பாடம்

8

மின்னோடி சாதனங்கள்

கற்றலின் நோக்கம்

மின்னோடியின் பாகங்கள், வகைகள், வேலை செய்யும் விதம், உல்லைகள், மின்னோடிகள் கொண்டு பயன்படுத்தும் மின்சாதனங்களான மின்விசிறி, சலவை இயந்திரம் மற்றும் நீர் இறைக்கும் பம்ப் ஆகியவற்றின் நன்மைகள், தீமைகள், குறைபாடுகள் அதற்கான காரணங்கள் மற்றும் நிவர்த்தி செய்யும் முறைகள் பற்றி தெரிந்து கொள்வதே கற்றலின் நோக்கமாகும்.

பொருளடக்கம்

8.1 மின்னோடி – அறிமுகம்

8.2 மின்னோடியின் பாகங்கள்

8.3 மின்னோடியின் வகைகள்

8.4 மின்னோடி செயல்படும் விதம்

8.5 மின்னோடியின் RPM

8.6 உல்லைகள் மற்றும் அதன் வகைகள்

8.7 மின்விசிறி

8.8 மின் சலவை இயந்திரம்

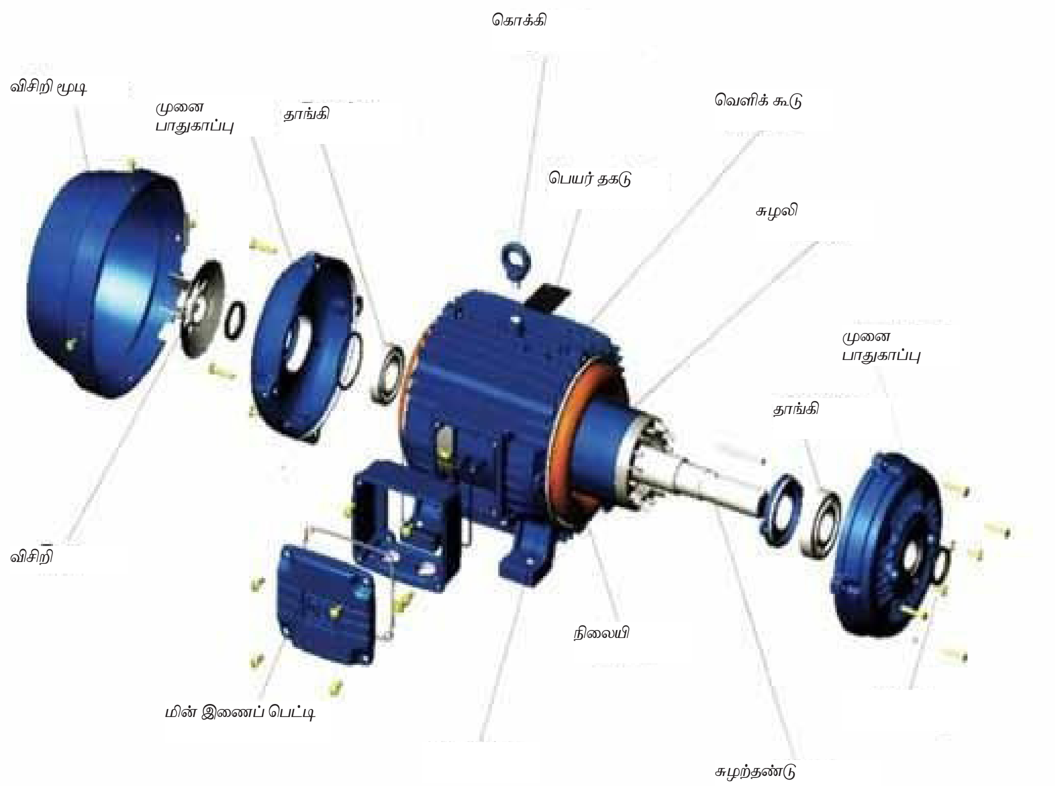
8.9 மின் நீரேற்றி

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 105 28/04/2022 18:15:44

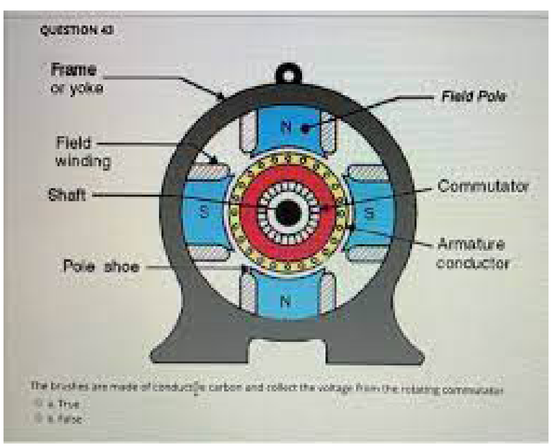
8.1 மின்னோடி – அறிமுகம்

மின்னோடி என்பது ஒரு மின் இயந்திரவியல் சாதனம் ஆகும். இது மின் ஆற்றலை இயந்திர ஆற்றலாக மாற்றுகிறது. மின்னோட்டம் மற்றும் காந்தப்புலம் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பு கொள்ளும்போது சுழலும் இயக்கத்தை உருவாக்குமாறு மின்னோடிகள் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன, இது பொதுவாக மின்காந்த தொடர்பு அடிப்படையில் இயங்குகிறது. மின்னோடியின் குறுக்குவெட்டு படம் 8.1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மின்னாற்றல் → மின்னோடி → இயந்திர ஆற்றல்



படம் 8.1 மோட்டாரின் பாகங்கள்



படம் 8.2 புலச்சுருள்

8.2 மின்னோடியின் பாகங்கள்

1. புலச்சுருள்
2. மின்னக உல்லை
3. உடல்பாகம்
4. காந்த துருவங்கள்
5. பள்ளக்காப்பு
6. தூரிகைகள்
7. சுழல்தண்டு

1. புலச்சுருள்

புலச்சுருள் என்பது, மின்னோட்டத்தை தாங்கிச் செல்லும் கடத்திகள் சுருள்களாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் அமைப்பாகும். இது மின்னாக்கி அல்லது மின்னோடியை தூண்டுவதற்கு தேவையான காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது. புலச்சுருள் படம் 8.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

2. மின்னக உல்லை

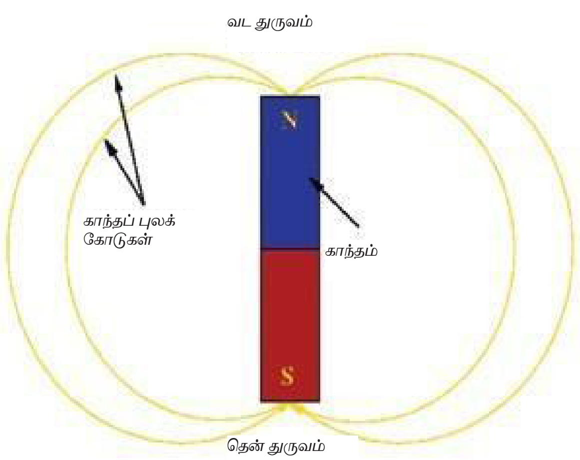
மின்னக உல்லைகள் என்பது மின்னக பள்ளங்களுக்குள் கடத்திகள் வைக்கப்பட்டு அதன் முனைகள் திசைமாற்றித் துண்டுடன் இணைக்கப்பட்டு இருக்கும். உள்ளகமானது மின்னக பள்ளங்களில் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

3. உடல்பாகம்

மின்னோடியின் உடல்பாகம் வார்ப்பிரும்பு அல்லது எஃகினால் ஆனது. இது ஸ்டேட்டாரின் ஒருங்கிணைந்த அல்லது மின்னோடியின் நிலையான பகுதியாகும். மின்னோடியின் உள் பகுதிகளை உள்ளடக்கிய ஒரு பாதுகாப்பு உறையாகவும் மின்னகத்தை தாங்கிப் பிடித்தும் சுழலச் செய்கிறது.

4. காந்த துருவங்கள்

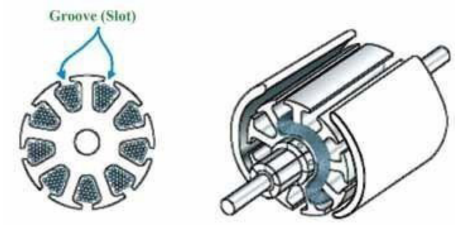
ஒரு காந்தத்தின் வடக்குத் திசையை நோக்கி இருப்பது, வட துருவம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. தெற்கு திசையை நோக்கி இருப்பது, தென் துருவம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 8.3 காந்த துருவங்கள்

5. பள்ளக் காப்பு

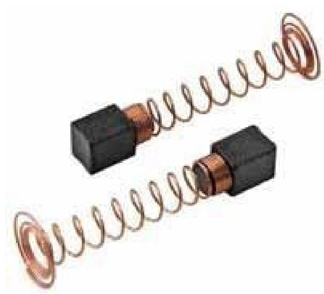
பள்ளக் காப்பு என்பது மின்னாக்கி மற்றும் மின்னோடியில் சுழலிக்குப் பயன்படுத்தப்படும் மின் காப்புப் பொருளாகும். மின்காப்பானது மின்னோடிகளில் தாமிரக் கம்பிச் சுருள்களுக்கிடையே மின்காப்பாக செயல்படுகிறது. நிலையியின் உள்ளகம், மின்னகம் (அல்லது) சுழலி ஆகியவை மின்காப்பு செய்யப்பட்டுள்ளது.



படம் 8.4 பள்ளக் காப்பு

6. தூரிகைகள்

கார்பன் தூரிகை என்பது சுழலும் பகுதிகளில் உள்ள உல்லைகளுக்கு மின்னோட்டத்தை எடுத்துச் செல்ல சுழல்தண்டில் வைக்கப்பட்டுள்ள திசைமாற்றித் துண்டுகளுக்கு மேல் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு பாகமாகும். கார்பன் தூரிகையானது மாறுதிசை மின்னாக்கிகள், நேர்த்திசை மின்னோடிகள் மற்றும் நேர்த்திசை மின்னாக்கிகள் ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 8.5 தூரிகைகள்

7. சுழல்தண்டு

சுழல் தண்டு என்பது இயந்திரத்தின் சுழலும் பகுதியாகும், இது பொதுவாக வட்ட வடிவில் காணப்படும். இது இயந்திர சக்தியை ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்கு செயல்படுத்த பயன்படுகிறது.

படம் 8.6 சுழல் தண்டு

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 107 28/04/2022 18:15:45

8.3 மின்னோடியின் வகைகள்

பொதுவாக, மூன்று வகையான மின்னோடிகள் உள்ளன. அவைகள்

- மாறுதிசை மின்னோடிகள்
- நேர்த்திசை மின்னோடிகள்
- சிறப்பு மின்னோடிகள்

மாறுதிசை மின்னோடிகள்

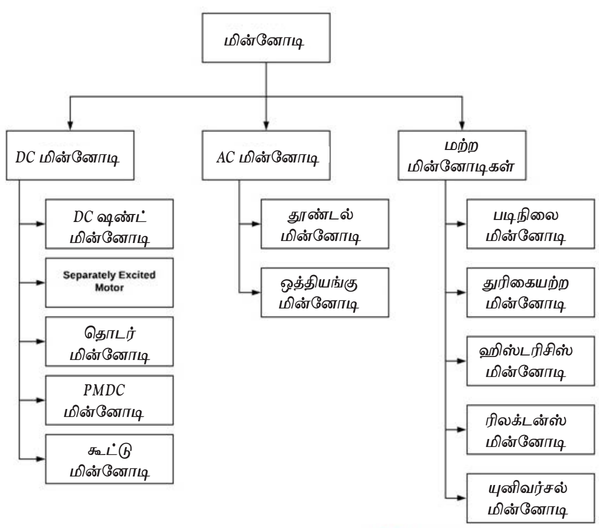
1. ஒத்தியங்கு மாறுதிசை மின்னோடி
2. ஒத்தியங்கு அல்லாத மாறுதிசை மின்னோடி – இது ஒரு நிலை மின்னோடி மற்றும் மூன்று நிலை மின்னோடி

நேர்த்திசை மின்னோடிகள்

1. தூரிகை கொண்ட மாறுதிசை மின்னோடி
2. தூரிகையற்ற மாறுதிசை மின்னோடி.

