகின்றன.

8. **ஆக்ஸைடு உள்ளடங்கல்** (Oxide Inclusions) : இது மேற் பரப்பிலோ, உள்ளேயோ வண்ணப் பொருளாகக் காட்சியளிக்கும். பரப்பில் இருந்தால் வார்ப்படத்தை தூய்மைப் படுத்தும்போது நீக்கப்பட்டுவிடும். உள்ளே இருக்கும் ஆக்ஸைடு வார்ப்படத்தைப் பலவீனமாக்கும். உலோகக்குழம்பைக் கொந்தளிப்பு நிலையில் ஊற் றுவதால் இக்குறைபாடு ஏற்படுகிறது. சரியானபடி பாதைகள் அமைத்து அமைதியான நிலையில் திரவ உலோகத்தைக் குழிவினுள் நுழைப்பதால் இதனைத் தவிர்க்கலாம்.

9 **உலோக ஊடுருவல்** (Metal Penetration) : இதனால் வார்ப் படத்தின் புறப்பரப்பு சொரசொரப்பாக இருக்கும். மண் துணுக்குகளின் அளவு (grain size) பெரிதாக இருக்குமாயின், இரு துணுக்குகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியில் உலோகம் ஊடுருவிச்சென்று மண் அடுக்குடன் (sand iayer) கலந்து விடுவ தால் இக்குறைபாடு ஏற்படுகிறது. குழிவின் சுவர்களில் பொடித் துணுக்குகளை அல்லது கரித்தூள் சேர்க்கையைக் கலந்து பயன்படுத் தினால் இக் குறைபாட்டை நீக்கலாம்.

10. **மண் உருகி இணைதல்** (Sand Fusion) : இது வார்ப் படத்தின் புறப்பரப்பில் உலோகமல்லாத பொருளாலான வெள்ளைப்பட்டையாகக் காணப்படும். வெப்பம் பொறுக்குந் தன்மை குறைவாக உள்ள குழிவமைப்பு மண்ணை உபயோகிப் பதாலோ, ஒரு சிறிய உட்படிவம் அதிக அளவு உலோகத்தால் சூழப்படுவதால் மண்ணின் வெப்பநிலை அதிகமாக உயருவதாலோ, மண் வெப்பத்தைத் தாங்க முடியாமல் உருகி உலோகத்துடன் படிந்துவிடுவதே இதற்குக் காரணமாகும். சரியான அளவு வெப்பந்தாங்குந் தன்மையுடைய குழிவமைப்பு மண்ணைப் பயன் படுத்துவதாலும் உட்படிவ வகுதியைச் சரிப்படுத்துவதாலும் இக் குறைபாடு ஏற்படாமல் தடுக்கலாம்.

11. **கசிவு** (Flash) : குழிவின் இருபாதிகளும் சேரும் இடைப் பகுதி வழியாக உலோகம் கசிவதால் இது ஏற்படுகிறது. இரு குழிவமைப்புப் பெட்டிகளும் தேவையான அளவு இணைத்து பொருத்தப்படாமல் இருப்பதே இதற்குக் காரணம். மிருதுவான

பொருளைக்கொண்டு இடைவெளியை அடைத்து விட்டால் இக் குறைபாடு ஏற்படாது.

12. **எலிவால் (Rat tail) :** குழிவமைப்புச் சுவரின் மெல்லிய குழிவமைப்பு மண்ணடுக்கு, உலோகத்தின் வெப்பத்தால் விரிவடைவதால் இக்குறைபாடு ஏற்படுகிறது. வார்ப்படத்தின் பரப்பில் ஒழுங்கற்ற (Irregular) கோடுபோன்று இது காணப் படும்.

10-2. சோதனை முறைகள்

வார்ப்படத்தின் தரம் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு அமைந்துள்ளதா என்பதை அறிய, உருவாக்கப்பட்ட வார்ப்படத்தைச் சோதனை செய்ய வேண்டும். வார்ப்படத்தின் குறைபாடுகளை எவ்வளவு விரைவில் கண்டுபிடிக்க முடியுமோ, அந்த அளவுக்கு அவ் வார்ப்படத்தை உருவாக்க எடுத்துக்கொள்ளும் வேலையும் நேரமும், செலவும் வீணாவதைத் தடுக்க முடியும்.

வார்ப்படச் சோதனை முறைகளைப் பின்வருமாறு பிரிக்கலாம்:

1. கண்பார்வையால் நடத்தக்கூடிய புறச் சோதனைகள் (visual Inspection).

2. வார்ப்பட அளவுச் சோதனைகள் (Dimensional Inspection).

3. சிதைத்துக் கணிக்கும் சோதனைகள் (Destructive Tests).

4. சிதையாக் கணிக்கும் சோதனைகள் (Non-destructive Tests).

முழுஅளவுச் சோதனை, பொதுவாக, மேற்கூறப்பட்ட எல்லாச் சோதனைகளையும் உள்ளடக்கியதாகும்.

1. **புறச்சோதனைகள் :** வார்ப்பட வெடிப்புகள், ஊது துளைகள், உலோக ஊடுருவல், தவறேட்டம் போன்ற குறைபாடுகள் வார்ப்படத்தின் பரப்பில் தோன்றுவதால், கண் பார்வையாலேயே அவற்றை அடையாளம் கண்டுகொள்ளலாம். குறிப்பிட்ட குறைபாட்டிற்குரிய காரணத்தை கூர்ந்தறிந்து அதனைப் போக்கத்தக்க நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

2. **அளவுச்சோதனை :** இவ்வகைச் சோதனைகள் பலவித அளவிகளைக் கொண்டு (gauges) நடத்தப்படுகின்றன. வார்ப் படத்தின் நீள, அகலங்கள், தடிமன், கோணங்கள், விட்டங்கள்

மற்றும் இவை போன்ற அளவுகளைக் கணிக்கப் பல அளக்கும் கருவிகள் (measuring instruments) உள்ளன. அவற்றைக் கொண்டு தேவையான துல்லியத்திற்கு (accuracy) வார்ப்பட அளவுகள் அமைந்திருக்கின்றனவா என்பதைக் சோதிக்கலாம்.

3. **சிதைத்துக் கணிப்புச் சோதனைகள் :** இம்முறையில் சோதிக்கப்படும் வார்ப்படங்களை மீண்டும் உபயோகிக்க இயலாது. எனவே உற்பத்தியாகும் வார்ப்படங்களில் இடையிடையே சிலவற்றை எடுத்து அவற்றைச் சோதித்து, வார்க்கும் முறை சரியான படி நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறதா என்பதை அறியலாம். நீட்சித் தகைவு (Tensil stress), கடினத்தன்மை (hardness), சறுக்குத் தகைவு (Shear stress), குறுக்குத் தகைவு (Transverse-stress), மோதும் வலிமை (impact stren th), நலிவு வலிமை (fatigue strength) ஆகிய குணங்களை அவற்றிற்குரிய சாதனங்களையும் சோதனைமுறைகளையும் கொண்டு கண்டறியலாம்.

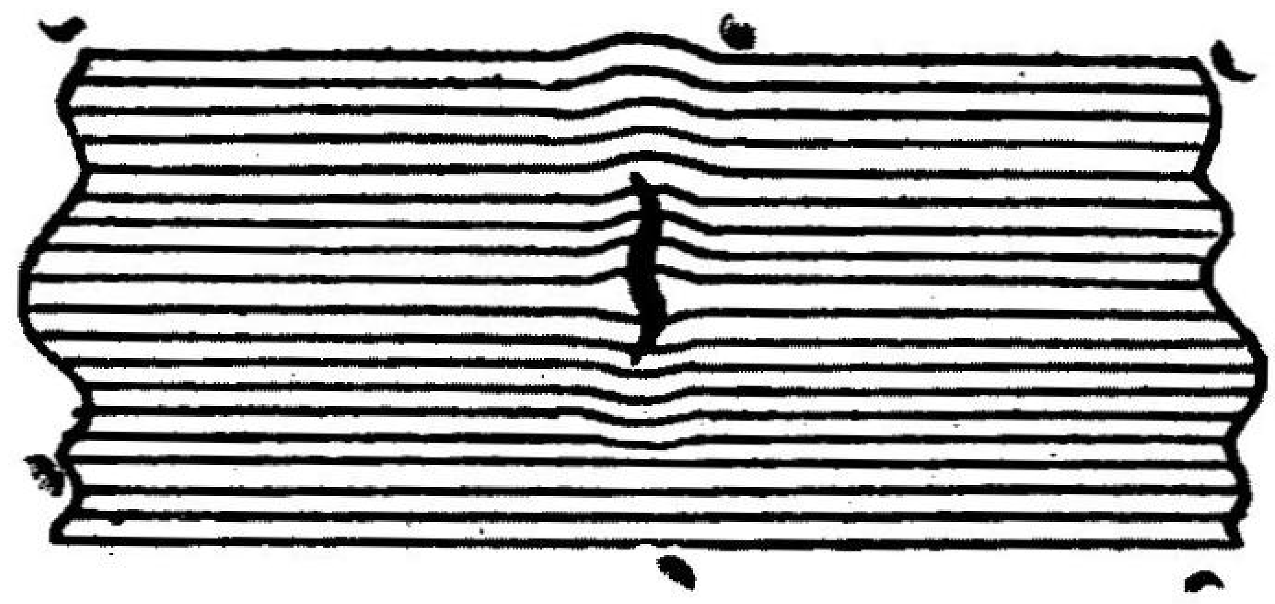
4. **சிதையாக் கணிப்புச் சோதனைகள் :** இச் சோதனைகளினால் வார்ப்படத்தின் உள்ளே இருக்கும் குறைபாடுகளையும் வார்ப்படத்தை உடைக்காமலேயே கண்டுபிடிக்கலாம். இதனால் இம்முறைகள் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்முறைகளில் பல வகையுள்ளன.

