MUNICIPAL ISLAM HIGH SCHOOL,
Date.....
ERNAKULAM.

മെക്കാനിക്കൽ എൻജിനീയറിങ്ങ്

(Malayalam)

MECHANICAL ENGINEERING

By S. K. BASU

TRANSLATED BY

R. RAVINDRAN NAIR

C. GEORGE PHILIP

First Published July, 1970

Copies 2000

Pirnted at : GENERAL PRESS, TRIVANDRUM

Price : Rs. 3.00

Publishers :

State Institute of Languages
Trivandrum.

© State Institute of Languages
Trivandrum

Originally Published by National Council of Educational Research and Training in English under the title "MECHANICAL ENGINEERING—A TEXT BOOK FOR TECHNICAL SCHOOLS."

Published under [illegible] Scheme for production of University le[illegible] literature in Indian lang[illegible]h the assistance of the Ministry Education & Youth Servic[illegible]ernment of India.

SIL/21 / 70

മെക്കാനിക്കൽ എൻജിനീയറിങ്ങ്

എസ്. കെ. ബസു

തർജ്ജമ

ആർ. രവീന്ദ്രൻനായർ
സി. ജോർജ് ഫിലിപ്പ്

കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്
തിരുവനന്തപുരം.

ജനറൽ എഡിറ്റർ

എൻ. വി. കൃഷ്ണവാരിയർ

സാങ്കേതിക എഡിറ്റർ

ഡോ. എം. പി. പരമേശ്വരൻ

പ്രൂഫ്

എം. എൻ. സുബ്രഹ്മണ്യൻ

സി. പി. നാരായണൻ

ആമുഖം

സർവകലാശാലാവിദ്യാഭ്യാസത്തിന്റെ മാധ്യമം പ്രാദേശികഭാഷകളായിരിക്കണമെന്നു് ഇന്ത്യാഗവണ്മെന്റു് നിയമിച്ച വിദ്യാഭ്യാസക്കമ്മിഷൻ (1964-66) ശുപാർശ ചെയ്തു. സ്റ്റേറ്റുകളിലെ വിദ്യാഭ്യാസമന്ത്രിമാരുടെ പത്താം സമ്മേളനവും (1967 ഏപ്രിൽ) വിദ്യാഭ്യാസത്തിന്നായുള്ള പാർലമെന്റു് അംഗങ്ങളുടെ കമ്മിറ്റിയും (1967 ജൂലായ്) വൈസ്ചാൻസലർമാരുടെ കോൺഫറൻസും (1967 സപ്തംബർ) ഈ ശുപാർശ അംഗീകരിച്ചു. "പ്രൈമറി–സെക്കണ്ടറി ഘട്ടങ്ങളിൽ ഇപ്പോഴും പ്രാദേശികഭാഷകളാണു് വിദ്യാഭ്യാസ മാധ്യമം. ഈ ഭാഷകളെ സർവകലാശാലാഘട്ടത്തിലും മാധ്യമമാക്കുന്നതിനു് അടിയന്തരനടപടികളും ഉടൻ കൈക്കൊള്ളണം" എന്നു ദേശീയവിദ്യാഭ്യാസ നയപ്രഖ്യാപനം (1968) അനുശാസിച്ചു.

ഇംഗ്ലീഷിന്റെ സ്ഥാനത്തു് സർവകലാശാലാവിദ്യാഭ്യാസമാധ്യമമായി പ്രാദേശികഭാഷകളെ പ്രതിഷ്ഠിക്കണമെങ്കിൽ, വിവിധവിഷയങ്ങളിൽ സർവകലാശാലാനിലവാരത്തിലുള്ള ഒരു ഗ്രന്ഥസമുച്ചയം പ്രാദേശികഭാഷകളിലുണ്ടാവണം. ഇത്തരം ഗ്രന്ഥങ്ങളും നിർമ്മിക്കുന്നതിനു് 1968-69 മുതൽക്കുള്ള അഞ്ചു വർഷങ്ങളിൽ ഓരോ സ്റ്റേറ്റിനും ഒരു കോടി രൂപ വരെ സഹായധനമായി നൽകുവാൻ ഇന്ത്യാ ഗവണ്മെന്റു് മുന്നോട്ടു വന്നു. ഇതൊരു നൂറു ശതമാനം ഗ്രാന്റാണു്. ആകെയുള്ള അനുദാനത്തിൽ എൺപത്തഞ്ചു ശതമാനത്തോളം പുസ്തകനിർമ്മാണത്തിനു് ചെലവാക്കണമെന്നും, പത്തു മുതൽ പന്ത്രണ്ടു വരെ ശതമാനം പ്രാദേശികഭാഷകളിലൂടെ പഠിപ്പിയ്ക്കാനുള്ള പരിചയം കോളേജധ്യാപകർക്കു നൽകുന്നതിനുള്ള സെമിനാറുകളും ഓറിയന്റേഷൻ കോഴ്സുകളും മറ്റും സംഘടിപ്പിക്കുന്നതിനും മൂന്നു മുതൽ അഞ്ചു വരെ ശതമാനം പ്രാദേശിക ഭാഷകളിൽ ശാസ്ത്രീയ–സാങ്കേതിക ശബ്ദാവലികളും തയ്യാറാക്കി പ്രസിദ്ധീകരിയ്ക്കുന്നതിനും ചെലവഴിയ്ക്കാമെന്നുമായിരുന്നു ഇന്ത്യാ ഗവണ്മെന്റിന്റെ നിർദ്ദേശം.

1968 മാർച്ചു് 11-ാംനു- കേരളാഗവണ്മെന്റിന്റെ ഒരു കല്പനയിലൂടെ കേരളഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു് നിലവിൽ വന്നു. സർവകാശാലാമാധ്യമമാകുന്നതിനുള്ള കഴിവു് കൈവരുമാറു് മലയാളഭാഷയെ വികസിപ്പിക്കുകയാണു് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന്റെ സ്ഥാപനോദ്ദേശ്യങ്ങളിൽ മുഖ്യമായ ഒന്നു്. 1968 സപ്തംബർ 16-ാംനു- ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു് ഉൽഘാടനം ചെയ്യപ്പെട്ടു. ഏറെ താമസിയാതെ, സർവകലാശാലാ

വിദ്യാഭ്യാസത്തിനു് അത്യാവശ്യമായ പുസ്തകങ്ങളും മലയാളത്തിൽ നിർമ്മിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു പദ്ധതി ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു് തയ്യാറാക്കുകയും 1968 ഡിസംബർ 2-ാം തീയതി അതു് ഗവണ്മെൻറിനു് സമർപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു. കേരളത്തിലെ കോളേജുകളിൽ പ്രീഡിഗ്രി-ഡിഗ്രി ക്ലാസ്സുകളിൽ ഇപ്പോൾ പഠിച്ചു വരുന്ന ശാസ്ത്ര-മാനവികവിഷയങ്ങളിൽ 740 പുസ്തകങ്ങളും 16 ശബ്ദാവലികളും പ്രസിദ്ധം ചെയ്യാനുള്ള ഈ പദ്ധതിക്കു് 1,09,64,800 ക. ചെലവു വരുമെന്നു കണക്കാക്കിയിരുന്നു. ഇന്ത്യാഗവണ്മെൻറു് ഈ പദ്ധതി തത്വത്തിൽ അംഗീകരിച്ചു. മെഡിക്കൽ-എൻജിനീയറിങ്ങു കോളേജുകളിലെ പാഠ്യവിഷയങ്ങളും ഈ പദ്ധതിയിൽ ഉൾപ്പെട്ടുത്തുകയുണ്ടായില്ല. എന്നാൽ ജൂനിയർടെക്നിക്കൽ സ്കൂളുകളുടെയും പോളിടെക്നിക്കുകളുടെയും ഉപ-മെഡിക്കൽ കോഴ്സുകളുടെയും ആവശ്യം കണക്കിലെടുത്തിരുന്നു.