சிறப்பு மின்னோடிகள்

மின்னோடிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட உபயோகதிற்க்காக மட்டும் பயன்படுத்துவதே சிறப்பு மின்னோடிகள் ஆகும்.



படம் 8.7 மின்னோடியின் வகைகள்

8.4 மின்னோடி செயல்படும் விதம்

மின்னோடி என்பது மின் ஆற்றலை இயந்திர ஆற்றலாக மாற்றும் ஒரு சாதனமாகும்.

ஒரு மின்னோடியின் செயல்பாடு என்பது, ஒரு மின்னோட்டத்தை கடத்தும் கடத்தி ஒரு காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும்போது கடத்தியானது சுழலும் சக்தியைப் பெறுகிறது.

மின்னோட்டத்தைச் சுமந்து செல்லும் கடத்தி காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாக வைக்கப்படுகிறது, இதனால் அது சுழலும் சக்தியை பெறுகிறது.

இந்த சுழலும் சக்தியின் திசையானது பிளமிங்கின் இடது கை விதியின் மூலம் அறியலாம்.

காந்தப் புலம் $F = BIl$ (நியூட்டன்)

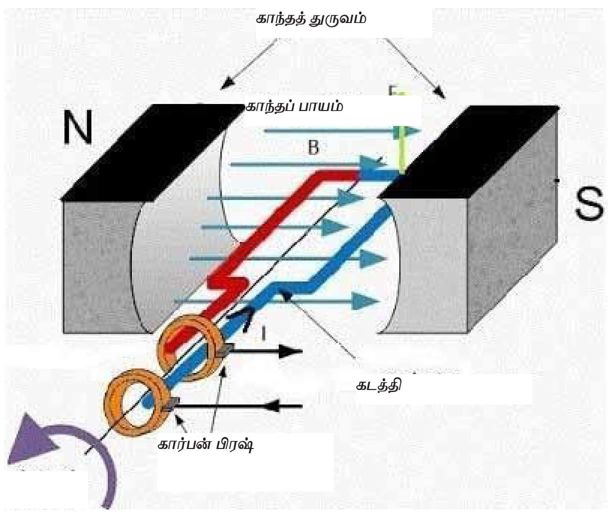
இங்கே,

F– விசை,

B – காந்தப் புல அடர்த்தி,

I – மின்னோட்டம்,

l – கடத்தியின் நீளம்



படம் 8.8 மின்னோடி

மின்னோடியின் நன்மைகள்

- துவக்கத்தில் குறைவான மின்திறன் தேவை.
- கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வேகம்.
- வேகம் மாற்றியமைக்கக்கூடிய செயல்பாடு.
- கட்டுப்படுத்தப்பட்ட தொடக்க மின்னோட்டம்.

மின்னோடியின் தீமைகள்

ஹம்மிங் சத்தம் தீமையாக கருதப்படுகிறது.

மின்னோடியின் பயன்பாடுகள்

- துளையிடும் இயந்திரம்
- நீர் இறைக்கும் பம்ப்
- கிரேன்
- லிப்ட்
- துணி துவைக்கும் இயந்திரம்

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 108 28/04/2022 18:15:45

8.5 மின்னோடியின் RPM

RPM என்பது மின்னோடியின் வேகத்தை குறிக்கிறது. சுழலி ஒரு நிமிடத்திற்கு எத்தனை சுற்றுகள் சுற்றுகிறது என்பதாகும். சுழலியின் தண்டு ஒரு நிமிடத்திற்கு எத்தனை முழு சுற்றுகள் சுற்றுகிறது என்பதே RPM ஆகும்.

மின்னோடியில் ஒரு நிமிடத்தில் சுழலும் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையை அளவிட பயன்படும் கருவி

1. குறிமுள் வகை டேகோமீட்டர்
2. எண்ணிலக்க வகை டேகோமீட்டர்

1. குறிமுள் வகை டேகோமீட்டர்

குறிமுள் வகை டேகோமீட்டர் என்பது இயந்திரங்களின் சுழலும் வேகத்தை கணக்கிடுவதற்கான மின் கருவியாகும் - இது ஒரு நிமிடத்திற்கு சுழலும் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையின் அளவீடுகளை குறிமுள் மூலம் காட்டுகிறது.

படம் 8.9 குறிமுள் வகை டேகோமீட்டர்

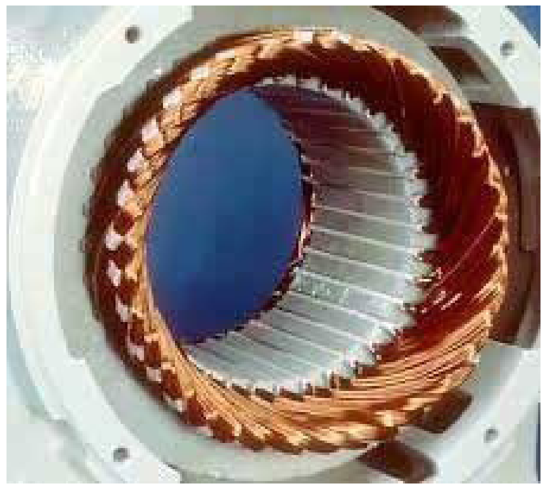
2. எண்ணிலக்க வகை டேகோமீட்டர்

எண்ணிலக்க வகை டேகோமீட்டர்கள், மின்னோடிகள் மற்றும் இயந்திரங்களின் சுழற்சி வேகத்தை அளவிடும் கருவி ஆகும். இது LCD இலக்க வகை திரையைப் பயன்படுத்தி அளவீடுகளை இலக்கத்தினால் காட்டுகிறது.

படம் 8.10 எண்ணிலக்க டேகோமீட்டர்

8.6 உல்லைகள் மற்றும் அதன் வகைகள்

மின்காந்தப் பாயத்தை உருவாக்குவதற்காக ஒரு உள்ளகத்தின் மீது சுற்றப்பட்ட மின் கடத்திக்கு சுருள் என்று பெயர்.



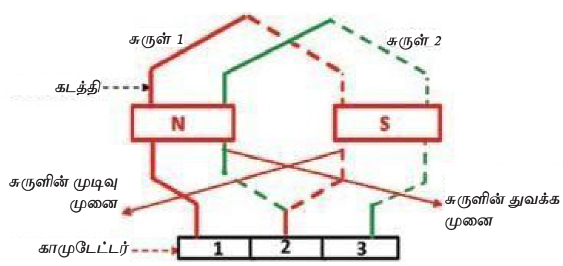
படம் 8.11 உல்லைகள்

உல்லைகளின் வகைகள்

1. மடிப்பு வகை உல்லை
2. அலை வகை உல்லை

மடிப்பு வகை உல்லை

மடிப்பு வகை உல்லையில், கடத்தியின் இணை பாதைகள் மற்றும் துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருக்கும். மின்னகத்தின் ஆரம்பச் சுருளினை அடுத்த சுருளின் ஆரம்ப முனையோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். (சுருள் 1 மற்றும் சுருள் 2) படம் 8.12 இல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி திசைமாற்றியில் உள்ள அடுத்தடுத்த திசைமாற்றித் துண்டுகளுடன் இணைக்கப்படுகிறது.



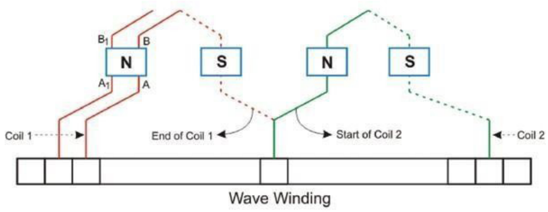
படம் 8.12 மடிப்பு வகை உல்லைகள்

மடிப்பு வகை உல்லையானது முக்கியமாக குறைந்த மின்னழுத்தம் மற்றும் உயர் மின்னோட்ட இயந்திரத்தில் பயன்படுத்தப்படுகிறது

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 109
28/04/2022 18:15:45

அலை வகை உல்லை

அலை வகை உல்லைகளில் நேர் மற்றும் எதிர் தூரிகைகள் கொண்ட இரண்டு இணை பாதைகள் மட்டுமே இருக்கும். ஒரு மின்னக உல்லை, அதில் இரண்டு சுருள்கள் தொடரில் இணைக்கப்பட்டு, ஒரு அலை வடிவம் போன்ற மேற்பரப்பை உண்டாக்கும். அலைவகை உல்லையானது படம் 8.13 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 8.13 அலை வகை உல்லை

அலை வகை உல்லையானது துருவங்களின் எண்ணிக்கையைப் பொருட்படுத்தாமல் இரண்டு இணை பாதைகள் மட்டுமே உள்ளன.

அலை வகை உல்லையானது உயர் மின்னழுத்தம் மற்றும் குறைந்த மின்னோட்ட இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

8.7 மின் விசிறி

மின்விசிறிகள் பயன்படுத்தும் இடங்களை பொருத்து அதன் வகைகள் அழைக்கப்படுகின்றன.

1. கூரை மின்விசிறி
2. மேசை மின்விசிறி
3. காற்றை வெளித்தள்ளும் மின்விசிறி

1) கூரை மின்விசிறி

இவ்வகையான மின் விசிறிகள் படம் 8.14-இல் காட்டியுள்ளவாறு கட்டடங்களின் மேற் கூரைகளில் தொங்கவிடப் பட்டு இருக்கும். மின் ஆற்றலை செலுத்தும் போது உருவாகும் இயந்திர ஆற்றலால் காற்றோட்டத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

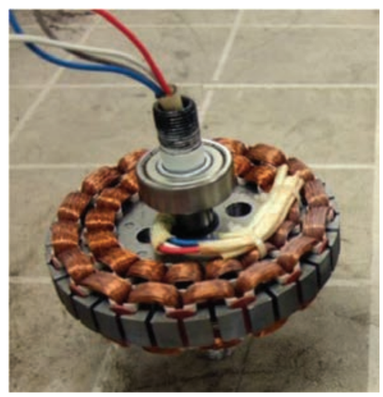
படம். 8.14 கூரை மின்விசிறி

கூரை மின்விசிறியின் மிக முக்கியமான பாகங்கள்

1. நிலையி
2. சுழலி
3. இறக்கைகள்
4. தாங்கிகள்
5. தொங்கும் குழாய்

i. நிலையி

நிலையியானது படம் 8.15 இல் காட்டியுள்ளவாறு மின்காப்பீடு செய்யப்பட்ட சிலிக்கான் எஃகு தகடால் உருவாக்கப்பட்டு இருக்கும். அதில் துவக்க மற்றும் துணை சுருள் என இரண்டு உல்லைகள் 90° மின்னியல் கோணத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.