அ. **அழுத்தச் சோதனை (Pressure Testing) :** நீரேற்றியின் Pump hou ings), குழாய்கள் போன்ற வார்ப்படங்கள் திரவத்தை கையாளுவதற்காகத் தயாரிக்கப்படுவதால் அவற்றின் சுவர்கள் மூலமாக, திரவம் கசியாமல் இருக்க வேண்டும். இதனைச் சோதிக்க வார்ப்படத்தினுள் சதுர செ.மீ–க்கு 3 கி. கிராம் முதல் 7 கி. கிராம் வரையிலான அழுத்தத்தில் காற்றை நிரப்பி அதனை சோப்புத் தண்ணீருள்ள தொட்டியில் அமிழ்த்த வேண்டும். கசிவு இருப்பின், காற்று குமிழ்களாக வெளிவரும்.

சில சமயங்களில் வார்ப்படத்தின் வலிமையைச் சோதிக்கவும் 'அழுத்த சோதனை' பயன்படுவதுண்டு. அதற்கு, நீர் அல்லது எண்ணெயை வார்ப்படத்தினுள் அதிக அழுத்தத்தில் அடைக்க வேண்டும். எவ்வளவு அழுத்தத்தை வார்ப்படம் தாங்கிக் கொள்கிறதோ அதைக்கொண்டு வார்ப்படத்தின் வலிமையைக் கணக்கிடலாம்.

(ஆ) காந்தத்துகள் சோதனை (Magnetic particle inspection) : இரும்பு வார்ப்படங்களில் கண்ணுக்குப் புலப்படாத குறைபாடுகளை–புறத்தின் மீதோ புறத்திற்குச் சற்று உள்ளேயோ, மிக

நுண்ணிய அளவில் உள்ள குறைபாடுகளை—இம்முறையைக் கொண்டு சோதித்தறியலாம். மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சியோ, வேறு ஏதாவது ஒரு முறையினாலோ, வார்ப்படத்தைக் காந்த சக்திக்கு உட்படுத்தினால் (படம்–10-2)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி



படம் 10–2, காந்தத் துகள் சோதனை.

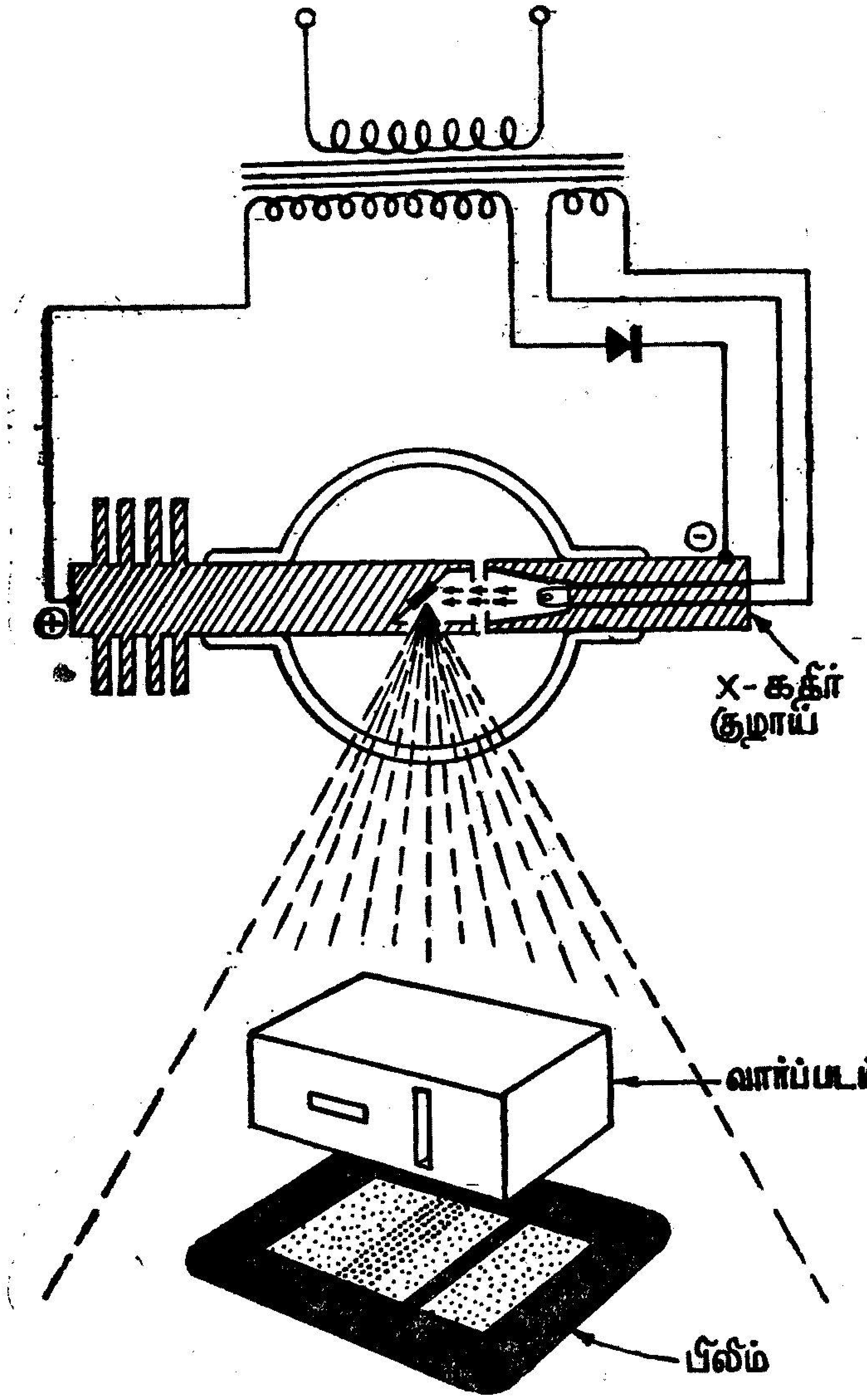
காந்தப்புலம் (magnetic field) உண்டாக்கப்படுகிறது. இப்போது வார்ப்படத்தின் புறப்பரப்பின் மீது காந்தத் துகள்களைத் தூவினால், அவை காந்தப் புலத்தின் திசையிலேயே தாமாக வரிசைப்படுத்தி நிற்கும். வார்ப்படத்தில் வெடிப்பு உள்ள இடத்தில் மட்டும் காந்தப் புலத்தின் தொடர்ச்சி அறுப்பட்டு விடுவதால் அவ்விடத்தில் உள்ள காந்தத் துகள்களும் வரிசையிலிருந்து விலகி அமையும். இதனைக்கொண்டு குறைபாட்டைக் குறிப்பாக அறியலாம்.

(இ) ஒளிரும் ஊடுருவி (Fluorescent penetrant) : காந்த உணர்வற்ற (non-magnetic) கலப்பு உலோகங்களில் பார்வைக்குப் புலப்படாத குறைபாடுகளைக் கண்டுபிடிக்க முந்தைய முறையைப் பயன்படுத்த முடியாது. எனவே, ஒளிரும் ஊடுருவியைப் பயன்படுத்தி அவற்றைச் சோதிக்கலாம்.