ഇക്കഴിഞ്ഞ ഒരു കൊല്ലത്തെ പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ നേടിയ അനുഭവത്തിൻറെ വെളിച്ചത്തിൽ ഈ പദ്ധതി പിന്നിട്ടു് പുതുക്കുകയുണ്ടായി. ഇതനുസരിച്ചു് 771 പുസ്തകങ്ങൾ പ്രസിദ്ധം ചെയ്യാനാണു് ഇപ്പോൾ ഉദ്ദേശിക്കുന്നതു്. ഇതിനു് 1,09,62,660 ക. ചെലവു് മതിച്ചിരിക്കുന്നു. ആവശ്യമനുസരിച്ചു് പദ്ധതിയിൽ ഇനിയും നീക്കുപോക്കുകൾ വരുത്താവുന്നതാണു്.

ക്ലാസിക്കുകളെന്ന നിലയിൽ നമ്മുടെ വിദ്യാഭ്യാസരംഗത്തു് സ്ഥാനം നേടിയ ഏതാനും ഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ വിവർത്തനം പദ്ധതിയിൽ വിഭാവനം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. വിഷയത്തിലും ഭാഷയിലും പ്രാവീണ്യമുള്ള വിവർത്തകരുടെ സേവനം ഇതിലേയ്ക്കു് ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതാണു്. എന്നാൽ, പദ്ധതിയിലടങ്ങുന്ന ഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ ബഹുഭൂരിഭാഗവും സ്വതന്ത്രകൃതികളായിരിക്കണമെന്നാണു് ഉദ്ദേശ്യം. നമ്മുടെ സർവകലാശാലകളിലും കോളേജുകളിലും അതാതു വിഷയങ്ങൾ പഠിപ്പിച്ചു് പരിചയം നേടിയിട്ടുള്ള അദ്ധ്യാപകരുടെ സേവനത്തെയാണു് ഈ ഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ നിർമാണത്തിനായി ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു് ആശ്രയിക്കുന്നതു്. ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ പങ്കെടുക്കാനും അതിനുള്ള പ്രതിഫലം സ്വീകരിക്കാനും അദ്ധ്യാപകർക്കു് അനുമതി സർവകലാശാലകളും ഗവണ്മെൻറും നൽകിയിട്ടുണ്ടു്.

എഴുതിക്കിട്ടുന്ന ഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ കൈയെഴുത്തുപ്രതികളും രണ്ടു സർവകലാശാലകളും അംഗീകരിച്ച ഉപദേഷ്ടാക്കളും പരിശോധിക്കുവാൻ വ്യവസ്ഥ ചെയ്തിട്ടുണ്ടു്. അവരുടെ നിർദ്ദേശങ്ങളും പരിഗണിച്ച ശേഷമേ പുസ്തകം അച്ചടിയ്ക്കുകയുള്ളൂ. അങ്ങനെ അച്ചടിച്ച പുസ്തകം അതാതു ക്ലാസ്സുകളിലേക്കു് തുപാശ് ചെയ്യുന്നതാണെന്നു് കേരളത്തിലെ രണ്ടു സർവകലാശാലകളിലെയും വൈസ് ചാൻസലർമാർ ഉറപ്പു തന്നിട്ടുണ്ടു്.

ഭൗതികശാസ്ത്രങ്ങളും, ജൈവശാസ്ത്രങ്ങളും, സാമൂഹ്യശാസ്ത്രങ്ങളും, സാങ്കേതികശാസ്ത്രങ്ങളും, ഭാഷകളും എന്നിവയ്ക്കായി അഞ്ചുവിഭാഗങ്ങൾ കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിലുണ്ടു്. ഈ വിഭാഗങ്ങളിൽപ്പെട്ട വിദഗ്ധന്മാർ ഉള്ളടക്കവും ഭാഷയും സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിച്ചു് ഓരോ പുസ്തകവും പ്രസാധനം ചെയ്യുന്നതാണു്.

നമ്മുടെ ഭാഷയുടെ ചരിത്രത്തിൽ മുമ്പുണ്ടാകാത്ത ഒരു ദശാസന്ധിയെയാണു് ഈ ഗ്രന്ഥസമുച്ചയം കുറിയ്ക്കുന്നതു്. ഇതു വരെ മലയാളത്തിൽ വളരെയൊന്നും ''ചിന്തിതമോ കഥിതമോ'' ആവാത്ത ശാസ്ത്രീയാശയങ്ങളും കണിശമായും സംഘടിതയോടെയും ആവിഷ്കരിക്കാനുള്ള പരിശ്രമങ്ങളത്രേ ഈ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ. ഇവയിലുപയോഗിക്കുന്ന സാങ്കേതികപദങ്ങളിൽ വലിയൊരു ശതമാനം ഇദംപ്രഥമമായി നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടവയാണു്. പദങ്ങളുടെ സ്ഥിതി തന്നെയാണു് ശൈലികൾക്കും. ഇംഗ്ലീഷിൽ പറയുമ്പോൾ ആ ഭാഷ പരിചയമുള്ളവർക്കു് ഏറെ സംഘടിതമെന്നു തോന്നുന്ന ഒരു സംകല്പന, മലയാളത്തിൽ ആദ്യമായി ആവിഷ്കരിക്കുമ്പോൾ കേൾക്കുന്നവർക്കു് ഒരു പന്തികേടും അത്ഥകാലുഷ്യവും തോന്നിയേയ്ക്കാം. ഈ ഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ ലേഖകന്മാർ അതാതു വിഷയങ്ങളിൽ വിദഗ്ധരാണെങ്കിലും അവരിൽ പലരും ഗ്രന്ഥനിർമ്മാണരംഗത്തു് നടാടെ കാലുകുത്തുന്നവരാണു്. ഭാഷയ്ക്കു് വഴങ്ങിക്കഴിഞ്ഞിട്ടില്ലാത്ത വിഷയങ്ങളും ഭാഷ വഴങ്ങിക്കഴിഞ്ഞിട്ടില്ലാത്ത ലേഖകരും ചേരുമ്പോൾ ഉണ്ടാകാവുന്ന പ്രയാസങ്ങൾ ഊഹിക്കാവുന്നതേയുള്ളു. എന്നാൽ ഏതു ഭാഷയുടേയും ഏതു ജനതയുടേയും വികാസത്തിൽ ഒഴിച്ചു കൂടാനാവാത്ത ഒരു ഘട്ടമാണിതു്. പഠിക്കുകയും എന്ന നിലയിൽ ഈ ഗ്രന്ഥകാരന്മാർ, അവരുടെ ആദ്യരചനകൾക്കു് എന്തെല്ലാം ബലഹീനതകളുണ്ടായാലും, എന്നും സ്മരിക്കപ്പെടുകതന്നെ ചെയ്യും. അടുത്ത പതിപ്പുകളിൽ ഇവയിലെ കുറവുകൾ സമഗ്രമായി പരിശോധിച്ചു പരിഹരിക്കാൻ വ്യവസ്ഥ ചെയ്തിട്ടുണ്ടു് എന്നു കൂടി ഇവിടെ പ്രസ്താവിക്കേണ്ടതുണ്ടു്.