படம் 8.15 நிலையி

ii. சுழலி

சுழலும் பகுதியாக அணில் கூடு வகை சுழலி படம் 8.16 இல் உள்ளது போன்று அமைக்கப்பட்டிருக்கும். கூரை மின் விசிறியில் மட்டும் நிலையி உட்புறத்திலும், சுழலி வெளிப்புறத்திலும் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டு இருக்கும்.

படம் 8.16 சுழலி

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 110 28/04/2022 18:15:45

iii. இறக்கைகள்

படம் 8.17 இறக்கைகள்

இதில் இறக்கைகள் படம் 8.17 இல் உள்ளது. போன்று எஃகு தகடு அல்லது அலுமினிய தகடால் செய்யப்பட்டு பொதுவாக மூன்று அல்லது நான்கு இறக்கைகளை கொண்டு இருக்கும். நிலையி மற்றும் சுழலிகள் பக்க மூடிகள் மூலம் மேலும் கீழுமாக மூடப்பட்டு இருக்கும்.

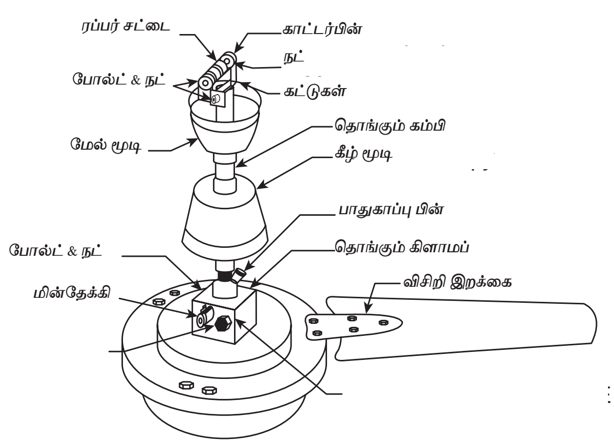
iv. தாங்கிகள்

படம் 8.18 இல் கோளத் தாங்கிகள் மின்விசிறியின் மேல் மற்றும் கீழ் மூடிகளில் உள்ளவாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சுழலும் பாகங்களில் உள்ள உராய்வைக் குறைப்பதற்கும், சத்தத்தை குறைப்பதற்கும் இவை பயன்படுகிறது.

படம் 8.18 தாங்கிகள்

v. தொங்கும் குழாய்

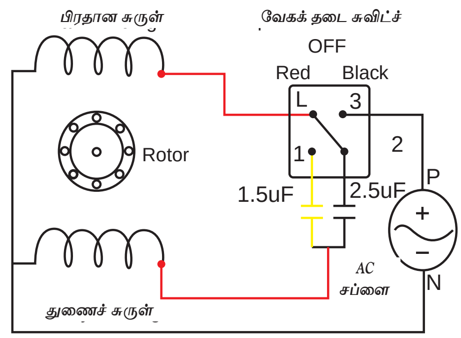
குழாயின் இரண்டு முனைகளிலும் துளையிடப்பட்ட தேவையான நீளம் கொண்ட கடினமான எஃகினால் உருவாக்கப்பட்டது தொங்கும் குழாய் கம்பியாகும். கம்பியின் ஒரு முனை கூரையிலும், மறுமுனை மின்விசிறியிலும் தொங்கவிடப்பட்டு இருக்கும்.



படம் 8.19 மின் விசிறியின் வெளிப்புறத் தோற்றம்

அ) வேலை செய்யும் விதம்

படம் 8.30 இல் காட்டியுள்ளவாறு மின் விசிறியை மின் இணைப்பில் பொருத்தப்பட வேண்டும். மின் இணைப்பு அளிக்கும் போது மின்னோட்டமானது மின்விசிறியின் துவக்க உல்லை மற்றும் துணை உல்லைக்கு செல்கிறது. துணை உல்லையுடன் தொடர் இணைப்பில் 2.5 மைக்ரோ ஃபாரேட் அளவு கொண்ட மின்தேக்கி ஒன்று இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மின் உல்லைகளின் மூலம் உருவாகும் கூட்டு காந்த விளைவால் சுழலியானது சுழலுகிறது.



படம் 8.20 மின் சுற்று வரைபடம்

ஆ) வேகக்கட்டுபாட்டு இணைப்பி

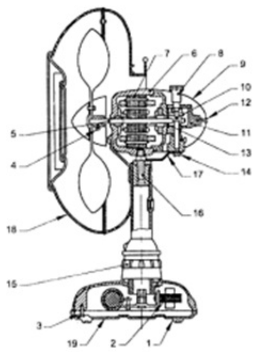
படம் 8.21 இல் உள்ளது போன்று வேகத்தைக் கட்டுபடுத்த வேகக் கட்டுபாட்டு இணைப்பி பயன்படுகிறது. இது மின் விசிறியுடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட வேண்டும். இக்காலங்களில் மின்னணுவியல் வகை இணைப்பி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது மின்விசிறியின் வேகத்தைஅதிகரிக்கவோ,குறைக்கவோ,நிறுத்தவோ பயன்படுகிறது.

படம் 8.21 வேகக் கட்டுப்பாட்டு இணைப்பி

2) மேசை மின்விசிறி

இவ்வகையான மின்விசிறிகள் நமக்கு தேவையான இடங்களில் வைத்து காற்றைப் பெறலாம். மேசை மின் விசிறியில் ஒரு நிலையான மின்தேக்கி தூண்டல் வகை மின்னோடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. படம் 8.22 இல் உள்ளவாறு

பல வண்ணங்களில் கிடைக்கிறது. மேசை மின்விசிறிகள் சுவர்களில் பொருத்தக் கூடிய மின்விசிறிகள், நிற்கும் மின்விசிறிகள் என பல வகைகளில் கிடைக்கிறது.



1. Rubber Feet
2. Regulator Choke
3. Capacitor
4. Blade Bush Fixing Screw
5. Spindle
6. Front Cover
7. Stator
8. Oscillator Knob
9. Back Cover
10. Vertical Spindle
11. Gear Box
12. Back Cover Fixing Screw
13. Bush Bearing
14. Link Fixing Screw
15. Switch
16. Pivot Pin
17. Crank Lever
18. Wire Guard
19. Bottom Cover

படம் 8.22 மேசை மின்விசிறி

மேசை மின்விசிறியின் மிக முக்கியமான

பாகங்கள்

1. நிலையி
2. சுழலி
3. இறக்கைகள்
4. உறை தாங்கிகள்
5. அலைய வைக்கும் மெக்கானிசம்

நிலையி, சுழலி, இறக்கைகள் மற்றும் உறை தாங்கிகள் போன்ற பாகங்கள் கூரை மின்விசிறி போன்றதே. அலைய வைக்கும் அமைப்பு, வேக கட்டுப்பாட்டு இணைப்பி மற்றும் அடித்தளம் மட்டும் மாறுபடும்.

குறிப்பு: மேலே குறிப்பட்ட பாகங்கள் மற்றும் விளக்கங்கள் அனைத்தும் கூரை மின்விசிறி மற்றும் காற்றை வெளித்தள்ளும் மின்விசிறி ஆகிய இரண்டிற்கும் ஒன்றே ஆகும்.

வேலை செய்யும் விதம்

மேசை மின்விசிறியை மின் இணைப்பில் உள்ளவாறு இணைக்க வேண்டும். மின் இணைப்பு அளிக்கும் போது மின்னோட்டமானது மின்விசிறியின் துவக்க உல்லை மற்றும் துணை சுருளுக்கு செல்கிறது. துணை உல்லையுடன் தொடர் இணைப்பில் 25 மைக்ரோஃபாரேட் அளவு கொண்ட மின்தேக்கி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின் உல்லைகளின் மூலம் உருவாகும் கூட்டு காந்த விளைவால் சுழலியானது சுழலுகிறது.

சுழலியின் அச்சில் இறக்கைகள் பொருத்தப்பட்டிருப்பதால் இறக்கைகளும் சேர்ந்து சுழலுகிறது. இதன் காரணமாக காற்றானது அறை முழுவதும் தள்ளப்படுகிறது.

இறக்கைகள் சுழலும் வட்டத்தின் விட்டத்தை வீச்சு என்கிறோம். இதன் அளவுகள் 100 மி.மீ முதல் 400 மி.மீ அளவுகளில் மின்விசிறிகள் கிடைக்கின்றன. இதன் வேகம் 1000 சு/நி இருக்கும்படி மின்சுற்றுக்கள் சுற்றப்பட்டிருக்கும். இந்த இறக்கைகள் பிளாஸ்டிக் வலை அல்லது கம்பி வலைகளால் முன்னும் பின்னும் மூடப்பட்டிருக்கும்.

3) காற்றை வெளித்தள்ளும் மின்விசிறி

படம் 8.23 – இல் காட்டியுள்ள படி காற்றை வெளித்தள்ளும் மின்விசிறியானது உள் இருக்கும் அசுத்தக் காற்றை வெளியேற்ற பயன்படும் ஒரு மின்சாதனம்ஆகும்.வகுப்பறைகள்,திரையரங்குகள், திருமண மண்டபங்கள், தொழிற்சாலைகள், சமையல் அறைகள் மற்றும் கழிவறைகள் போன்ற இடங்களில் இவ்வகை மின்விசிறிகள் பயன்படுகிறது.

படம் 8.23 காற்றை வெளித்தள்ளும் மின்விசிறி

செயல்படும் விதம்

இது மேசை மின்விசிறியைப் போன்று சிறிய அமைப்பில் இருக்கும். இந்த மின்விசிறி கோடைக் காலங்களில் வெப்பக் காற்றை வெளியேற்றவும், அறையின் உட்புறத்தில் குறைந்த அழுத்தத்தை உருவாக்கி குளிர்ந்த காற்று இயற்கையாக உட்புறம் நுழையவும் வழி வகுக்கிறது. இந்த விசிறிகள் 230 மி.மீ. வீச்சு முதல் 380 மி.மீ. வீச்சு அளவுகளில் கிடைக்கிறது.

8.8 மின் சலவை இயந்திரம்

வீடுகளில் அதிகமாக துணிகளைத் துவைக்க மின் சலவை இயந்திரம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது ஒரு வகையான வீட்டு மின்னணு சாதனமாகும். நாம் துவைக்க வேண்டிய துணிகளை சலவை இயந்திரத்தில் போட்டு, துவைத்து, பிழிந்து

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 112 28/04/2022 18:15:47

மற்றும் உலர வைக்க மின் சலவை இயந்திரத்தை பயன்படுத்துகிறோம்.

வகைகள்

1. குறைத் தானியங்கி மின் சலவை இயந்திரம்.
2. தானியங்கி மின் சலவை இயந்திரம்.
   அ. மேற்புற திறப்பு சலவை இயந்திரம்
   ஆ. முன்புற திறப்பு மின் சலவை இயந்திரம்.