சில இரசாயனப் பொடி கலக்கப்பட்ட ஊடுருவும் எண்ணெயை வார்ப்படத்தின் புறங்களில் தடவவேண்டும். சில சமயங்களில் வார்ப்படத்தை எண்ணெயினுள் ஊறவும் வைக்கலாம். மெல்லிய வெடிப்புகள் இருந்தால் அவைமூலம் எண்ணெய் ஊடுருவிச் செல்லும். சிறிது நேரம் கழித்துப் புறப்பரப்பை நன்றாகத் துடைத்து விட்டு, 'புற ஊதாக் கதிர் விளக்கி'ன் (ultra-violet lamp) வெளிச்சத்திற்கடியில் வார்ப்படத்தை வைத்தால், எண்ணெய் ஊடுருவிய இடங்கள் ஒளிரும். அதன் மூலம் குறைபாடுகளைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

(ஈ) X–கதிர் சோதனை (X-Ray Testing) : சாதாரண ஒளியின் அலைநீளம் 5.500 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகுகள் (5.500 Angstram units or 5500×10^{-8} c.m.) ஆகும். ஆனால், X–கதிர்

களின் அலைநீளம் 0.001 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு முதல் 40 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு வரை இருக்கும். இக்குறுகிய அலைநீளத்தை உடைய காரணத்தால், X-கதிர்கள், திடப்பொருட்களின் அணுக்களில்



படம் 10-3. X-கதிர் சோதனை.

உள்ள இடைவெளிகளின் ஊடே கடந்து செல்ல முடியும். இக்கதிர்களின் ஊடுருவும் திறன், பொருளின் அடர்த்தியைப் பொருத்தது. சான்றாக, எஃகைவிட அலுமினியத்தின் வழியாக மிக எளிதாக X-கதிர்கள் ஊடுருவும்.

வேகமாகச் செல்லும் மின்னணு (election) ஒரு பொருளினால் தடுத்து நிறுத்தப்பட்டால், X–கதிர்கள் உண்டாகின்றன. X–கதிர் கருவி ஒரு வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கண்ணாடிக் குடுவையை உடையது. அது ஒரு நேர்மின் வாயையும் (Positive anode), ஒரு எதிர்மின் வாயையும் (nagative cathode) உடையது (படம் 10–3). முதலில், எதிர்மின்வாய், மின்சாரத்தால் பழுக்கச் (incandescence) சூடேற்றப்படுகிறது. பிறகு, நேர்மின் வாய்க்கும், எதிர் மின்வாய்க்கும் இடையே, அதிக அழுத்த மின்சாரம் செலுத்தப் படுகிறது. இதனால் எதிர்மின் வாயிலிருந்து, நேர்மின் வாய்க்கு, மின்னணுக்களின் ஓட்டம் தொடங்கி வைக்கப்படுகிறது. நேர்மின் வாயின் பரப்பில் ஒரு டங்ஸ்டன் (tungsten) தட்டு ஒரு கோணத்தில் பொருந்தப்பட்டுள்ளது. அது வேகமாக வரும் மின்னணுக் களைத் தடுத்து, நிறுத்தி X–கதிர்களாக மாற்றிக் குடுவைக்கு வெளியே, கூம்பு வடிவக் கதிர்க் கற்றையாகத் (beam) திசை திருப்பி அனுப்பப்படுகிறது. X–கதிரின் அலைநீளம் மின்னணுக் களின் வேகத்தையும். மின்னணுக்களின் வேகம் இருமின் வாய்களுக்குமிடையில் செலுத்தப்படும் மின்அழுத்தத்தையும் பொருத்தது.

இவ்வாறு வெளிவரும் X–கதிர்வீச்சு, சோதனைக்குட்படும் வார்ப்படத்தின் மீது விழும்படிச் செய்யப்படுகின்றது. வார்ப் படத்தின் பின்னால் அதனை ஒட்டி, கதிர் கற்றைக்குச் செங்குத்தாக ஒரு புகைப்படப் பிலிம் (photographic film) வைக்கப்பட்டுள்ளது. X–கதிர்கள் அடர்த்தி குறைவாயுள்ள பகுதிகளில் எளிதாகவும் அடர்த்தி அதிகம் உள்ள பகுதிகளில் சிறிதளவாகவும் ஊடுருவிச் சென்று, பிலிமில், நிழற்படத்தைப் பதிவு செய்கின்றன. எனவே, வெடிப்புகள் உள்ள இடங்கள் நிழற்படத்தில் சற்றுக் கடுமையாக வும், மற்ற இடங்கள் சற்று வெளுப்பாகவும் காணப்படுகின்றன. மேலும், உலோகமல்லாத பொருட்கள் வார்ப்படத்தினுள் அடக் கப்பட்டிருப்பின் அதனையும் இச்சோதனை மூலம் தெரிந்து கொள்ள லாம். X–கதிர் அபாயம் தருமாதலால் புகைப்படப் பிலிமிற்குப் பின்னால், ஈயத்தகடு வைக்கப்பட்டு, வெளிவரும் X–கதிர் உறிஞ்சப் பட்டு விடுகின்றன.

(உ) γ–கதிர் சோதனை : γ X–கதிர்கள், ரேடியம் (radium) கோபால்ட்-60 (Cobalt 60) ஆகியவற்றிலிருந்து வெளிவிடப் படுகின்றன. γ–கதிர்களின் அலைநீளம்-005 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு முதல் 3 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு வரை இருக்கும். இது X–கதிர் களின் அலை நீளத்தைவிட குறைவாக இருப்பதால், அதிகத் தடிம னுள்ள வார்ப்படங்களைச் சோதனைசெய்யவும் பயன்படும்.

X, γ கதிர்கள் மனித உடலுக்கு ஊறுவிளை விப்பனவாதலால், கவனத்துடன் கையாள வேண்டும்.

(ஊ) மேல் கேளா ஒலிச்சோதனை (ultrasonic Testing) : வார்ப்படத்திலுள்ள வெடிப்புகள், காலியிடங்கள் (roids) நுண் துளைகள் ஆகியவற்றை, மேல் கேளாஒலிச் சோதனைகள்மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம். இதன் மூலம், 12 மி.மீ. தடிமன் முதல் 9 மீட்டர் தடிமன் வரை உள்ள எஃகு வார்ப்படங்களைச் சோதிக் கலாம். காதினுல் கேட்கக்கூடிய ஒலியின் அதிர்வெண்களைவிட அதிக அதிர்வெண்கொண்ட, மேல்கேளா ஒலி, குவார்ட்ஸ் படிகத்தால் (Quartz crystal) வெளிப்படுகிறது. படிகத்தின் பக்கங்களுக்கு இடையே செலுத்தப்படும் மின் அழுத்தம் மாறு பட்டால், அதற்குத் தகுந்தாற்போல் அதன் தடிமன் (thickness) வேறுபடுவதால், ஒரு அதிக அதிர்வெண் உடைய, மாறுமின் சக்தியைச் செலுத்தி, அதிவேக ஒலியை உண்டுபண்ணலாம். படிகத்தை, வார்ப்படத்தின் ஒரு பரப்பில் வைப்பதால், ஒலி அலைகள் வார்ப்படத்தினூடே அனுப்பப்படுகின்றன. ஒலி அலைகள் வார்ப்படத்துள் செல்லத் தொடங்குவதற்கும், அவை அடுத்த பரப்பினுல் எதிரொலிக்கப்பட்டு, திருப்பி யனுப்பப்படுவதற்கும் இடையேயுள்ள கால அளவு, ஒரு எதிர்மின்கதிர் ஊசலாடும் கருவி (cathode-ray osceilloscope) மூலம் அளக்கப்படுகின்றது. வார்ப்படத்திலுள்ள வெடிப்புகள், ஒலிஅலைகள் மறுபுறத்திற்குச் செல்லவிடாமல் தடுத்து, திருப்பியனுப்பி விடுகின்றன. எனவே, கால அளவு குறைவாக இருக்கும். இதைக்கொண்டு குறை பாட்டை நுனித்தறியலாம். இம்முறை X-கதிர் γ-கதிர் முறைகளை விடத் துல்லியமானதாகும்.

11. மண் வார்ப்படங்கள் வகுதி செய்தல்

(Designing of Sand Castings)

வகுதி செய்பவர், வார்ப்படத்திற்குரிய குறிப்பீடுகளைப் (specification) பெற்று, அதற்குரிய வடிவத்தையும், அளவுகளையும் வகுதி செய்வதுடன், வார்ப்படத்திற்கான உலோகத்தையும் முடிவுசெய்கிறார். பிறகு, வரைபடங்கள் உருவாக்கிப் பல பாகங்களும் எப்படிப் பொருந்துகின்றன என்பதைக் கவனிக்கிறார். பிறகு, அந்தக் கருவிக்கு அல்லது இயந்திரத்திற்கு உருவகம் தயாரித்து எப்படி இயங்குகிறது என்பதை உறுதி செய்தபின், உற்பத்தி ஆரம்பிக்கப்படுகிறது.