പുസ്തകങ്ങൾക്കു് ലാഭമോ നഷ്ടമോ ഇല്ലാത്ത വിധത്തിൽ വിലയിടുന്നതും, അവ വിറ്റു കിട്ടുന്ന തുക ഒരു ആവർത്തനനിധിയായി സൂക്ഷിക്കുന്നതുമാണു്. കേന്ദ്രഗവണ്മെൻറിൻെറ സഹായം നിലച്ചതിനു ശേഷവും ഗ്രന്ഥനിർമാണ–സംസ്കരണ പരിശ്രമം തുടർന്നു പോകാൻ ഈ നിധി ഉപകരിക്കും. പരിമിതമായ പ്രതികളും മാത്രം അച്ചടിയ്ക്കുന്നതിനാൽ ഈ പതിപ്പിൽ പുസ്തകങ്ങളുടെ വില അല്പം ഏറിയെന്ന ആക്ഷേപമുണ്ടാവാം. അടുത്ത പതിപ്പിൽ കൂടുതൽ പ്രതികളും അച്ചടിക്കുമ്പോൾ, വില ഗണ്യമായി കുറയ്ക്കാൻ കഴിയും.

വിജ്ഞാനകുതുകികളായ കേരളീയരുടെ കൈകളിൽ ഈ പുസ്തകം ഞങ്ങൾ സാദരം സമർപ്പിക്കുന്നു. ഇതിലുള്ള കുറവുകൾ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നവരോടു് ഞങ്ങൾ കൃതജ്ഞരായിരിക്കും: കാരണം, അടുത്ത പതിപ്പിൽ അവ പരിഹരിക്കാൻ അവരുടെ നിർദ്ദേശങ്ങൾ ഞങ്ങൾക്കു് ഉപകരിക്കുമല്ലോ.

എൻ. വി. കൃഷ്ണവാരിയർ

കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു്,
തിരുവനന്തപുരം,
15 ജൂലായു്, 1790.

അവതാരിക

NCERT തയ്യാറാക്കിയ ''മെക്കാനിക്കൽ എൻജിനീയറിങ്ങ്'' എന്ന പുസ്തകത്തിന്റെ തർജ്ജമയാണ് ഈ പ്രസിദ്ധീകരണം. 1, 2, 3, 4, 6 എന്നീ അധ്യായങ്ങളും ശ്രീ. ആർ. രവീന്ദ്രൻനായരും 5, 7 എന്നീ അധ്യായങ്ങളും ശ്രീ. സി. ജോർജ് ഫിലിപ്പുമാണ് തർജ്ജമ ചെയ്തിരിക്കുന്നത്. രണ്ടു പേരും കോഴിക്കോട് റീജിയണൽ എൻജിനീയറിങ്ങ് കോളേജിൽ മെക്കാനിക്കൽ എൻജിനീയറിങ്ങ് വിഭാഗത്തിൽ ലക്ചറർമാരാണ്.

ജൂനിയർ ടെക്നിക്കൽ സ്കൂളുകളിലെ മെക്കാനിക്കൽ എൻജിനീയറിങ്ങിന്റെ പാഠ്യക്രമത്തിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള വിഷയങ്ങളാണ് ഇതിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്. അതിലെ മറ്റു വിഷയങ്ങളും ബലതന്ത്രം (മെക്കാനിക്സ്) എന്ന പേരിൽ ഭൗതികശാസ്ത്ര പുസ്തകത്തിൽ ചേർത്തിരിക്കുകയാണ്. ബലങ്ങളും, ബലബാഹുള്യങ്ങളും, ലഘുയന്ത്രങ്ങളും മുതലായവയെല്ലാം ചുരുക്കത്തിൽ ഈ പുസ്തകത്തിലും ഒന്നും രണ്ടും അധ്യായങ്ങളിലായി കൊടുത്തിട്ടുണ്ട്. അഞ്ചാം അധ്യായത്തിൽ, പാഠ്യക്രമമൊപ്പിക്കുവാൻ വേണ്ടി, നീരാവിയുടെ ഗുണധർമങ്ങളും മൂലഗ്രന്ഥത്തിലുള്ളതിനേക്കാളും കൂടുതൽ വിസ്തരിച്ചിരിക്കുന്നു. മൂലഗ്രന്ഥത്തിനു വേണ്ടി തയ്യാറാക്കിയ ബ്ലോക്കുകളും തന്നെ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ പലയിടത്തും ചിത്രവിവരണം ഇംഗ്ലീഷിൽ തന്നെ കാണാം. അധ്യാപകന്റെ സഹായത്തോടു കൂടി വിദ്യാർഥികൾക്ക് അവ മനസ്സിലാക്കാവുന്നതേ ഉള്ളൂ.

ഈ പുസ്തകം തർജ്ജമ ചെയ്യാൻ സമ്മതിച്ചും ബ്ലോക്കുകളും അയച്ചുതന്നും പ്രോത്സാഹിപ്പിച്ച NCERT അധികൃതരോടും വേഗത്തിൽ അതു തർജ്ജമ ചെയ്തുതന്ന ശ്രീമാന്മാർ രവീന്ദ്രൻനായർ, ജോർജ് ഫിലിപ്പ് എന്നിവരോടും ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന്റെ പേരിൽ നന്ദി രേഖപ്പെടുത്തിക്കൊള്ളുന്നു.

ഡോ. എം. പി. പരമേശ്വരൻ

തിരുത്ത്

പേജ് 72-ൽ ആദ്യത്തെ വരിയിൽ 'വിശിഷ്ടതാപ'ത്തിനു പകരം 'ആപേക്ഷികതാപം' എന്നു തിരുത്തുക.

പേജ് 80, 119, 120 -ൽ 'സംപൂരണതാപം' എന്നു കാണുന്ന എല്ലായിടത്തും 'സംപൂർണതാപം' എന്നു തിരുത്തുക.

(സംപൂർണതാപം = Total heat

സംപൂരണ താപനില = Saturation temperature)

പേജ് 96 -ൽ അവസാനവരിയിൽ C യ്ക്കു പകരം G എന്നു തിരുത്തുക.

പേജ് 155 -ൽ വരി 3 -ൽ 'അവകേന്ദ്രപ്പുമു' -നു പകരം 'അപകേന്ദ്രപ്പുമു' എന്നു തിരുത്തുക.