8.8.1 குறைத் தானியங்கி மின் சலவை இயந்திரம்

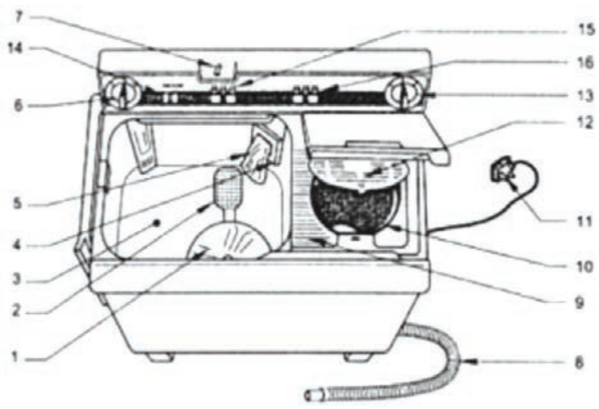
படம் 8.24 குறைத் தானியங்கி மின்சலவை இயந்திரம்

அ) அமைப்பு

குறைத் தானியங்கி வகை சலவை இயந்திரத்தில் துணிகளை துவைப்பதற்கும், உலர்த்துவதற்கும் தனித்தனி தொட்டி போன்ற பாத்திரம் படம் 8.24 இல் உள்ளது. துவைக்கும் நேரத்தையும் உலர்த்தும் நேரத்தையும் நாம் தனித்தனியாக இரண்டு நேரக் கட்டுப்பாட்டு சாதனத்தின் மூலம் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது.

இதில் துவக்க மின்தேக்கி தூண்டல்வகை மின்னோடியானது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வகையில், உலர்த்தும் பாத்திரத்தின் சுழலும் வேகத்தை விட, துவைக்கும் பாத்திரத்தின் சுழலும் வேகம் குறைவு. இதில் பயன்படுத்தப்படும் தொழில்நுட்பம் அலை எழுப்பி தொழில்நுட்பம் ஆகும். இதில் உள்ள பாத்திரத்தில் நீரை நிரப்பினால், துணிகள் அலசப்பட்டு, துணிகளில் உள்ள அழுக்கானது வெளியேற்றப்படுகிறது. பிறகு நாம் உலர்த்தும் பாத்திரத்தில் துணிகளை போட்டு சுழல்வதன் மூலம் துணிகளில் உள்ள நீரானது முழுமையாக வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறாக இரு பாத்திரங்களின் மூலம், துணிகள் துவைத்து பிழியப்படுவதால், இவ்வகைச் சாதனம் குறை தானியங்கி வகை சலவை இயந்திரம் என அழைக்கப்படுகிறது.

ஆ) வேலை செய்யும் விதம்



படம் 8.25 உள் கட்டமைப்பு

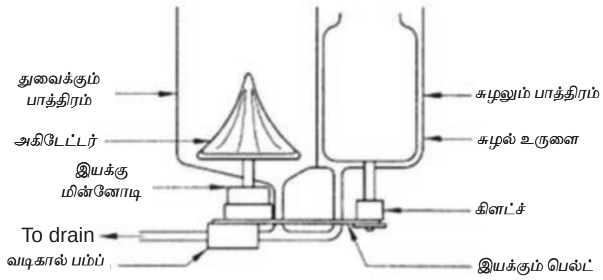
பாகங்கள்

1. அலையெழுப்பி
2. நீர் வடிகட்டி
3. துவைக்கும் உருளை
4. நீர் மட்டம் தேர்ந்தெடுப்பான்
5. பஞ்சு வடிகட்டி
6. துவைக்கும் நேரக்கட்டுப்பாடு
7. தண்ணீர் உட்செல்லும் குழாய்
8. வடிகால் குழாய்
9. சுத்திகரிப்பு
10. சுழலும் உருளை
11. மூன்று பின் பிளக்
12. பிழியும் உருளையின் மூடி
13. பிழியும் சுற்று நேரக்கட்டுப்பாடு
14. கலக்கி திசை இணைப்பி
15. தண்ணீர் உட்செல்லும் – வெளிவரும் திருகி
16. தண்ணீர் கட்டுப்படுத்தும் குமிழ்

படம் 8.26 இல் காட்டியுள்ளபடி முதலில் துவைக்க வேண்டிய துணிகளை துவைக்கும் பாத்திரத்தில் செலுத்தி துணிகளுக்கு ஏற்ப சோப்புத் துகள்களைப் போட்டு நேரக்கட்டுப்பாட்டு சாதனத்தின் மூலம் துவைக்கும் பாத்திரத்தை

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 113 28/04/2022 18:15:47

இயக்கச் செய்ய வேண்டும். இப்பொழுது துணிகளுக்கு ஏற்ப நீரானது துவைக்கும் பாத்திரத்திற்குச் சென்று அலையை எழுப்பி, இயங்கி சோப்புத் துகள்களுடன் துணிகளை துவைக்கிறது.



படம் 8.26 அமைப்பு படம்

பின்பு துவைக்கப்பட்ட அழுக்கு நீரானது வெளியேறுகிறது. மீண்டும் புதிய நீரை தொட்டியில் நிரப்பி துணிகளை மீண்டும் அலசுகிறது. இந்த நீர் பிறகு வெளிப்போக்கு குழாயின் மூலம் வெளியேறுகிறது. அதன்பின் துணிகளைப் பிழியும் பாத்திரத்தில் போட்டு நேரக் கட்டுப்பாட்டு சாதனத்தின் மூலம் பிழியும் பாத்திரத்தை சுழல வைக்கிறது. அப்பொழுது மின்னோடியானது வேகமாக சுழன்று துணியில் உள்ள நீரை பிழிந்து வெளியேற்றுகிறது. இவ்வாறாக மின் சலவை இயந்திரம் செயல்படுகிறது.

8.8.2 தானியங்கி சலவை இயந்திரம்

தானியங்கி சலவை இயந்திரம் இரண்டு வகைப்படும்.

1. மேற்புற திறப்பு சலவை இயந்திரம்.
2. முன்புற திறப்பு சலவை இயந்திரம்.

1. மேற்புற திறப்பு சலவை இயந்திரம்

அ) அமைப்பு

இவ்வகைச் சலவை இயந்திரத்தில் துவைத்தல், அலசுதல் மற்றும் உலர்த்துதல் ஆகியவைகள் செய்வதற்கு ஒரே ஒரு தொட்டி போன்ற பாத்திரம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் துவக்க மின்தேக்கி தூண்டல் வகை மின்னோடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. துணிகளின் அளவிற்கு ஏற்ப தேவையான சோப்பு தூள்களை போட்டு சாதனத்திற்கு மின் இணைப்பு தர வேண்டும். சலவை இயந்திரமானது தானாகவே தேவைக்கேற்ப நீரை எடுத்துக் கொள்வதுடன் துவைப்பதற்கும், உலர்த்துவதற்கும் தேவையான நேரத்தை தானே நிர்ணயம் செய்து கொள்கிறது. சலவை இயந்திரத்தில் தண்ணீர் உட்செலுத்தும் மற்றும் வெளியேற்றும் குழாய் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

படம் 8.27 மேற் புற திறப்பு சலவை இயந்திரம்

ஆ) நீர் உள் செல்லும் குழாய் நேரக்கட்டுபாடு

சலவை இயந்திரத்தில் நீர் உட்செல்லும் குழாயில், கட்டுப்படுத்தும் வால்வு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. துணிகளை சலவை இயந்திரத்தில் போட்ட உடன் இயந்திரம் தானாக செயல்பட்டு, உள் செல்லும் குழாயில் நீர் உள்ளே செலுத்தப்படுகிறது.

இ) நீர் வெளிச் செல்லும் குழாய் நேரக் கட்டுபாடு

இது இரண்டு வழிகளில் செயல்படுகிறது. துவைக்கப்பட்ட அழுக்கு கலந்த நீரை வெளியேற்றவும், துணியில் உள்ள நீரை பிழிந்து வெளியேற்றவும் பயன்படுகிறது.

ஈ) தொட்டி

இந்த சலவை இயந்திரத்தில் இருதொட்டிகள் உள்ளன.

1. உள் தொட்டி
2. வெளித் தொட்டி.

இவைகள் எஃகு தகட்டினால் தயாரிக்கப்பட்டு அரிமானத்தை தடுக்க துத்த நாகப் பூச்சு பூசப்பட்டுள்ளது. உள்தொட்டியில் துணிகளை நிரப்பி துவைத்தல், அலசுதல் மற்றும் உலர்த்துதல் போன்ற பணிகள் செய்யப்படுகிறது.

இந்த தொட்டியில் உள்ள சிறு, சிறு துளைகள் நீரை வெளியேற்றப் பயன்படுகிறது. வெளித் தொட்டியானது முழுவதுமாக உள் தொட்டியை மூடுவதற்கு பயன்படுகிறது.

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 114 28/04/2022 18:15:48

உ) கலக்கி

கலக்கி உருளை வடிவ பிளாஸ்டிக்கினால் தயாரிக்கப்பட்டு, உள்தொட்டியின் நடுவில் அமையுமாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. கலக்கியானது தொடர்ந்து சோப்பு கலந்த நீரில் துணியை சுழற்ற பயன்படுகிறது. துணிகளும் சோப்புத் தூள்களும் நீரில் நன்கு கலக்கப்படுகிறது. இதனால் துணிகளில் உள்ள அழுக்கு வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு கலக்கியானது துணிகளை ஒன்றோடு ஒன்று தேய்த்து துணிகளில் உள்ள அழுக்குகளை நீக்குகிறது.

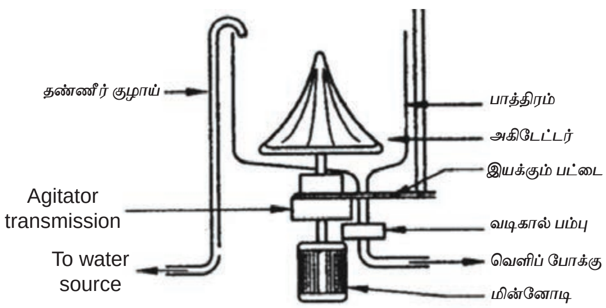
ஊ) மின்னோடி

மின்னோடியானது கலக்கியை சுழல செய்கிறது. மின்னோடியானது துணியின் பளுவிற்கு ஏற்ப வேகத்தை மாற்றி சுழலக்கூடியது. ஒருநிலை 230 வோல்ட், 50 அலைவு எண் கொண்ட துவக்க மின்தேக்கித் தூண்டல் மின்னோடி பயன்படுகிறது.

எ) மின்சுற்றுப் பலகை

மின்சுற்றுப் பலகையானது பல்வேறு மின்னணு உபகரணங்களை ஒருங்கிணைக்கிறது. சலவை இயந்திரத்தில் போடப்படும் துணிகளின் அளவு மற்றும் வகைகளுக்கு ஏற்ப இயந்திரத்தின் செயல்பாடானது முன்கூட்டியே நிர்ணயம் செய்து அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த மின்சுற்றுப் பலகை துணிகளின் எடை, தண்ணீரின் அளவு, சோப்புத்தூள் அளவு மற்றும் கால அளவு ஆகியவற்றை கணக்கீடு செய்து துணிகளை துவைப்பது, அலசுவது மற்றும் பிழிவது ஆகியவற்றின் நேரத்தை நிர்ணயம்செய்கிறது.