11–1. தேவையான உறுதி, உழைப்பிற்கு ஒரு பாகத்தை வகுதி செய்தல்

எல்லாப் பாகங்களிலும் ஏற்படக்கூடிய தகைவுகளைக் கணக்கிட வேண்டிய தேவை எழுவதில்லை. பட்டறிவாலும், மதிப்பீட்டாலும் வகுதி செய்பவர், அப் பாகங்கள் தேவையான உறுதி பெற்றிருக்கும்படி அளவுகளைக் கணித்துவிடுவார். ஆயினும், எளிய வடிவமுள்ள பாகங்களில் ஏற்படக்கூடிய தகைவுகளை எளிதில் கணக்கிடலாம். பாகங்கள், மிகச் சிக்கலான வடிவுகளை உடையனவாயும், அதன்மேல் செலுத்தப்படும் விசை சிக்கலாயும், முன் கணித்தறிய இயலாததாயும் (unpredictable) இருந்தால், தகைவுகளைக் கணக்கிடுதல் இயலாதொன்றாகும். இவ்வேலைகளில் தகைவுகளை அறிய வேண்டுமாயின், தகைவுப் பகுப்பாய்வு (stress-analysis) முறைகளைக் கையாளவேண்டும்.

வகுதி செய்பவர் பல்வேறு பொருட்களின் இயல்புகளைப் பற்றிய எல்லாக் குறிப்புகளையும் சேகரித்து வைத்திருக்க

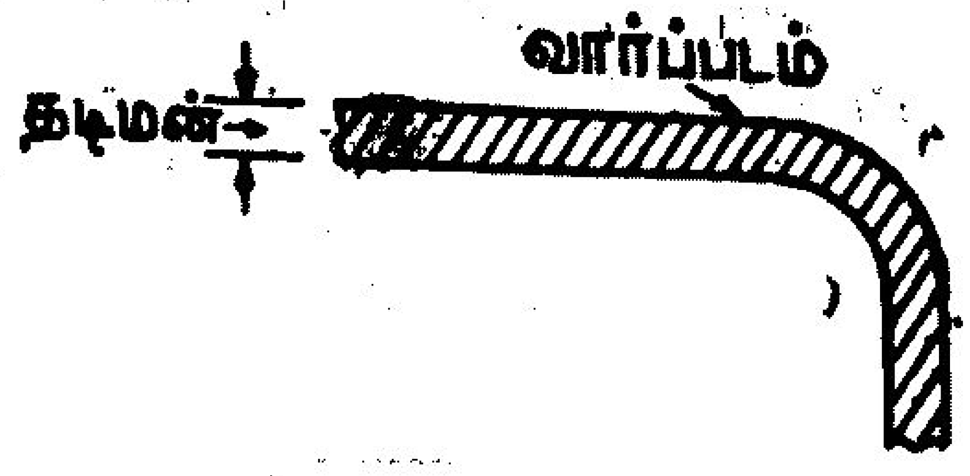
வேண்டும். அப்பொழுதுதான் ஒரு பாகத்திற்கு மிகப் பொருத்த மான பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்க முடியும். வகுதி எவ்வளவு முடியுமோ, அவ்வளவு எளிதாகவும் சாயலின் வடிவம் கூர்மை யான மூலைகள் (sharp corners) இன்றி, வளைவு கோடுகளாலான தாயும் இருக்கவேண்டும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட பாகத்தை வகுதி செய்யும்போது, அதை உருவாக்கும் முறைகளின், சிக்கனமான வரிசையை (economical sequence) மனத்திற் கொள்ளவேண்டும். அப்பொழுதுதான், அதை எளிதாகவும், குறைவான விலையிலும் உருவாக்கமுடியும். அதனால், வகுதி செய்யும் கட்டத்திலேயே செய்முறைகளைப்பற்றி யும் சிந்தித்து முடிவெடுக்க வேண்டும்.

11–2. மண் வார்ப்படங்களின் வகுதி

இதுவரை வகுதி பற்றிய பொதுவான குறிப்புகளைக் கவனித் தோம் இப்பொழுது, மண் வார்ப்படங்களாலான பாகங்களின் வகுதி முறையைப் பார்ப்போம். வார்ப்படம் வகுதி செய்பவர், முதலாவதாக மண் வார்ப்படமுறையைப் பற்றித் தெளிவாகத் தெரிந்து வைத்திருக்கவேண்டும். வார்ப்படம் மிகச் சிக்கலான வடிவமாக இருந்தால், வகுதி உருவத்திலேயே விற்பனை பொறி யாளரையும் (sales engineer) 'சாயல்' தொழில் வினைஞரையும் (pattern maker) கலந்துகொண்டு செயல்படவேண்டும். இம் மூவரும் ஒன்றுபட்டுச் செயல்புரிந்தால்தான் குறைவான விலையில் உருவாக்க இயலும்.

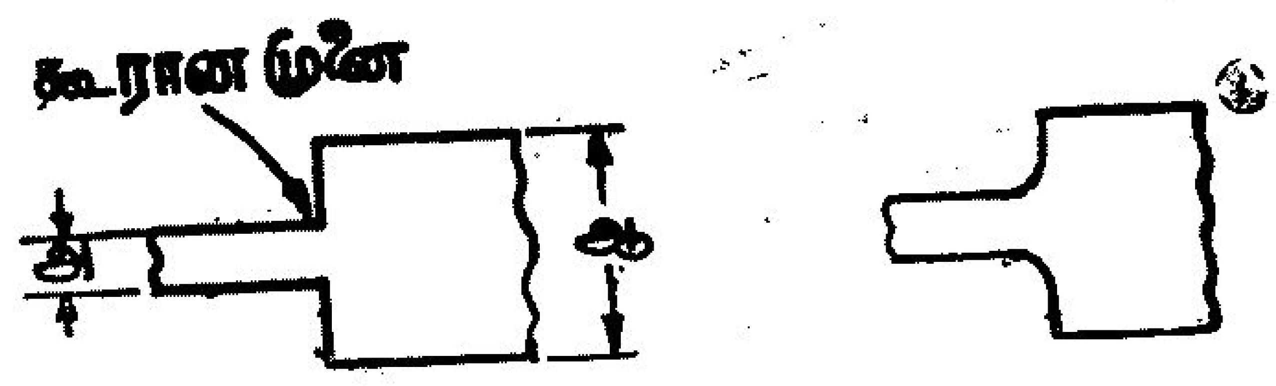
1. குறைந்தபட்சத் தடிமன் (Minimum section thickness): வார்ப்படத்தின் வெட்டுப்புறம் (section) மிக மெல்லியதாக இருப்பின், தவரோட்டம், குளிர்மூட்டம் ஆகிய குறைபாடுகள் தோன்ற ஏதுவாகும். குறைந்தபட்ச தடிமன், வெவ்வேறு உலோகங்களுக்கு எவ்வளவு அனுமதிக்கலாம் என்பதை அனுபவத் தாலும், ஏற்கெனவே ஆய்ந்து நிலைநிறுத்தப்பட்ட பழக்கவழக்கங் களினாலும் அறியலாம். சான்றாக, எஃகு வார்ப்படங்களுக்கு, பொதுவாக 6 மி.மீ. குறைந்தபட்ச வெட்டுப்புறத் தடிமனாகக் கருதப்படுகின்றது. அதேபோன்று 3 மி.மீ. குறைந்தபட்சத் தடிமன் உள்ள வெட்டுப் புறத்தை வார்ப்பிரும்புகளுக்கு அனுமதிக்கலாம். குறைந்தபட்சத் தடிமன் உலோகத்தின், பாய்மத்தன்மையைப் (fluidity) பொறுத்தது. திரவத்தன்மை, அதன் வெப்பநிலையைச் சார்ந்தது.



படம் 11-1.