MUVATTUPUZHA VALLAN HIGH SCHOOL,
Date.....
ERNAKULAM.

ഉള്ളടക്കം

പേജ്

അധ്യായം 1.

ബലം — ബലങ്ങളുടെ ഗ്രാഫികസംയോജനവും വിയോജനവും — ബലങ്ങളുടെ ത്രികോണം, സമാന്തരചതുർഭുജം, ബഹുഭുജം എന്നിവയും അവയുടെ പ്രയോഗങ്ങളും — ആഘൂർണം — ഘർഷണം — സ്നേഹനം. 1

അധ്യായം 2.

പ്രവേഗാനുപാതം, യാന്ത്രികലാഭം, ദക്ഷത — ശക്തി, സ്ഥചിത കൃതിരശ്മിശക്തി, ബ്രേക്കു് കൃതിരശ്മിശക്തി — ബെൽട്, ഗിയർ എന്നിവയുപയോഗിച്ചുള്ള ശക്തി പ്രേഷണം — സ്ക്രൂജാക്കു് — ചക്രവും തണ്ടും — വേമും വേം ചക്രവും — കപ്പി വ്യൂഹങ്ങൾ. 43

അധ്യായം 3.

താപനിലയും ആപേക്ഷിക താപവും — സമ്പൂർണതാപം — ചാലനം, സംവഹനം, വികിരണം — വാതകങ്ങളുടെ ഗുണവിശേഷങ്ങൾ — ഇന്ധനങ്ങളുടെ ദഹനം — കലോറികമൂല്യം — കൽക്കരി, കോക്കു്, പ്രകൃതിവാതകം, എണ്ണകൾ, പെട്രോൾ തുടങ്ങിയവ. 72

അധ്യായം 4.

ബോയ്ലറുകളും ആരോപിത്രങ്ങളും: നിർവചനവും ധർമങ്ങളും — തരംതിരിക്കൽ — തീക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകളും വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകളും അവയുടെ നിർമാണരീതിയും പ്രവർത്തനതത്വവും — ബോയ്ലർ ആരോപിത്രങ്ങൾ, മർദഗേജു്, ജലഗേജു്, സുരക്ഷാവാൽവു്, ഉരുകുംപ്ലഗ്ഗു്, നീരാവി കോക്കു്, സ്റ്റോപ്പു് വാൽവു്. 85

അധ്യായം 5.

നീരാവിയും അതിന്റെ ഗുണങ്ങളും — നീരാവി എൻജിനുകളുടെ വിവരണവും പ്രവർത്തനവും — പിസ്റ്റൺ ദണ്ഡു്, സിലിണ്ടർ, വാൽവു് അറ, ക്രോസ് ഹെഡ്, യോജക ദണ്ഡു്, ക്രാങ്കു്, ഫ്ളൈവീൽ എന്നീ നീരാവി എൻജിൻ ഭാഗങ്ങൾ 116

അധ്യായം 6.

നീരാവി ടർബൈനുകളും ജല ടർബൈനുകളും—അന്തർദഹന എൻജിനുകൾ—ഇരു സ്ട്രോക്ക് വിഭാഗത്തിലും നാലു സ്ട്രോക്ക് വിഭാഗത്തിലും പെട്ട പെട്രോൾ എൻജിനുകളും ഡീസൽ എൻജിനുകളും. 142

അധ്യായം 7.

പമ്പുകൾ — അവയുടെ നിർവചനവും തരംതിരിക്കലും — പലയിനം പമ്പുകളുടെ വിവരണവും അവയുടെ പ്രവർത്തനവും — പ്ലഞ്ചർപമ്പ്, അപകേന്ദ്രപമ്പ്, ഗിയർപമ്പ്. 157

സാങ്കേതിക ശബ്ദാവലി 165

1

ബലം—ബലങ്ങളുടെ ഗ്രാഫികസംയോജനവും വിയോജനവും—ബലങ്ങളുടെ ത്രികോണം, സമാന്തരചതുർഭുജം, ബഹുഭുജം എന്നിവയും അവയുടെ പ്രയോഗങ്ങളും—ആഘൂർണം—ഘർഷണം സ്നേഹനം.

1. 1. ആമുഖം

ഒരു വസ്തുവിന്മേൽ ഒന്നോ അതിലധികമോ ബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ വസ്തുവിനെന്തു സംഭവിക്കുന്നുവെന്നതാണ് ബലതന്ത്രം എന്ന ശാസ്ത്രവിഭാഗത്തിലെ പ്രതിപാദ്യവിഷയം. ബലം ഏതു തരത്തിൽ വസ്തുവിനെ ബാധിക്കുന്നുവെന്നതു് 'ബലതന്ത്രനിയമങ്ങൾ' എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഏതാനും അടിസ്ഥാന നിയമങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ നിയമങ്ങൾ ഒരു യാന്ത്രികതന്ത്രജ്ഞൻ അഥവാ മെക്കാനിക്കൽ എൻജിനീയർ അവശ്യം അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടവയാണ്.

നിത്യജീവിതത്തിൽ ധാരാളമായി കണ്ടുവരുന്ന ഒരു ഉപകരണമാണല്ലോ വൈദ്യുതപങ്ക. മുറിയിൽ വായുപ്രവാഹമുണ്ടാക്കുകയാണ് അതിന്റെ ധർമമെന്നു ഏതൊരാൾക്കും അറിയാം. എന്നാൽ ഒരു മെക്കാനിക്കൽ എൻജിനീയർക്ക് അതേപ്പറ്റി വളരെ കൂടുതൽ അറിയാം. ഈ യന്ത്രം എങ്ങിനെ ഡിസൈനിയിരിക്കുന്നു; ബലതന്ത്രനിയമങ്ങളെ ഏതെല്ലാം വിധത്തിൽ പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു; എന്നിങ്ങനെ നിരവധി സംഗതികൾ. നമ്മുടെ ജീവിതം സുഗമവും സുഖകരവുമാക്കിത്തീർക്കുന്ന ഇത്തരം ഒട്ടധികം യന്ത്രോപകരണങ്ങളുണ്ട്. ഇവയെല്ലാം തന്നെ ഒന്നല്ലെങ്കിൽ മറ്റൊരു വിധത്തിൽ പ്രാഥമിക ബലതന്ത്രനിയമങ്ങളുടെ പ്രായോഗികോപയോഗങ്ങൾ മാത്രമാണ്. പ്രകൃതിയിലെ പല പ്രതിഭാസങ്ങളെയും ശ്രദ്ധിച്ചു നിരീക്ഷിക്കുകയാണെങ്കിൽ അവയും ഈ നിയമങ്ങൾ അനുസരിക്കുന്നതായി കാണാം. ഉദാഹരണത്തിന് വായു, ജലം മുതലായവയുടെ ചലനമെടുക്കുക. അവ ചില നിയമങ്ങളെല്ലാം അനുസരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ പിന്നിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലങ്ങൾ ഗുരുത്വാകർഷണം, അന്തരീക്ഷമർദം തുടങ്ങിയവയത്രെ. നമുക്ക് ആദ്യമായി ബലം എന്ന പദം പരിശോധിക്കാം.