ஏ) செயல்படும் விதம்



படம் 8.28 மேற்புற திறப்புள்ள சலவை இயந்திரத்தின் பாகங்கள்

சலவை இயந்திரத்தில் துணிகளுக்கு ஏற்ப சோப்பு தூள்களை அதன் நிரப்பியில் போட்டு, தண்ணீர்க் குழாயை திறந்து, சாதனத்தை ‹ஆன்› செய்தால் மின்னோடியானது நேரக் கட்டுப்பாட்டு சாதனத்தின் மூலம் செயல்பட்டு, அனைத்து வேலைகளையும் தானாக பிரித்துக் கொண்டு செய்கிறது. இச்செயல்முறைக்கு நரம்பி மின்னணு தொழில்நுட்பம் (அதாவது) கலக்கி துவைக்கும் வகை தொழில்நுட்பம் என கூறுகிறோம். இத் தொழில்நுட்பம் நுண் இயக்க திட்டத்தில் செயல்படுகிறது. இவைகள் துணிகளின் வகை மற்றும் அழுக்கின் வகைகளை பொருத்து அமைகிறது.

படம் 8.28 இல் உள்ள சலவை இயந்திரத்தில் துவைக்கும் துணியை உள்தொட்டியில் போட்டு அதற்கேற்ப சோப்பு தூள்களை போட்டு இயக்க வேண்டும். தற்பொழுது துணியுடன் நீர், சோப்புத்தூள் ஆகியவை கலந்து துணிகளை மேலும் கீழுமாக அலசுகிறது. சோப்புத் தூளில் உள்ள என்சைம்கள் துணிகளை சுத்தம் செய்கிறது. இச்செயல்பாடானது நிர்ணயிக்கப்பட்ட நேர அளவு வரை நடைபெறும். துவைக்கும் உள் தொட்டியானது அதிக துளைகளுடன் இருக்கும். மைய விலக்கு விசையால் உள் தொட்டியிலுள்ள நீரானது நிலையாக உள்ள வெளித்தொட்டிக்கு இழுக்கிறது. வெளித் தொட்டியில் இருந்து வடிகால் வழியாக நீரானது வெளியேற்றப்படுகிறது. அழுக்கு நீர் வெளியேற்றப்பட்டவுடன், மீண்டும் நீர் உள் தொட்டியில் நிரப்பபப்படுகிறது.

கலக்கியானது நீரில் துணிகளை மேலும், கீழும், முன்னும், பின்னுமாக அலசுகிறது. இச்சுற்றில் துணிகளில் தங்கியுள்ள சோப்புகள் வெளியேற்றப்படுகிறது. இந்த அலசுச்சுற்று முடிந்தவுடன், அலசப்பட்ட நீர் வெளிப்போக்குக் குழாய் வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. நீர் வெளியேற்றப்பட்டவுடன், மின்னோடி அதிகவேகத்தில் உள் தொட்டியை இயக்கி மைய விலக்கு விசையினால் துணிகளில் உள்ள நீரை வெளியேற்றுகிறது. இச்சுற்றானது குறிப்பிட்ட நேரம் செயல்பட்ட பின், நேரக்கட்டுப்பாட்டுச் சாதனத்தின் மூலம் துணிகளில் உள்ள அதிகப்படியான நீரை வெளியேற்றுகிறது. இதை துணிகள் ஈர நிலையில் இருந்து பிழிந்து எடுக்கும் நடவடிக்கை என அழைக்கிறோம். இப்போது துணிகள் துவைக்கப்பட்டு உலர்த்துவதற்கு தயாராகிறது.

2. முன்புற திறப்பு சலவை இயந்திரம்

படம் 8.29 முன்புற திறப்பு சலவை இயந்திரம்

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 115 28/04/2022 18:15:48

முன்புற திறப்பு சலவை இயந்திரத்தின் அமைப்பு மற்றும் செயல்படும் விதம் மேற்புற திறப்பு சலவை இயந்திரத்தைப் போன்றே அமைந்திருக்கும்.

மேற்புற திறப்பு சலவை இயந்திரத்தில் உள்ள கலக்கிக்குப் பதிலாக முன்புற திறப்பு சலவை இயந்திரத்தில் உருளைப் பாத்திரம் பயன்படுகிறது. உருளை வடிவ தொட்டியின் உதவியால், உருளையானது சுழன்று துணிகளை மேலே உயர்த்திச் சென்று கீழே விழச் செய்கிறது. இவ்வாறு தொடர்ந்து இந்த நிகழ்வு நடைபெறுவதால், துணியானது நன்றாக சோப்பு கலந்த நீரில் துவைக்கப்படுகிறது.

முன்புறதிறப்பு வகைசலவை இயந்திரத்தின் உள்ளே உள்ள உருளைப் பாத்திரத்தில் இறக்கைகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவை கலக்கும் துடிப்பு என அழைக்கிறோம். இந்த உருளைப் பாத்திரம் கிடைமட்ட நிலையில் அமைக்கப்பட்டு இருக்கும். இந்த சுழலும் பாத்திரத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள இறக்கைகள் சோப்பு கலந்த நீரைக் கலக்குவதுடன் துணிகளை ஒன்றோடு ஒன்றாக நன்கு தேய்த்து அழுக்குகளை வெளியேற்றுகிறது.

சிலவகை முன்புற திறப்பு சலவை இயந்திரத்தில் அடிப்புறத்தில் வெப்ப மின் இழைகள் குழாய் வடிவில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவைகள் துவைக்கும் கடின நீரை வெப்பப்படுத்தி வெந்நீராக்கி துணிகளை துவைப்பதால் துணிகளில் உள்ள அழுக்குகள் சுத்தமாக நீங்குகிறது. இதனால் முன்புற திறப்பு சலவை இயந்திரம் நன்கு துணிகளைத் துவைப்பதற்கு பயன்படுகிறது.

8.9 மின் நீரேற்றி

நீரை ஒரு இடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு மாற்ற (அ) அனுப்புவதற்கு பயன்படும் சாதனத்திற்கு நீர் இறைக்கும் நீரேற்றி என்று பெயர்.

நீரேற்றியை மின்னோடியுடன் இணைத்து மைய விலக்கு விசையினால் வெற்றிடத்தை உருவாக்கி அதன் மூலம் தேவையான இடத்திற்கு நீரை எடுத்துச் செல்ல இந்தச் சாதனம் பயன்படுகிறது.

வீடுகளின் நீர் தேவைகள் குறைந்தது 2000லி முதல் 5000லி வரை இருப்பதால், வீட்டின் ஒரு முனை மின்சாரத்தில் இயங்கும் மின்னோடிகளே இதற்கு போதுமானது. நீர் இறைக்கும் நீரேற்றி அதன் அமைப்பைப் பொருத்து மூன்று வகைப்படுகிறது.

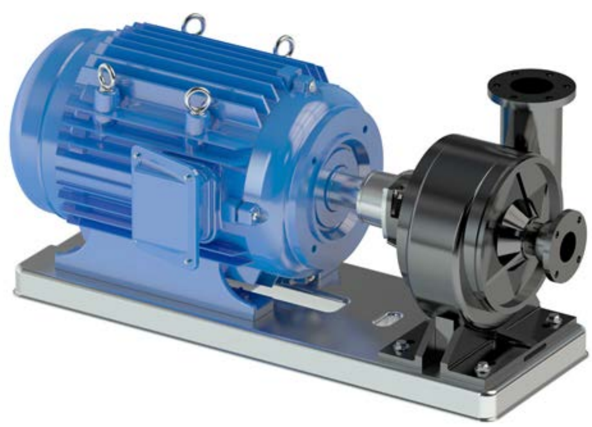
1. மைய விலக்கு நீரேற்றி
2. விரைவு நீரேற்றி
3. நீர் மூழ்கி நீரேற்றி
4. காற்றமுத்த நீரேற்றி

8.9.1 மைய விலக்கு நீரேற்றி

மைய விலக்கு நீரேற்றி படம் 8.30 – இல் உள்ள படி மிக எளிமையான மின்சாதனமாகும். துவக்க மின்தேக்கி கொண்ட தூண்டல் மின்னோடி 0.5 குதிரை திறன் முதல் 3 குதிரை திறன் வரை பெற்று, அதன் மூலம் மைய விலக்கு விசையை பயன்படுத்தி, நீரை உறிஞ்சி வெளித் தள்ளும் அமைப்புக்கு மைய விலக்கு நீரேற்றி என்று பெயர்.

மைய விலக்கு நீரேற்றியின் பாகங்கள்

1. அடித்தளத் தட்டு
2. நீரேற்றி உறைப் பெட்டி
3. துருத்தி
4. சுழல் தண்டு
5. திணிப்பு கயிறு மற்றும் பெட்டி
6. தாங்கிகள்



படம் 8.30 மைய விலக்கு நீரேற்றி

1. அடித்தளத்தட்டு

அடித்தளத்தட்டு வார்ப்பிரும்பு அல்லது கடின எஃகு உலோகத்தால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இது அடித்தளத்துடன் மரையாணிகள் மூலம் இணைக்கப்படுகிறது.

2. நீரேற்றி உறைப் பெட்டி அல்லது சுருள் வடிவ உறைப் பெட்டி

இந்த பெட்டி வழக்கமாக வார்ப்பு இரும்பால் செய்யப்படுகிறது. இதில் செங்குத்தாக இரண்டு அறைப் பகுதிகள் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இரண்டு பகுதிகளுக்கிடையில் நீர்கசிவு ஏற்படாமல் இருக்க அட்டை அல்லது ரப்பர் காற்று அடைப்பான் வைக்கப்பட்டு மரையாணிகள் மூலம் இணைக்கப்படுகிறது.

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 116 28/04/2022 18:15:49

3. துருத்தி

படம் 8.31 – இல் உள்ள துருத்தி என்பது மைய விலக்கு நீரேற்றிக்கு இதயம் போன்ற பாகமாகும். துருத்தியானது வார்ப்பிரும்பு அல்லது எஃகு உலோகத்தால் செய்யப்பட்ட சுழலும் பாகமாகும். இது மைய விலக்கு விசையினால் இயங்குவதால், ஒரே சீராக அழுத்தமும், அதிர்வுகளும் இல்லாமல் நீரை வெளியேற்ற பயன்படுகிறது.

படம் 8.31 துருத்தி

வகைகள்

1. திறந்த வகை துருத்தி
2. மூடிய வகை துருத்தி

4. சுழல் தண்டு

இது எஃகு உலோகத்தால் செய்யப்பட்டு உள்ளது. உப்பு தண்ணீர் பயன்படுத்தப்படும் இடங்களில் துருப்பிடிக்காத எஃகினால் செய்யப்பட்ட சுழல் தண்டுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உறைப் பெட்டியின் உள்ளே இயங்கும் சுழல் தண்டு பகுதியானது துப்பாக்கி உலோகத்தாலான உறையால் மூடப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறு சுழல் தண்டு மீது உறை போடப்பட்டிருப்பதால், இதில் தேய்மானம் ஏற்பட வாய்ப்பில்லை. துப்பாக்கி உலோகத்தால் ஆன உறை தேய்மானம் அடையும் போது, அதனை மட்டும் மாற்றிக் கொள்ளலாம். இதனால் சுழற்தண்டின் ஆயுட்காலம் அதிகரிக்கிறது.

5. திணிப்புக் கயிறு மற்றும் பெட்டி

திணிப்புக் கயிறு மற்றும் பெட்டி கீழ்கண்ட இரண்டு நோக்கங்களுக்காக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

1. உறிஞ்சும் பாகத்தில் காற்றுக் கசிவு ஏற்படாமல் தடுக்கிறது.
2. நீர் வெளியேற்றும் பக்கத்தில் ஏற்படும் அழுத்தத்தின் காரணமாக உண்டாகும் நீர்க் கசிவைத் தடுக்கிறது.