2. **வெட்டுப்புறத் தடிமனில் மாற்றங்கள் (Changes in section thickness) :** வார்ப்படங்கள் கூடுமான வரை சீரான தடிமன் உள்ளவையாக வகுதி செய்யவேண்டும். வெட்டுப்புறத் தடிமனில் திடீரென மாற்றம் வருவதைக் கீழ்க்கண்ட காரணங்களுக்காகத் தவிர்க்க வேண்டும் :

(அ) வார்ப்படத்தின் கூரான உள்மூலைகளை உருவாக்க அமைக்கப்படும் குழிவின் கூரான முனைகளிலுள்ள குழிவமைப்பு மண், குழிவு உலோகக்குழம்பால் நிரப்பப்படும்போது, குழிவின் மற்றப் புறங்களைவிட அதிக வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு, அதிகமாகச் சூடு ஏற்றப்பட்ட மண் அவ்விடங்களில் உலோகம் திடப்பொருளாகும் வேகத்தைக் குறைக்கிறது. இதனால் அவ்விடங்களில் 'சுருங்கல்' குறைபாடு (shrinkage defects) ஏற்பட நேர்கிறது (படம் 11-2).



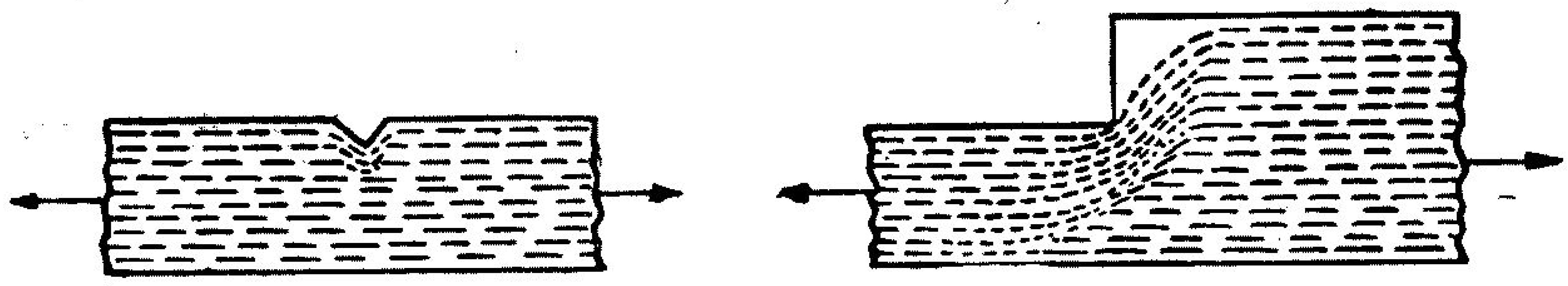
படம் 11-2.

(ஆ) திடப்பொருளானவுடன், அந்தக் கூரான உள்முனைகளில் உள்ள அதிகச் சூடான உலோகம், வார்ப்படத்தின் மற்றப் பாகங்களைவிட பலவீனமாக இருக்கும். வார்ப்படம் சுருங்குவதனால் ஏற்படும் தகைவுகளினால், உள்முனைகளில் வெடிப்புகள் ஏற்படலாம்.

(இ) வார்ப்படத்தில், வெட்டுப்புறத் தடிமன் வேறுபட்டால், வார்ப்படம் சுருங்கும்போது ஏற்படும் தகைவின் அளவு அதிகமாக இருக்கும். மெல்லிய வெட்டுப்புறங்கள், தடிமனான வெட்டுப்புறங்களுக்கு முன்னதாகவே திடப்பொருளாகிச் சுருங்கிவிடும், பிறகு தடிமனான வெட்டுப்புறங்களுடைய பாகங்கள் சுருங்கும்போது தீமை பயக்கும் தகைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

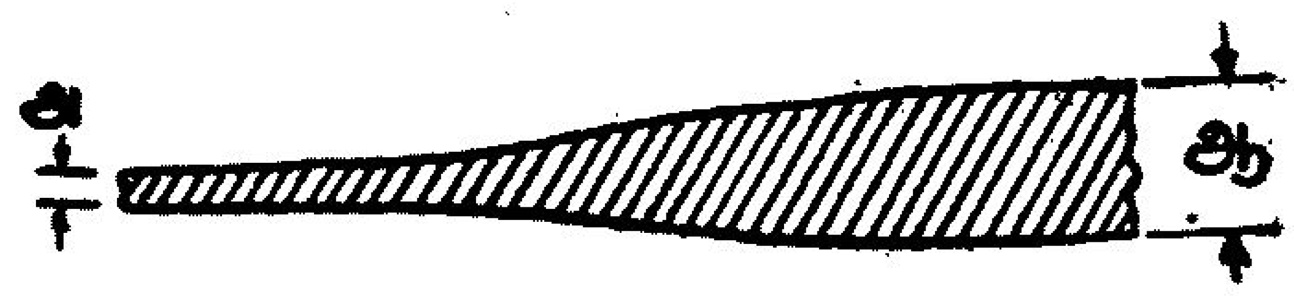
(ஈ) முழுமைபெற்ற வார்ப்படத்தைப் பயன்படுத்தும்போது, கூரான உள்முனைகள் தகைவுச் செறிவு (stress concentration) ஏற்படும் இடங்களாகின்றன. இவ்விதத் தகைவுச் செறிவின் அளவு வார்ப்படத்தின் வலிமையைவிட

அதிகமாகுமானால், அவ்விடத்தில் வெடிப்புகள் ஏற்படும். தகைவுச் செறிவு படம் 11-3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 11-3. தகைவுச் செறிவு.

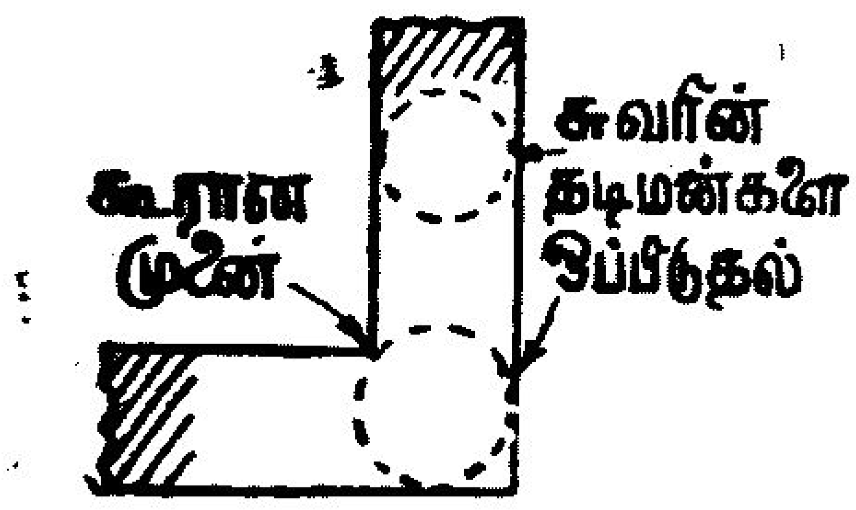
வெட்டுப் புறத் தடிமனை மாற்றவேண்டியது அவசியமானால், அதைப் படிப்படியாகப் படம் 11-4-ல் காட்டியுள்ளபடி செய்ய



படம் 11-4.

வேண்டும். அல்லது படம் 11-2-ல் காட்டியுள்ளபடி வளைவாக அமைக்கவேண்டும்.

இணைப்பு வகுதி (Joint Design) : இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சுவர்கள் சேருமிடத்தில் இணைப்பு (Joint) இருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, இரண்டு சுவர்கள் 90° கோணத்தில் சேருமிடத்தில் இணைப்புப் படம் 11-6-ல் காட்டியுள்ளபடி அமைக்க வேண்டும். அதே இணைப்பு, படம் 11-5-ல் காட்டியுள்ளபடி அமைக்கப் பட்டால், அது பின்வரும் காரணங்களால் நல்ல வகுதி ஆகா.