1. 2. ബലം—അതിന്റെ സ്വഭാവവും അളക്കുന്ന രീതിയും

നിശ്ചലാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു വസ്തു അതേ അവസ്ഥയിൽ തന്നെ തുടർന്നു പോകാനുള്ള പ്രവണത കാണിക്കുന്നു. ഈ സ്വഭാവത്തിനു് ജഡത്വം എന്നാണു് പേർ. മറെറാരു വിധത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, നിശ്ചലാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ ചലനാവസ്ഥയിലേയ്ക്കു കൊണ്ടുവരാൻ ശ്രമിക്കുന്ന ഏതു് ക്രിയയേയും എതിർക്കുന്ന സ്വഭാവമത്രേ ജഡത്വം. വസ്തുവിന്റെ ഈ ജഡത്വസ്ഥിതിയെ അതിജീവിക്കുന്നതിനു ശ്രമിക്കുന്ന ഒന്നാണു് ബലം. ജഡത്വസ്വഭാവത്തിനു് മേൽകൊടുത്ത നിർവചനം പൂർണമല്ല. ഏകസമാനഗതിയിലുള്ള ഒരു വസ്തു അതേ നിലതുടരുന്നതിനു ശ്രമിക്കുന്നു. ഇതും ജഡത്വഗുണമാണു്. ഇങ്ങനെ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിനെ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലേയ്ക്കു കൊണ്ടുവരണമെന്നിരിക്കട്ടെ. ഈ ക്രിയയ്ക്കും ഒരു ബലപ്രയോഗം ആവശ്യമായി വരുന്നു. ഇതും മനസ്സിലാക്കിയാൽ ഇനി നമുക്കു് ബലത്തിനു് ഒരു നിർവചനം കൊടുക്കാം.

നിശ്ചലാവസ്ഥയിലുള്ളതോ ഏകസമാനഗതിയിൽ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതോ ആയ ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥിതി മാറാൻ ശ്രമിക്കുന്നതോ മാറുന്നതോ ആയ ക്രിയയെ ബലം എന്നു പറയുന്നു.

ഭാരം പൊക്കിയെടുക്കുന്നതിനും, വാഹനം ഓടിക്കുന്നതിനും, ഓടുന്ന വാഹനത്തെ നിർത്തുന്നതിനുമെല്ലാം നാം ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു. ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഒന്നിലധികം ബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുമ്പോൾ അവയുടെ പരിണത ബലം പൂജ്യമാണെങ്കിൽ വസ്തുവിനു യാതൊരു ചലനവും അനുഭവപ്പെടുന്നില്ല. മേശപ്പുറത്തിരിക്കുന്ന പുസ്തകം ഇതിനൊരുദാഹരണമാണു്. ഗുരുത്വാകർഷണം മൂലം പുസ്തകത്തിന്മേൽ താഴോട്ടു് ഒരു ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. (ഈ ബലത്തിനു് ഭാരം എന്നാണു് പേർ). മേശയുടെ ഉപരിതലം പുസ്തകത്തിന്മേൽ മറെറാരു ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു. താഴോട്ടുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തിനു തുല്യമായ ഈ പ്രതിക്രിയ (Reaction) ഭാരത്തിനു എതിർദിശയിലാണു് പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്. ഈ രണ്ടു ബലങ്ങളും അന്യോന്യം റദ്ദാക്കപ്പെടുകയും പുസ്തകം നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ തന്നെ തുടരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവിടെ രണ്ടു ബലങ്ങളും സമതുലിതാവസ്ഥയിൽ ആണെന്നു പറയാം.

ഒരു ബലം നിശ്ചിതസമയംകൊണ്ടു് വസ്തുവിന്റെ ചലനപരിമാണത്തിൽ (quantity of motion) വരുത്തുന്ന മാറ്റം എത്രയെന്നു് നോക്കിയാണു് ബലം അളക്കുന്നതു്. ചലനപരിമാണം, അതായതു് സംവേഗം എന്നതു് ദ്രവ്യമാനവും പ്രവേഗവും കൂടിയുള്ള ഗുണനഫലമാണു്. ഒരു നിശ്ചിതദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തു ഒരു പ്രത്യേക പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ സംവേഗം, ആ വസ്തുവിന്റെ ഇരട്ടി ദ്രവ്യമാനമുള്ളതും പകുതി പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതുമായ മറെറാരു വസ്തുവിന്റെ സംവേഗത്തിനു തുല്യമായിരിക്കും. ഒരു നിശ്ചിതസമയത്തിനുള്ളിൽ വസ്തുവിന്റെ സംവേഗത്തിൽ വരുത്തുന്ന മാറ്റത്തെ ആസ്പദമാക്കിയാണു് ബലത്തിന്റെ പരിമാണം നിർണയിക്കുന്നതു്.

1. 3. ബലം ഒരു സദിശരാശിയാണ്

ഒരു ബലത്തെ പരിപൂർണമായി നിർവചിക്കുന്നതിന് അതിന്റെ പരിമാണം മാത്രം അറിഞ്ഞിരുന്നാൽ പോരാ. ബലത്തിന് അതിനേറതായ ഒരു നിശ്ചിത ദിശയുമുണ്ട്. സാങ്കേതികഭാഷയിൽ പറഞ്ഞാൽ ബലം ഒരു സദിശരാശിയാണ്. പരിമാണംകൊണ്ട് മാത്രം പൂർണമായി നിർവചിക്കാവുന്ന രാശികളെ അദിശ രാശികളെന്നു പറയാം. വേഗം, പ്രവേഗം എന്നീ പദങ്ങളും പരിശോധിക്കുമ്പോൾ ഈ വ്യത്യാസം മനസ്സിലാകും. പരിമാണത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം വേഗവും പ്രവേഗവും ഒന്നു തന്നെയാണ്. അതായത് രണ്ടും ഒരു മാത്ര സമയത്തിനുള്ളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരമാണ്. എന്നാൽ ദിശ കണക്കിലെടുക്കുമ്പോൾ വേഗവും പ്രവേഗവും തമ്മിൽ വ്യത്യാസമുണ്ട്. വേഗമെന്നു പറയുമ്പോൾ വസ്തു സഞ്ചരിക്കുന്ന ദിശ നാം പരിഗണിക്കാറില്ല. നേരേ മറിച്ച് പ്രവേഗത്തിന് ഒരു നിശ്ചിതദിശയുമുണ്ട്.