திணிப்புப் பெட்டியில் அமைக்கும் பொருளாக பருத்தி, துணித்திரி, காப்பிடப்பட்ட கரிப்பொருள் (கிராஃபைட்) அல்லது கெட்டி கொழுப்பால் ஆன பொருள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. திணிப்புக் கயிற்றை திணித்த பின்பு பெட்டியின் வெளியில் உள்ள உறையுடன் மரையாணிகளை சிறிதளவு இறுக்கம் செய்வதன் மூலம் அப்பகுதியில் ஏற்படும் நீர்க்கசிவு தடுக்கப்படுகிறது.

படம் 8.32 உள் அமைப்பு

படம் 8-32 இல் காட்டியுள்ளபடி, நீரேற்றிகளில் நீர் கசிவதைத் தடுக்க, இயந்திரவியல் அடைப்பான் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது ரப்பர், பிளாஸ்டிக் அல்லது தோலினால் செய்யப்பட்டு அவற்றின் மேற்பரப்பு கண்ணாடி போன்று வழவழப்பாக இருக்கும். அடைப்புப் பொருள் நீரேற்றியில் உள்ள நீரால் குளிர வைக்க வேண்டும். இல்லையேல் அவை சுழற்தண்டின் மீது உராய்வை ஏற்படுத்தி, அதிக சூடேறி, நீரேற்றியின் இயக்கத்தை நிறுத்தி விடும். எனவே எக்காரணம் கொண்டும் மைய விலக்கு நீரேற்றியை, நீர் இல்லாத நிலையில் இயக்கக் கூடாது.

6. தாங்கிகள்

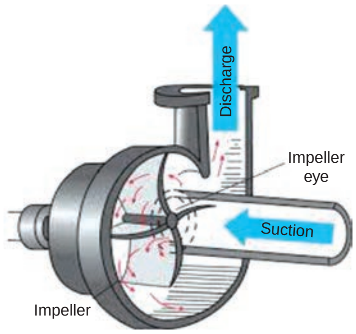
பெரும்பாலும் கோளம், உருளை மற்றும் உறைகள் வடிவிலான தாங்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கோளம் மற்றும் உருளைத் தாங்கிகளுக்கு எண்ணெய் மற்றும் பசை மூலம் உயவிடப்படுகிறது.

8.9.2 மைய விலக்கு நீரேற்றி செயல்படும் விதம்

நீரேற்றியில் நீர் நிரப்பப்பட்டு, அதனை மின் இயக்கி அல்லது நீராவி இயந்திரத்தால் இயக்கியுடன் துருத்தியானது சுழல ஆரம்பிக்கிறது. துருத்தி சுழலும் போது, அதிலுள்ள இறக்கையின் விளிம்பில் ஏற்படும் மைய விலக்கு விசையின் காரணமாக படம் 8.33 இல் காட்டியபடி, துருத்தியின் கண் போன்ற பகுதியில் அழுத்தக் குறைவு ஏற்பட்டு அதன் வழியே தண்ணீர் உள்ளே செல்கிறது. இவ்வாறு துருத்தியானது இயக்கியின் சக்தியை, சுழற்றும் சக்தியாக மாற்றுகிறது. இந்த சுழற்றும் சக்தியை சுருள் வடிவ உறைப் பெட்டியானது அழுத்தச் சக்தியாக மாற்றி, நீரை வெளியேற்றுகிறது. நீரின் மேல் உண்டாகும் சக்தியின் அளவானது, துருத்தியின் இயற்கை விளிம்பில் ஏற்படும் திசை

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 117 28/04/2022 18:15:49

வேகத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். துருத்தியின் வேகமும் உருவ அளவும் அதிகமாக இருப்பின், நீரில் ஏற்படும் சக்தியும் அதிகமாக இருக்கும். இவ்வாறு நீர் துருத்தியில் இருந்து வெளியேறும் போது, முதல் தடையாக, சுருள் வடிவப் பெட்டியின் மீது உராய்தல் ஏற்படுகிறது. இரண்டாவதாக வெளியேறும் பகுதியில் ஏற்படும் உராய்வின் காரணமாக, நீரின் வேகம் அழுத்த சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது. ஆகவே நீரை உயர்த்தும் அழுத்தமானது, உத்தேசமாக துருத்தியின் விளிம்பில் உண்டாகும் சுழற்று வேகத்திற்கு சமமாக இருக்கும்.



படம் 8.33 உள் வெட்டுத் தோற்றம்

அ. உராய்வு சக்தி

தண்ணீர்க் குழாய் வழியாக செல்லும் போது, அது குழாயின் உட்பகுதியில் உராய்வை ஏற்படுத்தும். நீரின் வேகம் அதிகரிக்க உராய்வுத் தன்மையும் அதிகரிக்கும். இதன் காரணமாக, தண்ணீரை மேலே தள்ளுவதற்கு அதிக சக்தி தேவைப்படுகிறது. உராய்வு அல்லது உராய்வு சக்தி என்பது ஒவ்வொரு குழாய் வழியாகவும் அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட பாகங்களின் வழியாகவும் நீர் செல்லும் போது ஏற்படும் உராய்வினால் சக்தி இழப்பு ஏற்படுகிறது. இதை ஈடு செய்வதற்கான சக்தியே உராய்வு சக்தியாகும். உறிஞ்சும் குழாயின் நீளம் குறைவாக இருப்பது நல்லது. அதிக விட்டமுள்ள குழாயில் தண்ணீர் செல்லும் போது உராய்வினால் ஏற்படும் இழப்பு குறைவாகவே இருக்கும்.

ஆ. உறிஞ்சும் சக்தி

மைய விலக்கு நீரேற்றியின் இயக்கமானது, உறிஞ்சும் குழாயின் தன்மைகளால் மிக முக்கியமாக பாதிப்பு அடையும். திரவப் பொருளுக்கு இழுவைத்திறன் சக்தியானது இல்லாத காரணத்தால், நீரேற்றி உறிஞ்சும் குழாய் வழியாக உறிஞ்சும் போது உள் அழுத்தம் குறைவதால், அதன் மீதுள்ள புற அழுத்தமானது நீரேற்றியிலுள்ள உறிஞ்சும் குழாய் வழியாக தண்ணீரை மேலே தள்ளுகிறது.

1. நிலையான உறிஞ்சும் ஆழம்

நிலையான உறிஞ்சும் ஆழம் என்பது நீர் உறிஞ்சப்படும் கிணறு அல்லது நிலத்தடித் தொட்டியின் நீர் மட்டத்திலிருந்து நீர் ஏற்றும் குழாயில் உள்ள கிடைமட்ட மையம் வரையிலான செங்குத்தான உயரத்தைக் குறிக்கும். தண்ணீரின் மட்டத்திலிருந்து நீரேற்றம் மையம் வரையிலான உயரம் ஆகும்.

2. நிலையான உயர்த்தும் உயரம்

நிலையான உயர்த்தும் உயரும் என்பது நீரேற்றியின் கிடைமட்ட மையக்கோட்டிலிருந்து மேல் நிலை நீர் தேக்கத் தொட்டியில் நீர் வெளியேறும் வரையிலான செங்குத்து உயரத்தை குறிக்கும்.

3. தண்ணீர் கிட்டித்தல்

தண்ணீர் கிட்டித்தல் என்பது நீரேற்றி மற்றும் உறிஞ்சும் குழாயை தண்ணீரால் நிரப்பப்படும் போது, காற்று முற்றிலுமாக அதன் அமைப்பிலிருந்து வெளியேற்றப்படுவதே ஆகும். நீரேற்றியில் சீராக நீர் நிரப்பி இருத்தல் வேண்டும். நீர் இல்லாமல் மைய விலக்கு நீரேற்றியை இயக்கக் கூடாது.

நீரேற்றியிலுள்ள திணிப்புக் கயிறு நூலானது உராய்வினால் ஏற்படும் வெப்பத்தை, நீரேற்றியிலுள்ள நீரினால் பாதிப்பு அடையாவண்ணம் திணிக்க பயன்படுகிறது. நீரேற்றியிலுள்ள திணிப்புக் கயிறானது உறை பெட்டி நீர் கசியாமல் இருக்க பயன்படுகிறது. சுழல் தண்டு சுற்றும் போது உராய்வு ஏற்படுகிறது. இதனால் ஏற்படும் வெப்பத்தை தணிப்பதற்காகவும், உயவு பொருளாகவும் நீரேற்றியிலுள்ள நீர் பயன்படுகிறது.

நீரேற்றியை நீர் இல்லாமல் இயக்கச் செய்தால் அதிகப்படியான வெப்பம் உருவாகி சுழல் தண்டு இயங்காமல் மின்னோடி எரிந்து விடும். எனவே, நீரேற்றியில் நீர் இல்லாமலோ உறிஞ்சும் குழாயில் நீர் இல்லாமலோ நீரேற்றியை எப்போதும் இயக்கக் கூடாது.

8.9.2 விரைவு நீரேற்றி

ஜெட் பம்புகள் குடிநீர் அல்லது தண்ணிர் உறிஞ்சும் குழாய் மூலம் கிணற்றில் இருந்து அழுத்தத்துடன் எடுக்கப் பயன்படுகிறது. இது தரைமட்டத்திற்கு மேலே பொறுத்த வேண்டும். நீரில் மூழ்குமாறு வைக்கக் கூடாது. அதிக நீர் படுகைகள் உள்ள இடம் மற்றும் கோடைக் காலங்களில் இவ்வகை பம்புகள் உபயோகப் படுத்தப் படுகிறது.

வணிக வளாகங்கள், குடியிருப்பு பகுதிகள், தெளிப்பான் அமைப்புகளுக்கு நீர் வழங்குதல் ஆகிய இடங்களிலும் பயன்படுகிறது.

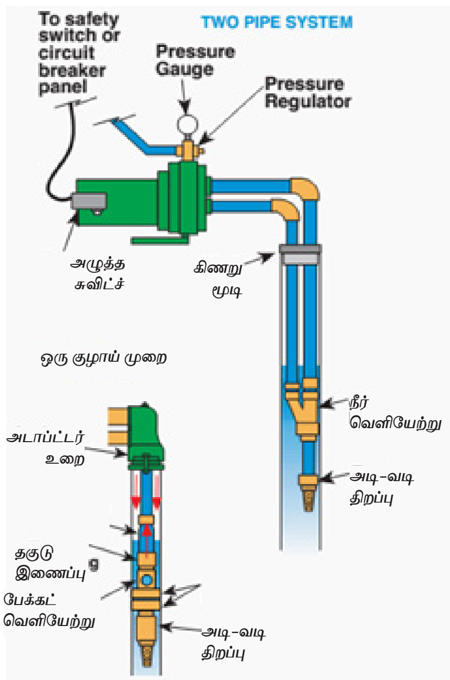
ஜெட் பம்புகள் இரண்டு வகைகளில் கிடைகின்றன.

(1) ஆழமான கிணறு ஜெட் பம்பு

(2) ஆழமற்ற கிணறு ஜெட் பம்பு

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 118 28/04/2022 18:15:50

கிணற்றின் ஆழத்தை பொறுத்து ஜெட் பம்பு வகைகளை கையாள வேண்டும். 25 அடி ஆழமுள்ள கிணறுகளில் இருந்து தண்ணீரைக் கொண்டு செல்ல ஆழமற்ற கிணறு ஜெட் பம்பு பயன் படுகிறது. ஆழமான கிணறு ஜெட் பம்புகள் பொதுவாக சுமார் 200 அடி ஆழத்திற்கு பயன்படுத்தபடுகிறன. ஆழமற்ற கிணறு ஜெட் பம்புகளை விட ஆழமான கிணறு ஜெட் பம்புகள் அதிக அளவிலான தண்ணீரை விரைவாகவும், நீண்ட தூரத்திற்க்கும் நகர்த்த முடியும். ஒரு பம்ப் தண்ணீர் இறைக்க கூடிய ஆழத்தை உயரம் பாதிக்கும் என அறிய வேண்டும்.