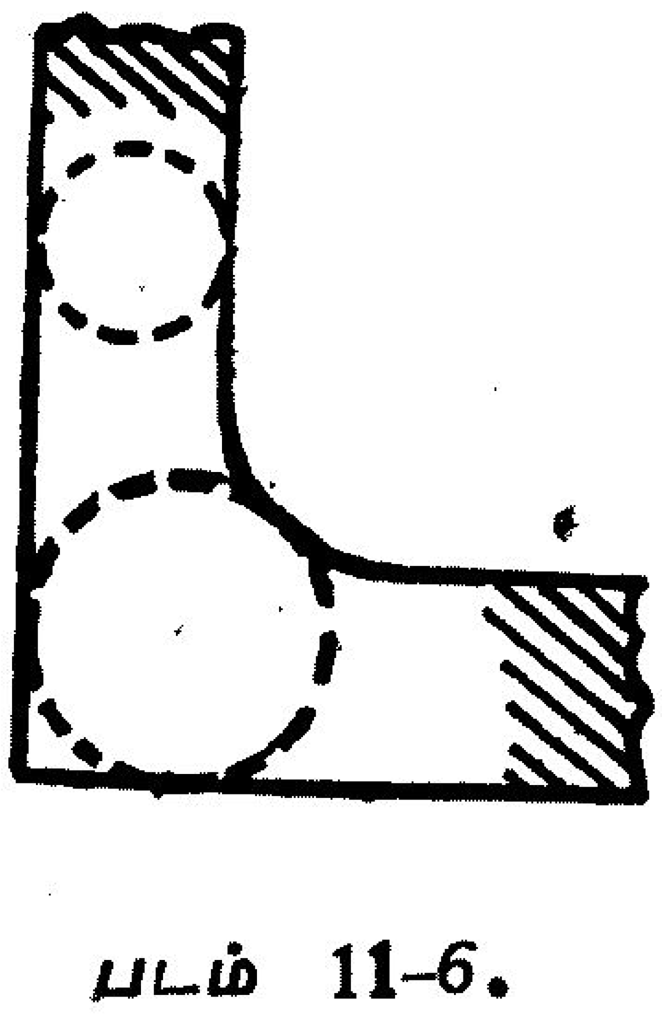


படம் 11-5.

1. அது கூரான உள்முனையை உடையதாயிருப்பதால் சுருங்கல் குறைபாடு உண்டாகும்.

2. அவ்வித வகுதி தகைவுச் செறிவுக்குக் காரணமாகும்.

3. இணைக்கும் இடத்தில் சுவரின் தடிமன், பக்கத்துச் சுவரின் தடிமனைவிட அதிகமாக இருக்கிறது. எனவே, அவ்விணைப்பு ஓர் உயரியினால் ஊட்டப்பட வேண்டும். இல்லையேல் அவ்விடத்தில் சுருங்கல் குறைபாடு ஏற்படும்.



படம் 11-6.

எனவே, இணைப்பு உள்ள இடத்தை வளைவாக அமைக்க வேண்டும். அவ்வளைவின் ஆரம் கீழ்க்கண்டவாறு டிசைன் செய்யப் படுகிறது. தடிமன் 25 மி.மீ-க்குக் குறைவாக இருக்கும்போது,

ஆரம் = தடிமன்

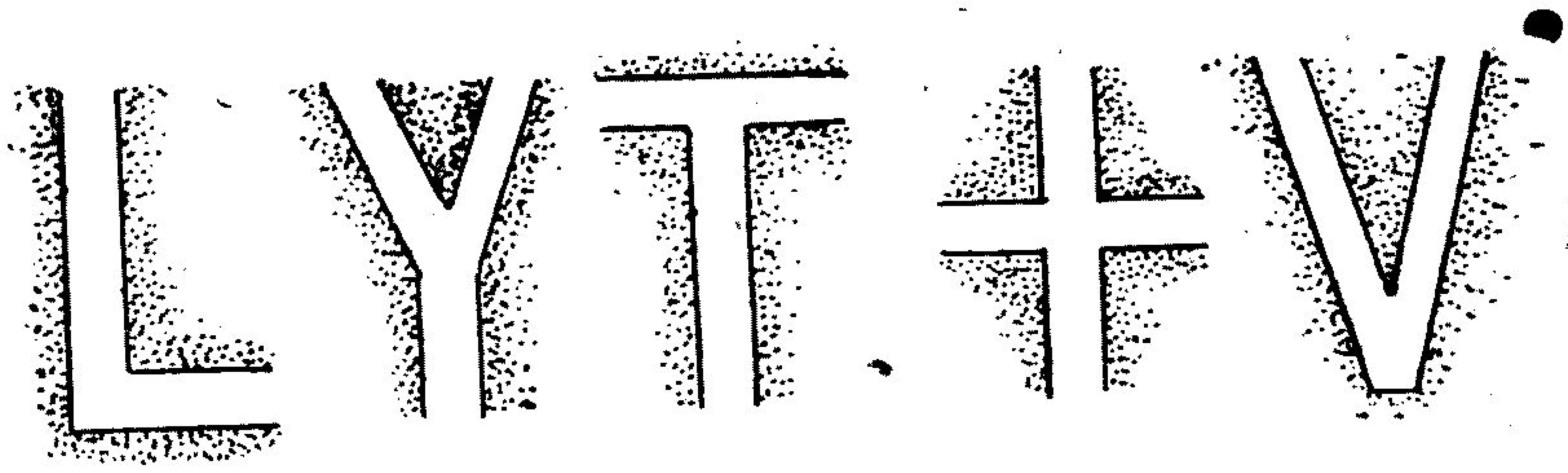
தடிமன் 25 முதல் 75 மி.மீ. வரை இருந்தால்,

ஆரம் = 25 மி.மீ.

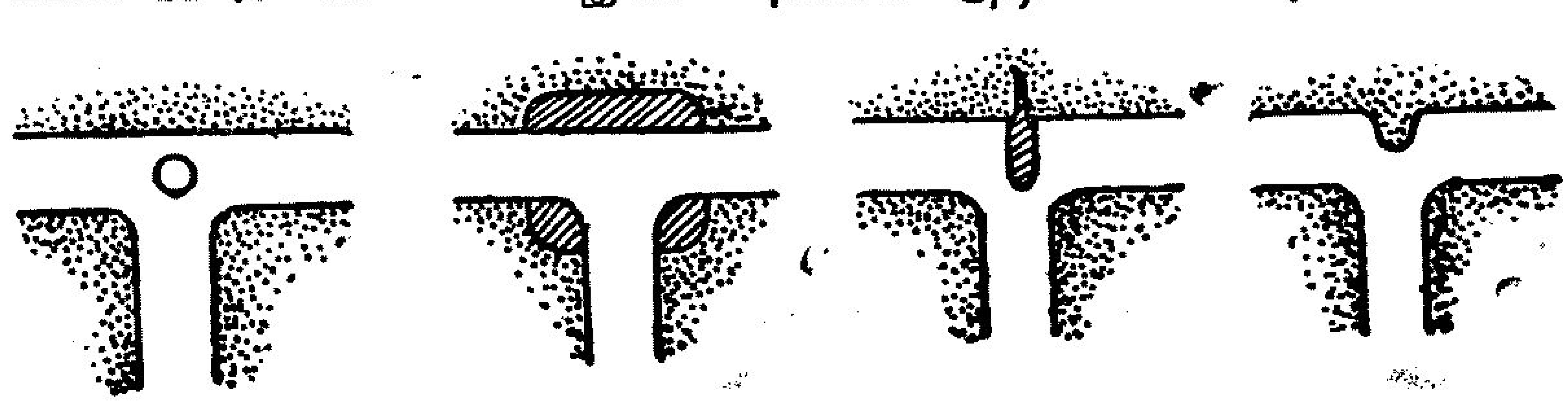
தடிமன் 75 மி.மீ.க்கு மேல் இருந்தால்,

$$\text{ஆரம்} = \frac{\text{தடிமன்}}{3}$$

அடிப்படையில், இணைப்புகள் L,Y,T,X, அல்லது V-வடிவத்தில் இருக்கின்றன (படம் 11-7). (படம் 11-8 ல்) T வடிவ இணைப்பில் சுருங்கல் குறைபாட்டை நீக்கும் பலமுறைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இதே முறையினை, மற்ற இணைப்புகளுக்கும் பயன் படுத்தலாம்.