ഒരു സദിശരാശിയെ നിർവചിക്കുന്നതിന് പരിമാണവും ദിശയും അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതാണെന്നു കണ്ടുവല്ലോ. എന്നാൽ ബലത്തെ നിർവചിക്കുമ്പോൾ മറെറാന്നുകൂടി അറിയേണ്ടതുണ്ട്. ബലത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദുവാണത്. ഒരു ദൃഢവസ്തുവിന്മേൽ ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുമ്പോൾ ഏതു ബിന്ദുവിലാണത് പ്രയോഗിക്കുന്നതെന്നുകൂടി അറിഞ്ഞിരിക്കുകയില്ലെങ്കിൽ അതിന്റെ ഫലം പ്രവചിക്കുക സാധ്യമല്ല. ഇപ്രകാരം ഒരു ബലത്തെ പരിപൂർണമായി നിർവചിക്കണമെങ്കിൽ (1) പരിമാണം (2) ദിശ (3) പ്രയോഗബിന്ദു (4) അഭിദിശ (Sense) എന്നീ നാലു കാര്യങ്ങളും അറിഞ്ഞിരിക്കണം. (അഭിദിശ എന്ന പദംകൊണ്ട് വലിവുബലമോ സമ്മർദബലമോ എന്ന സ്വഭാവത്തെ കുറിക്കുന്നു). ബലം അളക്കാനുള്ള മാത്രകൾ മെട്രിക് വ്യവസ്ഥയിൽ കിലോഗ്രാമും ബ്രിട്ടീഷ് വ്യവസ്ഥയിൽ റാത്തലും ആണ്.

1. 4. ചലനനിയമങ്ങൾ

'ന്യൂട്ടന്റെ ചലനനിയമങ്ങൾ' എന്നറിയപ്പെടുന്ന മൂന്നു നിയമങ്ങളെ കേന്ദ്രീകരിച്ചാണ് ബലതന്ത്രം നിലകൊള്ളുന്നത്.

ഒന്നാം നിയമം:– നിശ്ചലാവസ്ഥയിലുള്ളതോ ഏകസമാനഗതിയിൽ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതോ ആയ ഒരു വസ്തു ഒരു ബാഹ്യബലത്തിന്റെ അഭാവത്തിൽ അതേ നിലയിൽ തുടർന്നുകൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു.

രണ്ടാം നിയമം:– ഒരു വസ്തുവിനനുഭവപ്പെടുന്ന സംവേഗവ്യത്യാസത്തിന്റെ തോതു വസ്തുവിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബാഹ്യബലത്തിനു് ആനുപാതികമാണ്; ഈ സംവേഗവ്യത്യാസം അനുഭവപ്പെടുന്നതാകട്ടെ ബലത്തിന്റെ ദിശയിലായിരിക്കും.

മൂന്നാം നിയമം:– ഏതൊരു ക്രിയയ്ക്കും തുല്യപരിമാണത്തിലുള്ളതും എതിർദിശയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതുമായ ഒരു പ്രതിക്രിയ അനുഭവപ്പെടുന്നു.

ഒന്നാം നിയമം നാം നേരത്തേ വിവരിച്ച ജഡത്വസ്വഭാവം തന്നെയാണെന്നു കാണാം. രണ്ടാം നിയമത്തിനു് അല്പം വിശദീകരണം ആവശ്യമാണു്. m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു f ത്വരണത്തോടെ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കുക (പ്രയോഗവ്യത്യാസത്തിന്റെ നിരക്കിനാണു് ത്വരണം എന്നു പറയുന്നതു്). അപ്പോൾ വസ്തുവിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലം P ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. എന്നാൽ രണ്ടാം നിയമപ്രകാരം

$P \propto$ സംവേഗവ്യത്യാസത്തിന്റെ നിരക്കു്

(സംവേഗമെന്നതു് ദ്രവ്യമാനം × പ്രവേഗം ആണെന്നു നാം കണ്ടു കഴിഞ്ഞു)

$\therefore P \propto m \times$ പ്രവേഗവ്യത്യാസത്തിന്റെ നിരക്കു്.

ie $P \propto m \times$ ത്വരണം.

$$\propto m \times f$$

അതായതു് $$P = k \cdot m \cdot f$$

(ഇവിടെ k ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യയാണു്)

ബലം (P), ദ്രവ്യമാനം (m), ത്വരണം (f) എന്നീ ഘടകങ്ങളുടെ മാത്രകളും സൗകര്യപൂർവം നിർവചിക്കുകയാണെങ്കിൽ k എന്ന അനുപാതസംഖ്യയെ 1 ആക്കിയെടുക്കാം. M. K. S., F. P. S വ്യവസ്ഥകളിൽ ഇപ്രകാരമാണു് ചെയ്തിരിക്കുന്നതു്.

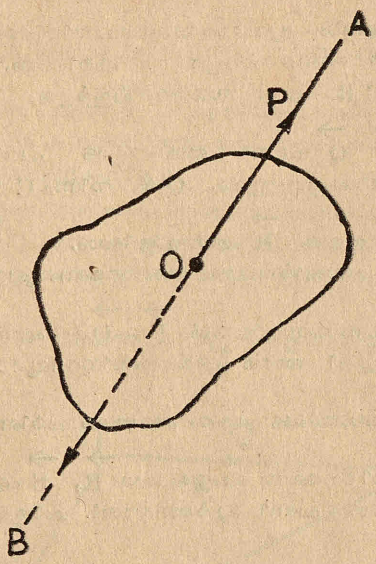
പിന്നീടു് പ്രായോഗികപ്രശ്നങ്ങളും നിർധാരണം ചെയ്യുമ്പോൾ ഈ നിയമങ്ങളെപ്പറ്റി കൂടുതൽ മനസ്സിലാക്കാം.

1. 5. ഗ്രാഫികരീതിയിൽ ബലങ്ങളുടെ വിയോജനവും സംയോജനവും

ബലം പ്രയോഗബിന്ദുവും അഭിദിശയുമുള്ള ഒരു സദിശരാശിയാകയാൽ അതിനെ അമ്പടയാളമിട്ട ഒരു നേർരേഖകൊണ്ടു് പ്രതിനിധീകരിക്കാവുന്നതാണു്. (ചിത്രം 1.1 നോക്കുക). ചിത്രത്തിൽ O A എന്ന രേഖയുടെ നീളം, P എന്ന ബലത്തിന്റെ പരിമാണവും, O എന്ന ബിന്ദു, വസ്തുവിന്മേലുള്ള ബലത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദുവും ആകുന്നു. O യിൽ നിന്നും A യിലേക്കു് പൂണ്ടന്ന അമ്പടയാളം ബലത്തിന്റെ ദിശയെ കാണിക്കുന്നു. ഇങ്ങനത്തെ ഒരു ബലം തീർച്ചയായും വസ്തുവിനെ O A എന്ന ദിശയിൽ ചലിപ്പിക്കാൻ ശ്രമിക്കുമല്ലോ.

പരിപൂർണമായ തിരിച്ചറിവിനു വേണ്ടി നാം P എന്ന ബലത്തെ $\overrightarrow{P}$ എന്നെഴുതിക്കാണിക്കണം. $\overrightarrow{P}$ എന്നെഴുതിയാൽ അതിന്റെ അർഥം ഇതു് 'P' പരിമാണമുള്ള സദിശരാശിയാണെന്നാണു്.

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വസ്തുവിനെ സമതുലിതാവസ്ഥയിൽ നിർത്തുന്നതിനു് $\overrightarrow{P}$ യോടു തുല്യപരിമാണമുള്ളതും എതിർദിശയിൽ വർത്തിക്കുന്നതും

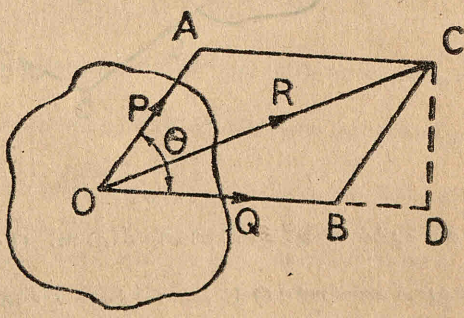


ചിത്രം 1.1.

O യിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നതുമായ $\vec{Q}$ എന്ന മറ്റൊരു ബലം അത്യാവശ്യമാണ്. ഈ ബലത്തെ O B എന്ന രേഖകൊണ്ട് അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

ബലസമാന്തരചതുർഭുജം

ഒരു വസ്തുവിന്മേൽ രണ്ടോ അതിലധികമോ ബലങ്ങളും ഒരു മിച്ചു പ്രയോഗിച്ചാലുണ്ടാകുന്ന അതേ ഫലം തന്നെ വേറെ ഒരൊറ്റ ബലംകൊണ്ട് ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിഞ്ഞാൽ ഈ ബലത്തെ മുമ്പു പറഞ്ഞ ബലങ്ങളുടെ പരിണതം എന്നു വിളിക്കുന്നു.

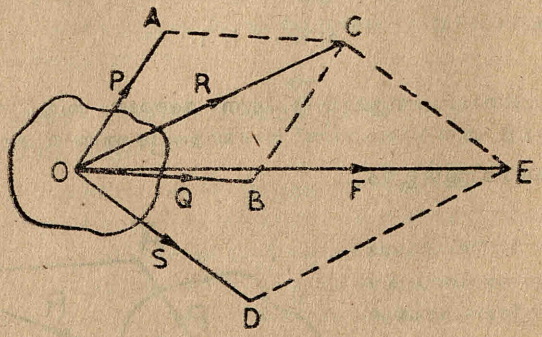


ചിത്രം 1.2.

ചിത്രം 1.2 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വസ്തുവിലെ O എന്ന ബിന്ദുവിൽ കൂടി

$\vec{P}$, $\vec{Q}$ എന്നീ ബലങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ. അവയെ യഥാക്രമം O A, OB എന്നീ രേഖകൾ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. ഇവയുടെ പരിണതം ലഭിക്കുന്നതിനു O A C B എന്ന സമാന്തരചതുർഭുജം വരയ്ക്കുക. അതിന്റെ കർണമായ OC, $\vec{P}$, $\vec{Q}$ എന്നീ ബലങ്ങളുടെ പരിണതത്തെ പരിമാണത്തിലും ദിശയിലും രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. O ൽ നിന്നും C യിലേക്കുള്ള ദിശയിൽ വർത്തിക്കുന്ന ഇതിനെ നമുക്കു $\vec{R}$ എന്നു വിളിക്കാം.

ഇനി അല്പം കൂടി സങ്കീർണമായൊരുദാഹരണം പരിശോധിക്കാം. ചിത്രം 1.3 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വസ്തുവിന്മേൽ $\vec{P}$, $\vec{Q}$ എന്നിവയ്ക്കു പുറമേ $\vec{S}$ എന്ന മറെറാരു ബലം കൂടി അതേ പ്രയോഗബിന്ദുവിലൂടെ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. $\vec{P}$, $\vec{Q}$ എന്ന ബലങ്ങൾക്കു പകരം അവയുടെ പരിണതമായ $\vec{R}$ മാത്രം പരിഗണിച്ചാൽ മതി. ഇനി നേരത്തെ ചെയ്തപോലെ $\vec{R}$, $\vec{S}$ എന്നീ ബലങ്ങളുടെ പരിണതം കണ്ടുപിടിച്ചാൽ പണി പൂർത്തിയായി. ചിത്രത്തിൽ O D എന്ന രേഖ

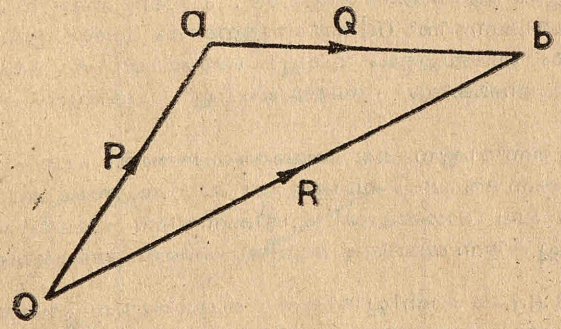


ചിത്രം 1.3.

$\vec{S}$ നെ പൂർണമായും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. O C E D എന്ന സമാന്തരചതുർഭുജം വരച്ചാൽ അതിന്റെ O E എന്ന കർണം പരിമാണത്തിലും ദിശയിലും $\vec{P}$, $\vec{Q}$, $\vec{S}$ എന്നീ ബലങ്ങളുടെ പരിണതം ആണു. ഈ രീതിയിൽ പല ബലങ്ങളും കൂട്ടിച്ചേർത്തു അവയ്ക്കു തുല്യമായ മറെറാരു ബലം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനെ ബലങ്ങളുടെ കൂട്ടൽ (സങ്കലനം) എന്നോ സംയോജനം എന്നോ പറയാം. ഇപ്രകാരം ഏതു ബല

ങ്ങളും വേണമെങ്കിലും ക്രട്ടാവുന്നതാണു്. (കുറിപ്പു്:- $\vec{P}$, $\vec{Q}$ എന്നിവയുടെ പരിണതത്തോടു് $\vec{S}$ ചേർത്തതിനു പകരം $\vec{P}$, $\vec{S}$ എന്നിവയുടെ പരിണതത്തോടു് $\vec{Q}$ ചേർത്താലും അതേ ഫലം തന്നെ കിട്ടുമായിരുന്നു. ബലങ്ങളുടെ സംയോജനത്തിൽ ക്രട്ടലിന്റെ ക്രമം ഫലത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല).

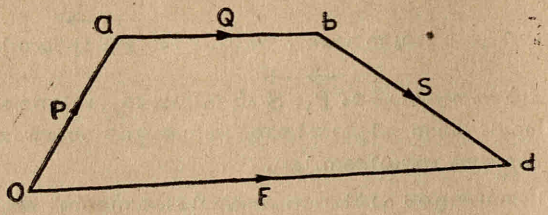
നിരവധി ബലങ്ങളുടെ പരിണതം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനു് അല്പംക്രടി ലളിതമായ ഒരു മാർഗമുണ്ടു്. 1.4 എന്ന ചിത്രത്തിലേതുപോലെ O A യ്ക്കു സമാന്തരമായി 'o a' എന്ന രേഖ വരയ്ക്കുക. 'o a' ഒരു നിശ്ചിതതോതനുസരിച്ചു്, പരിമാണത്തിലും ദിശയിലും $\vec{P}$ എന്ന ബലത്തെ കുറിയ്ക്കുന്നുവെന്നിരിയ്ക്കട്ടെ.