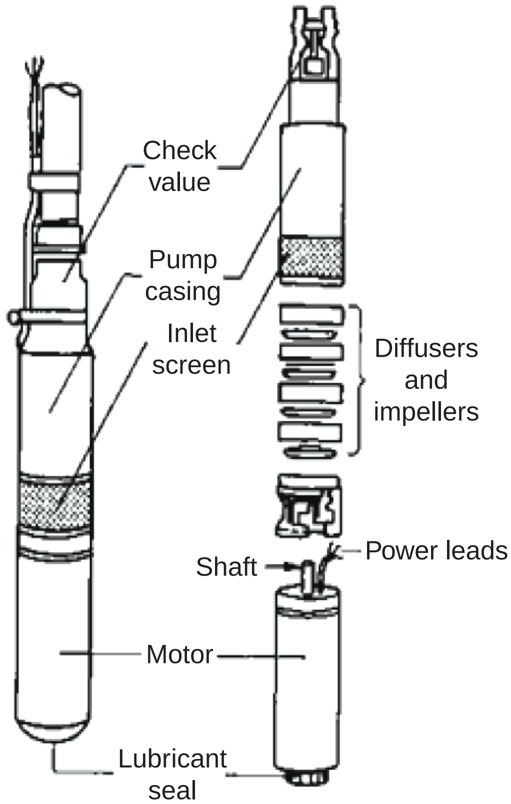


படம் 8.34 விரைவு நீரேற்றி

8.9.3 நீர்மூழ்கி நீரேற்றி

படம் 8.35 நீர்முழ்கி நீரேற்றி

படம் 8.35 மற்றும் 8.36 இல் நவீன மின் நீரேற்றி அமைப்பின் படம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவை குறைந்த மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தி மிக அதிக நீரை இறைப்பதோடு எந்த சப்தமும் இல்லாமல் அமைதியாக இயங்கும். மிக அதிக ஆழம் வரை 1000 அடிக்கும் கீழிருந்து நீரை இறைக்கும் ஒரே தொழில்நுட்ப நீரேற்றியாகும். நவீன மின் நீரேற்றியானது இன்று பெரும்பாலான இடங்களில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.



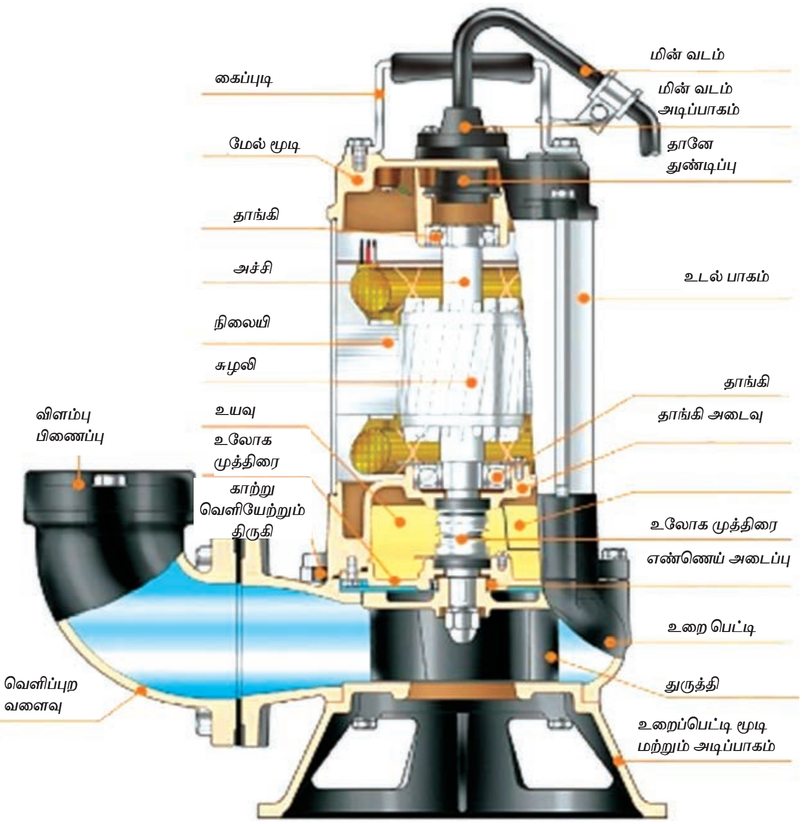
படம் 8.36 உள் அமைப்பு

1. தேர்ந்தெடுக்கும் முறைகள்

ஆழ்துளை கிணறுகளில் 500 அடி ஆழம் வரை வேலை செய்யும் விரைவு நீரேற்றியை பொருத்தப்படுகிறது. சரியான மின்னோடியைத் தேவையான ஆழத்தில் நிறுத்தி நீரை இறைக்கும் போது இரு மடங்கு மின்சாரம் மற்றும் நேரம் ஆகியவை மிச்சமாகிறது.

நவீன தொழில் நுட்பத்தில் ஒரு குதிரைத்திறன் சக்தி கொண்ட மின்னோடிதான் அதிகமாக பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. 200 அடி உயரம் வரை வேலை செய்வதோடு, நிமிடத்திற்கு 100 லிட்டர் நீரானது இறைக்கப்படுகிறது. ஆழ்குழாய் கிணற்றில் 1.5 குதிரைத் திறன் மின்னோடி 500 அடி வரை வேலை செய்யும். மின்னோடி 350 அடி க்கு கீழ் வைக்கப்பட்டு இருந்தால், நிமிடத்திற்கு வெறும் 45 லிட்டர் நீர் மட்டுமே கிடைக்கும். இந்த மின்னோடியின் விலையானது இரண்டு மடங்கு அதிகம் ஆகும்.

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 119 28/04/2022 18:15:50



படம் 8.38 நீர் முழ்கி நீரேற்றியின் உள் கட்டமைப்பு

2. நீர்மூழ்கி நீரேற்றி அமைக்கும் முறை

சரியான ஆழத்தில் வேலை செய்ய சிறந்த மின்னோடியை தேர்வு செய்து, நல்ல தரமுள்ள PVC குழாய் பொருத்தி அமைக்க வேண்டும். காற்று வால்வு மற்றும் ஒரு வழி திறப்பானை சரியான இடத்தில் நன்கு பொருத்த வேண்டும். இல்லையென்றால் மின்னோடி ஓடி நிற்கும் போது நீர் திரும்ப வந்து மின்னோடி நீரேற்றியை திரும்ப சுழற்றுவதால் தாங்கி பழுதடைந்து, மின்னோடியின் ஆயுள் குறைவதோடு பராமரிப்பு செலவும் அதிகமாகிறது.

3. நீர்மூழ்கி நீரேற்றி பயன்படுத்தும் முறை

நிலத்தடி நீர்மட்டம் சில இடங்களில் அதிக ஆழத்திற்கு சென்று விட்ட நிலையில் 1000 அடிக்கும் கீழே இந்த வகை மின்னோடியை பொருத்தி தண்ணீரை இறைக்கலாம்.

8.9.4 காற்றழுத்த நீரேற்றி

படம் 8.37 காற்றழுத்த நீரேற்றி

படம் 8.37 இல் காட்டப்பட்டுள்ள காற்றழுத்த நீரேற்றி ஆழ்குழாய் கிணற்றில் பயன்படுத்தப்படும் நீரேற்றியாகும். இதில் காற்று அழுத்தத்தில் உள்ள அடி வடி திறப்பிற்குச் சென்று வெளியேறும் போது நீர்க்குமிழிகளை உருவாக்குவதால், நீரின் அடர்த்தி குறைந்து அது மேல் நோக்கி குழாயில் உயர் அழுத்தத்தில் நீரை வெளியேற்றுகிறது. இது விரைவு நீரேற்றியை விட சற்று சிறப்பு அம்சங்களைக் கொண்டது. இது அதிகபட்சம் 300 அடி வரை 2 குதிரைத்திறன் மின்னோடியின் திறனைக் கொண்டு நீரை இறைக்க பயன்படுகிறது. 1.5 குதிரை திறன் உடைய காற்றழுத்த நீரேற்றி 275 அடி வரை, அதிகபட்சமாக நீரை இறைக்கும். மின்னோடி ஓடும் போது ஒரு நைலான் கயிற்றால் மணல் நிரப்பிய பிளாஸ்டிக் குப்பியை விட்டு, எத்தனை அடி வரை காற்றழுத்த நீரேற்றி வேலை செய்கிறது என்பதை தெரிந்து கொள்ளலாம். ஆழ்குழாய் நீரேற்றியில் 50 அடி வரை நீரின் அளவு இருந்தால், 250 அடி வரை குழாயின் அளவை நிறுத்திக் கொள்ள வேண்டும். காற்றழுத்த நீரேற்றி இயங்கும் போது உருவாகும் சப்தம் சற்று கூடுதலாகவே இருக்கும். அடுத்து காற்றழுத்த நீரேற்றியில் உள்ள உந்துத் தண்டு தேய்மானம் அடையும்போது, எண்ணெய் வளையம் பழுதடைந்து தண்ணீரில் கலக்க வாய்ப்புள்ளது. எனவே பராமரிப்பு மிக அவசியமாகும்.