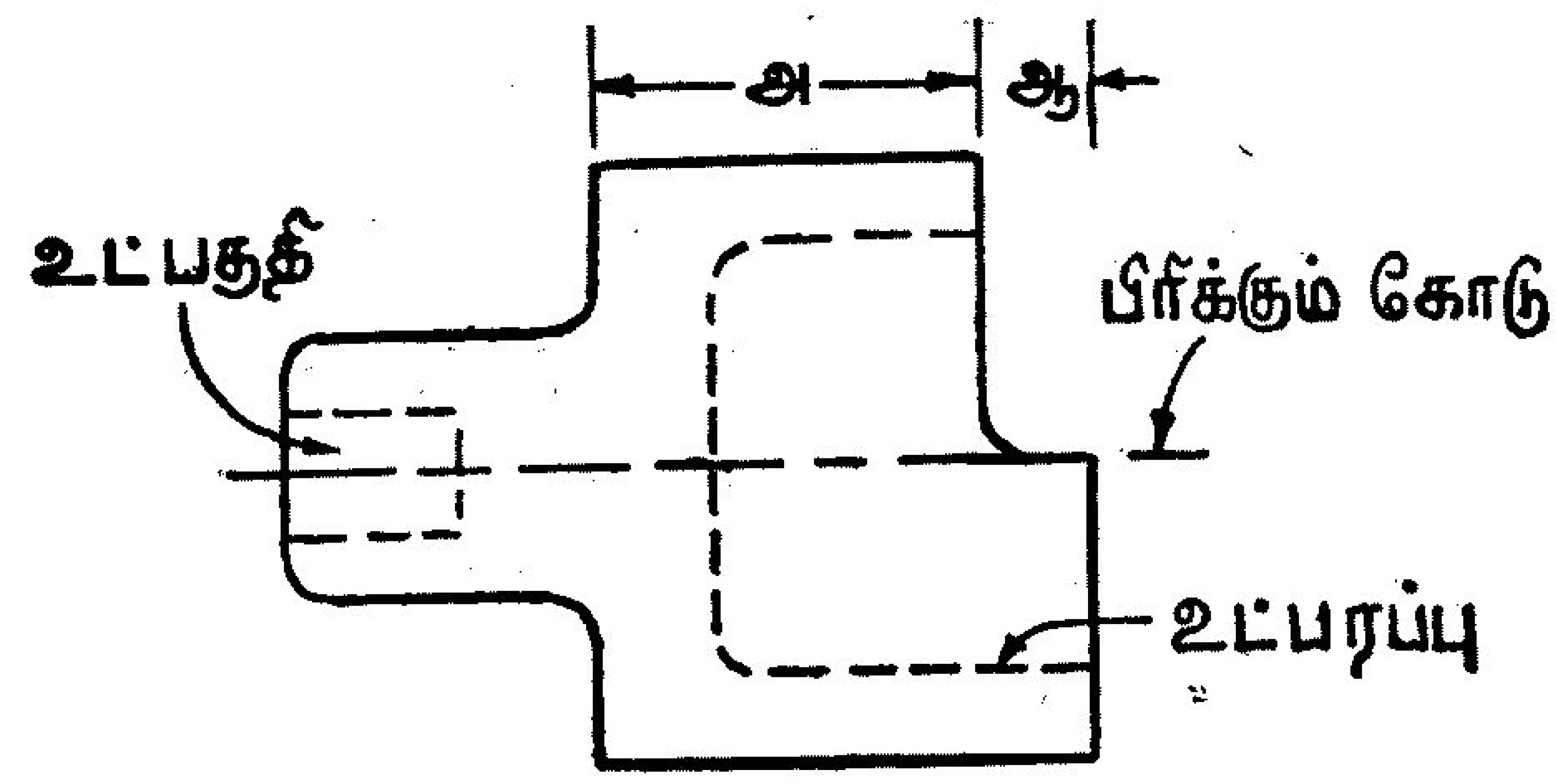
படம் 11-7. வார்ப்பட இணைப்புகளின் அடிப்படை வடிவங்கள்.



படம் 11-8. சுருங்கல் குறைபாட்டை நீக்கும் முறைகள்.

மண் வார்ப்படங்களில் கிடைக்கக்கூடிய பொறுதி அளவு (Dimensional Tolerances obtainable with sand castings) : மண் வார்ப் படங்களில் கிடைக்கக்கூடிய பொறுதி அளவு, சாயலின் அளவு துல்லியம், சாயலைப் பயன்படுத்தி உண்டாக்கப்படுகின்ற குழி வமைப்பின் துல்லியம், வார்ப்படம் திடப்பொருளாகும் வரை அதன் அளவுகளை நிலைநிறுத்திக் கொள்வதில் (maintain) குழிவமைப்பிற்கு உள்ள திறமை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. படம் 11-9-ல் விளக்கியுள்ளபடி, குழிவினுள் பிரிக்கும் பரப்போ அல்லது மற்ற இணைப்புகளோ குறுக்கிடாமல் ஒரே பகுதிக் குழி வினுல் உருவாகும் பரப்புகளுக்கு இடையேயுள்ள அளவினை மிக நெருக்கமான பொறுதி அளவுகளுடன் உருவாக்கலாம். ஆகவே

குழிவினை மேற்பாதியிலோ, கீழ்ப்பாதியிலோ முழுவதும் உருவாகும் அளவு, மிக நெருக்கமான பொறுதி அளவுகள் உடையதாய் இருக்கும். மண் வார்ப்படங்களுக்குச் சிறிய அளவுகளுக்குச் சுமார் $\pm$ 0.4 மி.மீ. முதல் 30 செ.மீ. நீளமுள்ள அளவுகளுக்கு $\pm$ 0.8 மி.மீ. வரை பொறுதி அளவுகள் வேறுபடும்.



படம் 11-9. (அ) பிரிக்கும் கோட்டின் எல்லைக்குள் வராத அளவு– நெருக்கமான பொறுதி அளவு.
(ஆ) பிரிக்கும் கோட்டுடன் தொடர்புடைய அளவு–அதிகப் பொறுதி அளவு.

புது வார்ப்பட வகுதி : புதிதாக வகுதி செய்யப்பட வேண்டிய வார்ப்படத்தை உருவாக்கக் கீழ்வரும் வரிசையில் செயல்படலாம்.

1. வார்ப்படத்தின் அமைப்பை வரைந்துகொள்.
2. வார்ப்படம் பயன்படும்போது தாங்க வேண்டிய விசைகளை முடிவு செய்.
3. மேற்கூறிய விசைகளைத் தாங்குவதற்கு ஏற்றவாறு உலோக வெட்டுப் புறங்களின் அளவைக் கணக்கிடு.
4. சாயலின் வரைபடத்தை வரைந்துகொள்.
5. சாயலை உருவாக்கு.
6. சோதனை வார்ப்படத்தை உருவாக்கு, அதனைச் சோதனை முறைகளைப் பயன்படுத்திச் சோதித்து, ஆராய்ந்து குறைபாடுகளை நீக்கு.
7. உற்பத்தியைத் தொடங்கு.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்
(BIBLIOGRAPHY)

1. Principles of Metal Casting, R. Heine & P. Rosenthal, McGraw Hill

2. Foundry Engineering, H. F. Taylor, M. C. Flemings & J. Wulff, John Wiley & Sons

3. Foundry Technology, Salamon & Simons, E L B S

4. Principles of Manufacturing Processes, J. S. Campbell, McGraw Hill

5. Manufacturing Processes, M. Beganann, John Wiley & Sons

6. கலைச் சொற்கள், பொறியியல், தொழில்நுட்பவியல், தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை.

கலைச்சொற்கள்

A

Abrasive — சுரண்டி
Absorption — உட்கவர்தல், ஈர்த்தல்
Accessories — துணைக் கருவிகள்
Accuracy — துல்லியம்
Adaptability — சமாளிக்கும் இயல்பு
Additives — சேர்க்கைகள்
Aerator — பரசும் காற்றுக் கருவி
Air blast — காற்றுப் பீறல்
Allowance — இசைவு
  distortion — உருவக் கலங்கல் இசைவு
  draft — சாய்வு இசைவு
  finishing — சீரமைப்பு இசைவு
  rapping — அசைவு இசைவு
  shrinkage — சுருங்கல் இசைவு
Analysis — பகுப்பாய்வு
Annular — வளைவடிவ
Anode — நேர்மின்வாய்
Assembly — தொகுதி
Automatic — தானியங்கி

B

Baking — சுடுதல்
Basin — போகணி
Bell jar — மணி ஜாடி
Bellows — துருத்தி

Binder — பசை
Binding energy — பிணைப்பாற்றல்
Blower — ஊதி
Bucket elevator — குடுவை மேலேற்றி
Burner — எரிப்பான்

C

Calibrated — வரைவுபடுத்தப்பட்ட
Cast — வார்த்தல்
Casting — வார்ப்படம்
Casting process — வார்ப்பட முறை
  die — அச்சு வார்ப்பட முறை
  Centrifugal — மைய விலக்கு வார்ப்பட முறை
  Continuous — தொடர் வார்ப்பட முறை
  Precision — துல்லிய வார்ப்பட முறை
Cathode-ray — எதிர் மின் கதிர்
Cavity — பொந்து
Centrifugal force — மைய விலக்கு விசை
Ccntrifuging — மைய இணைத்தல் முறை
Chapler — உட்படிவம் தாங்கி
Change — உள்ளிடு
Cheek — குழிவமைப்பின் நடுப்பகுதி
Chills — குளிர்விகள்
Clamp — பிணைப்பான்
Clay — களிமண்
Coke bed — கரிப்படுகை
Collapsibility — சிதையுந் தன்மை
Compression — இறுக்கம், அழுத்தம்
Concentration — செறிவு
Contour — எல்லைக்கோட்டுத் தோற்றம்
Converter — மாற்றி
Conveyer — கடத்தி
  belt — கச்சைக் கடத்தி
  roller — உருளைக் கடத்தி
Cope — குழிவமைப்பின் மேல் பகுதி
Core — உட்படிவம்