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 120 28/04/2022 18:15:51

வ.எண்	பழுதுகள்	காரணங்கள்	நிவர்த்தி செய்தல்
1.	நீரேற்றி இயக்கம் இல்லாமல் இருத்தல்.	1. திணிப்புக் கயிறு அமைப்பின் கிளாண்ட் பேக்கிங் இறுக்கமாக இருக்கிறது. 2. தாங்கிகள் கெட்டுப் போய் இருத்தல். 3. மின்னோடியில் சப்ளையில்லாமல் இருத்தல்.	1. கிளாண்ட் பேக்கிங் இறுக்கத்தை தளர்த்த வேண்டும். 2. தாங் கிகளை ஆய்வு செய்து தளர்ச்சியின்றி உயவிடல் வேண்டும். தாங்கிகள் உடைந்து இருந்தால் புதிய தாங்கிகள் மாற்ற வேண்டும். 3. பிரதான இணப்பி துவக்கியில் உள்ள முனைகளை சோதித்து மற்றும் மின்கடத்தி இணைப்புகளை சோதனை செய்து சரி செய்ய வேண்டும்.
2.	நீரேற்றி இயங்குகிறது. ஆனால் நீர் வெளியேறுவது இல்லை.	1. உறிஞ்சும் குழாயில் நீர் இல்லாமல் இருத்தல். 2. வெ ளியே ற்றும் குழாயில் உள்ள வால்வு மூடியிருத்தல். 3. அடி-வடி திறப்பிற்கு கீழ் நீர் மட்டம் இருத்தல். 4. மின்னழுத்த வீழ்ச்சி காரணமாக வேகம் குறைவாக இருத்தல். 5. பொருத்தமில்லாத குழாய் இணைப்பு.	1. உறிஞ்சும் குழாயில் நீர் நிரப்ப வேண்டும். 2. வெளியேற்றும் குழாயில் உள்ள வால்வை திறக்க வேண்டும். 3. உறிஞ்சும் குழாயின் நீளத்தை அதிகப்படுத்தி, அடி-வடி திறப்பு அதிகப்படுத்தி, நீர் மட்டத்திற்கு கீழே அமைக்க வேண்டும். 4. மின்னோடியை ஆய்வு விளக்கின் மூலம் சோதித்து சரி செய்ய வேண்டும். 5. தயாரிப்பாளர்கள் கொடுத்த தகவலுடன் ஒப்பிட்டு பார்த்து உறிஞ்சும் குழாயையும் வெளியேற்றும் குழாயையும் பொருத்தமாக அமைக்க வேண்டும்.
3.	நீரேற்றி சிறிது நேரம் ஓடி நீரை வெளியேற்றி அதன் பின் நின்று விடுதல்.	1. உறிஞ்சும் பகுதியில் நீர் கசிவு மற்றும் நீர் மட்டம் குறைந்து விடுதல். 2. மின்னோடி மற்றும் துவக்கியில் குறைபாடு ஏற்பட்டு இருத்தல்.	1. உறிஞ்சும் பகுதியில் உள்ள குழாய் இணைப்புகளை சரி செய்ய வேண்டும். உறிஞ்சும் குழாயின் நீளத்தை அதிகப்படுத்த வேண்டும். 2. மின்னோடி மற்றும் துவக்கிக்கு செல்லும் மின்சுற்றை சோதனை விளக்கின் மூலம் சோதனை செய்து சரி செய்யவும்.
4.	நீரேற்றியில் அதிகப்ப டியான அதிர்வு மற்றும் சப்தம் எற்படுதல்.	1. ஒழுங்கு அமைவு மாறியிருத்தல். 2. தளர்வான மறையாணி இணைப்பு. 3. தாங்கியில் உயவு இல்லாது இருத்தல். 4. சுழல் தண்டு வளைந்து இருத்தல். 5. துருத்தியில் அடைப்பு எற்பட்டு உறைப் பெட்டியில் உராய்வு எற்படுதல்.	1. ஒழுங்கு அமைவு சோதித்து சரி செய்யவும். 2. மறையாணிகளை இறுக்கமாக பொருத்தவும். 3. தாங்கியில் உயவிட வேண்டும். அல்லது புதிய தாங்கியை பொருத்தவும். 4. சுழல் தண்டு புதியதை பொருத்தவும். 5. துருத்தியை சோதித்து அடைப்பு நீக்கி பொருத்தவும்.
5.	துருத்தியில் அதிகப்படியான வெடிப்பு ஏற்படுதல்.	1. மண் அல்லது கடினமான பொருள்கள் உட்சென்று வெடிப்பு எற்பட்டு இருத்தல். 2. துருத்தியில் துவாரங்கள் மேல்பகுதியில் ஏற்பட்டு இருத்தல்.	1. மண் மற்றும் கடினமான பொருள்கள் செல்லாதவாறு வடிகட்டிகளை பொருத்தவும். 2. துவாரங்களை வாஷர் கொண்டு அடைக்க வேண்டும்.

Q A

பகுதி அ

மதிப்பெண் 1

சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

1. விசிறி சுழலும் வட்டத்தின் விட்ட அளவு
   அ) விசிறி இணைப்பு
   ஆ) விசிறியின் நீளம்
   இ) விசிறி வீச்சு
   ஈ) விசிறி அளவு
2. மேசை மின் விசிறியில் பயன்படுத்தப்படும் மின்னியங்கி
   அ) நிலையான மின்னேற்பி தூண்ட ல் மின் இயங்கி
   ஆ) மின்னேற்பி துவக்க மற்றும் இயங்கும் மின்னியங்கி
   இ) நிழலிட்ட காந்த முனை தூண்டல் மின்னியங்கி
   ஈ) முழுமை இயங்கி
3. தூசுக்காற்றை வெளியேற்ற உதவும் மின் விசிறி
   அ) கூரை மின்விசிறி
   ஆ) மேசை மின்விசிறி
   இ) தாங்கி குழாய் மின்விசிறி
   ஈ) வெளிப்புறம் தள்ளும் மின்விசிறி
4. கலக்கி தூய்மைப் படுத்தும் தொழில் நுட்பம் எந்த வகை சலவை இயந்திரத்தில் பயன்படுத்தப்படுகிறது?
   அ) குறை தானியங்கி
   ஆ) முழு தானியங்கி
   இ) மேற்புறம் துணி செலுத்தும் வகை
   ஈ) முகப்பு வழி செலுத்தும் வகை
5. துவைக்கப்பட்ட துணிகளில் உள்ள சலவைத்தூளை வெளியேற்றும் செயல்பாடு எந்த சுற்றில் கொண்டது
   அ) துவைக்கும் சுற்று
   ஆ) அலசும் சுற்று
   இ) உலர்த்தும் சுற்று
   ஈ) வெளியேற்றும் சுற்று
6. குறை தானியங்கி மின்சலவை இயந்திரத்தில் உள்ள பாத்திரங்களின் எண்ணிக்கை
   அ) 1 ஆ) 2
   இ) 1 அல்ல து 2 ஈ) 3
7. மைவிலக்கு விசையை உருவாக்க உதவும் பகுதி
   அ) சுருள் வடிவ உறை
   ஆ) அடைப்பு பெட்டி
   இ) சுழற்தண்டு
   ஈ) துருத்தி
8. பொதுவாக துருத்தி செய்யப் பயன்படும் பொருள்
   அ) பதப்படுத்தப்பட்ட எஃகு
   ஆ) பித்தளை
   இ) வார்ப்பிரும்பு அல்லது துப்பாக்கி உலோகம்
   ஈ) தாமிர உலோக கலவை
9. துருத்தியின் வேகம் நீரின் அழுத்தமாக மாற்ற உதவும் பகுதி
   அ) சுருள் வடிவ உறை
   ஆ) அடைப்பு பெட்டி
   இ) சுழற்தண்டு
   ஈ) திணிப்பு கயிறு பெட்டி
10. நீரேற்றி எப்பொழுதும் தண்ணீர் கிட்டித்தலுடன் இருப்பதை உறுதி செய்ய மிக அவசியமானது
    அ) வெளியேற்றும் குழாய் திறந்த நிலையில் இருக்கக் கூடாது.
    ஆ) உறிஞ்சும் பக்கத்தில் திறப்பு ஏதும் இருக்கக் கூடாது.
    இ) அடி–வடி திறப்பில் கசிவு இருக்கக் கூடாது.
    ஈ) திணிப்பு கயிற்றில் கசிவு இருக்கக் கூடாது.
11. மையவிலக்கு நீரேற்றியில் உருவாகும் அழுத்தம் கீழ்கண்ட அலகில் குறிக்கப்படும்
    அ) அடி ஆ) அடி / நிமிடம்
    இ) லிட்டர் ஈ) கி.கி / செ. மீ2
12. உறிஞ்சும் ஆழம் மற்றும் உயர்த்தும் உயரம் கீழ்கண்ட எந்த அலகில் குறிக்கப்படுகிறது?
    அ) அடி ஆ) கி.கி / செ. மீ2
    இ) செங்குத்து உயரம் ஈ) குழாயின் நீளம்

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 122 28/04/2022 18:15:51

QA

பகுதி ஆ

மதிப்பெண் 3

சுருக்கமாக விடையளிக்கவும்.

1. கூரை மற்றும் மேசை மின் விசிறியில் பயன்படுத்தப்படும் மின் இயங்கியின் வகை என்ன?
2. கூரை மின்விசிறியின் முக்கிய பாகங்கள் யாவை ?
3. மின் விசிறிகளின் வீச்சு என்றால் என்ன?
4. மின்விசிறியின் வகைகள் என்ன?
5. மின் விசிறியில் பயன்படும் வேகக் கட்டுப்படுத்தியின் உபயோகம் என்ன?
6. மேசை மின்விசிறின் வேகம் எவ்வாறு மாற்றப்படுகிறது?
7. தொங்கும் மின் விசிறியில் அமைந்துள்ள மின்தேக்கியின் பணி யாது?
8. தானியங்கி மின்சலவை இயந்திரத்தின் இரு வகைகள் யாவை ?
9. குறை தானியங்கி சலவை இயந்திரத்தில் எந்த வகை துவைக்கும் தொழில் நுட்பம் பயன்படுத்தப்படுகிறது?
10. சலவை இயந்திரத்தில் உள்ள அஜிடேட்டர் என்பது என்ன?
11. மையவிலக்கு நீரேற்றியில் திரவத்தின் சுழற்று விசை என்ன விசையாக மாற்றப்படுகிறது?
12. மையவிலக்கு நீரேற்றியில் தண்ணீர் கிட்டித்தல் என்றால் என்ன?
13. நீரேற்றி எதிர்த் திசையில் சுழன்றால் என்ன ஆகும்?
14. நீர் இறைக் கும் நீரேற்றியில்உறிஞ்சும் உயரம் என்றால் என்ன?
15. நீர் இறைக் கும் நீரேற்றியில் உயர்த்தும் உயரம் என்றால் என்ன?

QA

பகுதி இ

மதிப்பெண் 5

ஒரு பக்க அளவில் விடையளிக்கவும்.

1. மின் விசிறியில் பயன்படுத்தப்படும் மோட்டாரின் அமைப்பு பற்றி சுருக்கமாக கூறுக.
2. மேசை மின்விசிறியின் அலைவுப் பொறி இயங்கும் முறையை சுருக்கமாக எழுதுக.
3. வெளியேற்றும் மின்விசிறி என்றால் என்ன? அது இயங்கும் விதம் மற்றும் உபயோகங்களை விளக்குக.
4. திணிப்புக் கயிறு அமைப்பின் செயல்பாடு என்ன?
5. துருத்தி என்றால் என்ன? அதன் வகைகள் யாவை ?
6. துருத்தியின் வேலை என்ன?
7. உராய்வு சக் தி என்றால் என்ன?

BEE_Tamil_Chapter_08.indd 123 28/04/2022 18:15:51

பகுதி ஈ

மதிப்பெண் 10

இரண்டு பக்க அளவில் விரிவாக விடையளிக்கவும்.

1. கூரை மின் விசிறியில் கீழ்கண்டவற்றைப் பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.
   அ) தாங்கி ஆ) தொங்கும் கம்பி இ) வேகக்கட்டுப்பாட்டு இணைப்பி
2. மேசை மின் விசிறியில் பொதுவாக ஏற்படும் பழுதுகள், காரணங்கள் மற்றும் சரி செய்யும் முறையை படத்துடன் விவரி.
3. மேற்புறத் திறப்புள்ள சலவை இயந்திரத்தின் அமைப்பு செயல்படும் விதத்தை படத்துடன் விவரி.
4. குறைதானியங்கி மின்சலவை இயந்திரத்தின் அமைப்பு, செயல்படும் விதத்தை படத்துடன் விவரி.
5. மைய விலக்கு நீரேற்றியின் அமைப்பு மற்றும் செயல்படும் விதம் படத்துடன் விவரி.

குறிப்புரை நூல் (*REFERENCE BOOK*)

1. A text book of 'Electrical Technology' Volume-III B.L.Theraja and A.K.Theraja, S.Chand & Company Ltd.

இணையதள முகவரி (Internet Resource)

1. http://www.wikipedia.org
2. https://www.electrical4u.com