Crucible — மூசை
Cupola — குபோலா
Cutting torch — வெட்டும் தீச்சுடர்

D

Defect — குறைபாடு
Definition — வரையறுத்தல்
Deformation — வடிவ மாற்றம்
Degassing — வாயு நீக்கம்
Design (n) — வகுதி, வகுதி செய்
Die — அச்சுக் குழிவு
Dielectric — மின்கடத்தா
Directional Solidification — திசைத் திண்மமாதல்
Distortion — உருக்குலைவு
Distribution — பரவல்
Drag — குழிவமைப்பின் கீழ்ப்பகுதி

E

Efficiency — இயங்கு திறன்
 melting — உருக்கு திறன்
 thermal — வெப்பத் திறன்
Electric arc — மின் வில் சுடர்
Electric field — மின்புலம்
Electric furnace — மின் உலை

F

Fatigue — அயர்வு
Feeding — ஊட்டுதல்
Fire clay — தீக் களிமண்
Flowability — இறுகுந் தன்மை
Fluidity — பாய்மத் தன்மை
Fluorescent — ஒளிர்விடல்
Flux — இளக்கி

Foundry shop	—	வார்ப்படக்கூடம்
Foundry Technology	—	வார்ப்படவியல்
Forging	—	அடித்து உருவாக்குதல்
Freezing	—	உறைதல்
Frequency	—	அதிர்வெண்
Fuel	—	எரிபொருள்
Furnace	—	உலை
air	—	காற்று உலை
crucible	—	மூசை உலை
direct-arc electric	—	நேர்முக-வில்சுடர் மின்உலை
indirect-arc electric	—	மறைமுக-வில்சுடர் மின்உலை
induction	—	மின் தூண்டல் உலை
open-hearth	—	திறந்த அடுப்பு உலை
Fusion	—	உருகுதல்

G

Gate	—	வழி, பாதை
down gate	—	கீழிறக்குப் பாதை
ingate	—	உட்பாதை
Gate sprue	—	பாதைக்கோல்
Gating system	—	பாதைத் தொகுப்பு

H

Hardness	—	கடினம்
Hearth	—	அடுப்பு
Heating value	—	வெப்பமூட்டும் திறன்
Hopper	—	பெய்குடுவை

I

Impact	—	மோதல்
Impurities	—	கசடு
Inclusion	—	உள்ளடங்கல்
Index	—	குறியீடு
Ingredients	—	கலவைப் பொருட்கள்

Intricate — சிக்கலான
Irregular — ஒழுங்கற்ற

J

Jolt — குலுக்குதல்

L

Ladle — வாளி
Line — பூசுதல்
Lining — பூச்சு
Linseed — ஆளி விதை

M

Maintain — நிலைநிறுத்துதல்
Mass production — கணிச உற்பத்தி
Match plate — இயைந்த தட்டு
Mechanised — இயந்திரமயமாக்கப்பட்ட
Metal — உலோகம்
ferrous — இரும்பு உலோகம்
non-ferrous — இரும்பு அல்லாத உலோகம்
Misrun — தவறோட்டம்
Mixer — கலப்பி
Moisture — ஈரம்
Mould — குழிவு
Moulding — குழிவமைத்தல்
Moulding process — குழிவமைப்பு முறை
cement-bonded sand — சிமெண்ட் கட்டு மண் முறை
dry sand — உலர்மண் முறை
green sand — ஈர மண் முறை
loam — களிமண் முறை
permanent — நிலையான குழிவமைப்பு முறை
shell — கூடுமுறை
Muller — கலக்கி

O

Operation — இயக்கம்
Ore — கனிப்பொருள்

Oven — அடுப்பு
Oxidation — தீயகப்படுதல்

P

Particles — துணுக்குகள்
Parting surface — பிரிக்கும் பரப்பு
Pattern — சாயல்
    cope & drag — மேல் கீழ்ப்பகுதிச் சாயல்
    loose piece — உதிரிப் பகுதிச் சாயல்
    match plate — பொருந்து தட்டுச் சாயல்
    single piece — தனிப்பகுதிச் சாயல்
    skeleton — வரிவடிவச் சாயல்
    split — பல பகுதிச் சாயல்
    streep — சுற்றுச் சாயல்
    three piece — மூன்று பகுதிச் சாயல்
    two piece — இரு பகுதிச் சாயல்
Penetration — ஊடுருவல்
Permeability — நுண்துளைத் தன்மை
Piston — உந்து தண்டு
Plaster — பிளாஸ்டர்
Plasticity — நெகிழ்வுத் தன்மை
Plunger — உந்தி
Pointer — குறிமுள்
Porosity — நுண்துளைத் தன்மை
Positive displacement — திட்டமான இடப்பெயர்ச்சி
Pouring — ஊற்றுதல்
Pre-determined — முன் கணிக்கப்பட்ட

Q

Quality control — தரக்கட்டுப்பாடு

R

Radiation — கதிர் வீச்சு
Ramming — இறுக்குதல்
Reading — அளவீடு
Refractoriness — வெப்பம் பொறுக்குந் தன்மை

Reservoir — தேக்கி
Riser — உயரி
Rotor — சுழலி
Runner — ஓடு பாதை

S

Scale — படுகை
Section — வெட்டுப்புறம்
Shear — சறுக்குத் துணிப்பு
Shape — உருவமைப்பு
Siphon — நீரிறக்குக் குழாய்
Size — அளவு
Slag — கசடு
Slinging — விசிறி அடித்தல்
Soak — காயவிடுதல்
Solidification — திடப்பொருளாதல், திண்மமாதல்
Solubility — கரைதிறன்
Specification — குறிப்பீடுகள்
Specimen — சான்று உருவகம்
Spout — மூக்கு
Squeeze — நெருக்கி இறுக்குதல்
Squeeze Plate — நெருக்கும் தட்டு
Stability — நிலைப்பாடு
Standard — நியம, நிலைத்தரம்
Stirror — கலக்கி
Strength — வலிமை
compressive — இறுக்க வலிமை
shear — துணிப்பு வலிமை
tensile — இழுவிசை வலிமை
transverse — குறுக்கு வாட்ட வலிமை
Stress — தகைவு
Superheat — மீச்சூடேற்று, மிகைச்சூடு

T

Tilt — கவிழ்த்தல்
Thermal stability — வெப்ப நிலைப்பாடு
Thickness — தடிமன்

Transverse — குறுக்கு வாட்ட
Turbulance — கொந்தளிப்பு

U

Ultrasonic — ஒலி மிகுந்த
Ultra-Violet — புற ஊதா
Uniform — ஒரே சீரான

V

Variable — மாறி
Vibrator — அதிர்வி
Void — சூனிய இடம்

W

Welding — பற்ற வைத்தல்
Wind box — காற்று அறை

X

X-ray — X-கதிர்

Z

Zone — வலயம், மண்டலம், கோட்டம்

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

சென்னை-600031

★

தமிழில் பயில்பவர்களுக்குக் கல்லூரிப் பாடநூல்கள்
(Tamil Medium Books for Colleges)
இதுவரை 606 நூல்கள் வெளியிடப்பட்டுள்ளன

★

மேலும், விரைவில் வெளிவருபவை

பொறியியல்	—	43	நூல்கள்
சட்டம்	—	19	,,
மருத்துவம்	—	9	,,
இயற்பியல்	—	27	,,
வேதியியல்	—	21	,,
தாவரவியல்	—	17	,,
விலங்கியல்	—	7	,,
கணிதம்	—	19	,,
வணிகவியல்	—	30	,,
பொருளாதாரம்	—	21	,,
புவியியல்	—	12	,,
வரலாறு	—	36	,,
மனையியல்	—	2	,,
தத்துவம்	—	5	,,
உளவியல்	—	4	,,
புள்ளியியல்	—	2	,,
கல்வி	—	3	,,
நிலப் பொதியியல்	—	3	,,
அரசியல்	—	25	,,

கிடைக்குமிடம்
தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனக் கிடங்கு
(கல்லூரிக் கல்வி இயக்குநர் அலுவலகச் சுற்றுக்குள்)
கல்லூரிச் சாலை, நுங்கம்பாக்கம்,
சென்னை-600006.

கல்லூரிப் பாடநூல்களுக்கு 20% கழிவு வழங்கப்படும்