ചിത്രം 1.4.

a എന്ന ബിന്ദുവിൽ നിന്നു് O B യ്ക്കു സമാന്തരമായി ob എന്ന രേഖ വരയ്ക്കുക. ob രേഖ അതേ തോതിൽ $\vec{Q}$ എന്ന ബലത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. ob യോജിപ്പിച്ചാൽ പരിണതം $\vec{R}$ കിട്ടുന്നു. ഈ ചിത്രത്തിൽ o a b യെ ബലത്രികോണം എന്നു വിളിക്കാം. 1.2 , 1.4 എന്നീ ചിത്രങ്ങളെ താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കിയാൽ ബലത്രികോണം ബലസമാന്തരചതുർഭുജത്തിന്റെ നേർ പകുതിയാണെന്നു കാണാം.

ഒരു ബിന്ദുവിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന മൂന്നു ബലങ്ങളുടെ പരിണതവും ഇതേ മാതിരി ഗ്രാഫികരീതിയിൽ തന്നെ കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണു്. ചിത്രം 1.5 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പോലെ O D ക്കു (ചിത്രം 1.3) സമാന്തരമായി bd എന്ന രേഖ വരച്ചു് $\vec{S}$ ന്റെ പരിമാണം മേല്പറഞ്ഞ അതേ തോതിൽ അടയാളപ്പെടുത്തുക.



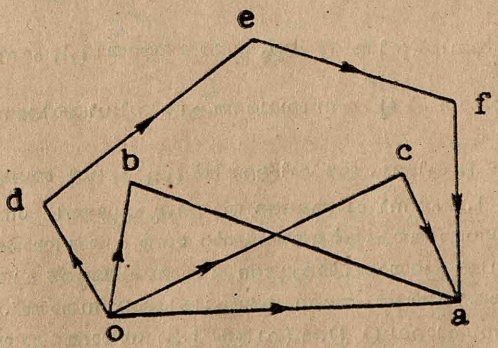
ചിത്രം 1.5.

od എന്ന രേഖ യോജിപ്പിച്ചാൽ $\vec{P}$, $\vec{Q}$, $\vec{S}$ എന്നീ ബലങ്ങളുടെ പരിണതം ലഭിക്കുന്നു. ഈ ചിത്രത്തെ ബലബഹുഭുജം എന്നു പറയാം. തത്വത്തിൽ ഇതു് ബല ത്രികോണങ്ങളുടെ ആവർത്തനം മാത്രമാണു്. പരിണതബലം $\vec{F}$ ന്റെ യഥാർഥ പരിമാണം ലഭിക്കുന്നതിനു് od യെ തോതുഗുണകം കൊണ്ടു ഗുണിച്ചാൽ മതി.

ഇപ്രകാരം ബലബഹുഭുജം വരച്ചു് ഒരേ ബിന്ദുവിൽ വർത്തിക്കുന്ന എത്ര ബലങ്ങളെ വേണമെങ്കിലും സംയോജിപ്പിച്ചു് പരിണതം കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണു്.

മറിച്ചു്, തന്നിരിക്കുന്ന ഒരു ബലത്തെ പലതായി പിരിച്ചു് അതേ ഫലം തന്നെ ഉളവാക്കുന്ന ഒരു പറ്റം ബലങ്ങളായി മാറ്റാനും സാധിക്കും. ഇത്തരത്തിൽ ഒരു ബലത്തെ പല ഭാഗങ്ങളായി പിരിക്കുന്നതിനെ ബലങ്ങളുടെ വിയോജനം എന്നും പിരിച്ചു കിട്ടുന്ന ബലങ്ങളെ ആദ്യബലത്തിന്റെ ഘടകങ്ങളെന്നും പറയുന്നു.

ചിത്രം 1.6.1–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ഒരു വസ്തുവിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലത്തെ ആവശ്യമുള്ള ഏതു ദിശയിൽ വേണമെങ്കിലും ഗ്രാഫിക രീതി



ചിത്രം 1.6.1.

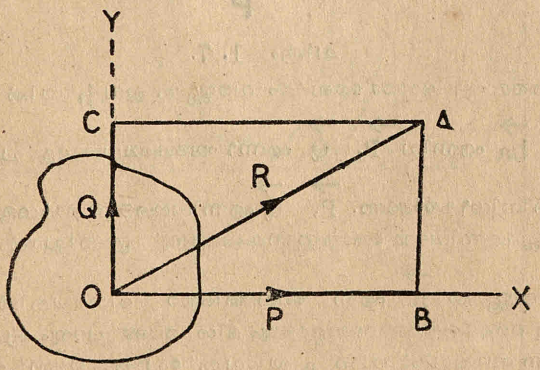
യിൽ ഘടകങ്ങളാക്കി പിരിച്ചെഴുതുക്കാം. ചിത്രത്തിൽ നിന്നും താഴെപ്പറയുന്ന സംഗതികളും എളുപ്പം മനസ്സിലാക്കാം.

$$\overrightarrow{oa} = \overrightarrow{ob} + \overrightarrow{ba}$$

$$\overrightarrow{oa} = \overrightarrow{oc} + \overrightarrow{ca}$$

$$\overrightarrow{oa} = \overrightarrow{od} + \overrightarrow{de} + \overrightarrow{ef} + \overrightarrow{fa}$$

മുകളിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന എല്ലാ ശ്രൂപ്പുകളും $\overrightarrow{oa}$ എന്ന ബലത്തിന്റെ അംഗങ്ങളാണ്. ഇങ്ങനെ എത്ര സെറ്റുകളും വേണമെങ്കിലും നിർമിക്കാം. എന്നാൽ നമ്മുടെ സാധാരണ ആവശ്യങ്ങൾക്ക് ഒരു ബലത്തെ പരസ്പരം ലംബമായ രണ്ടു ദിശകളിലുള്ള ഘടകങ്ങളാക്കി പിരിച്ചെഴുത്താൽ ധാരാളം മതിയാകുന്നതാണ്(ചിത്രം 1.6.2 നോക്കുക).

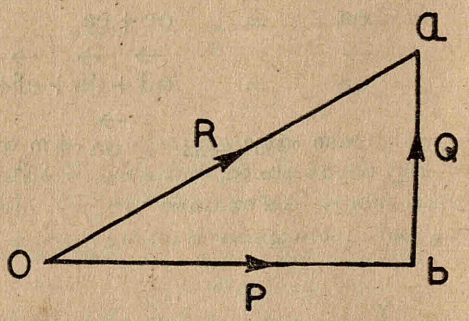


ചിത്രം 1. 6. 2.

ഒരു വസ്തുവിന്മേൽ O എന്ന ബിന്ദുവിലൂടെ $\overrightarrow{R}$ എന്ന ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ. ഈ ബലത്തിന്റെ ദിശ O A ആണെന്നു വിചാരിക്കുക. ഈ ബലത്തെ പരസ്പരം ലംബമായ OX, OY എന്ന രണ്ടു ദിശകളിൽ പിരിച്ചെഴുതുക്കാം. ഇതിനു രണ്ടു മാർഗങ്ങളുണ്ട്. A യിൽ നിന്ന് OX, OY എന്നീ രേഖകളിലേക്ക് യഥാക്രമം AB, AC എന്നീ ലംബങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. അപ്പോൾ കിട്ടുന്ന $\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OC}$ എന്നിവ $\overrightarrow{R}$ എന്ന ബലത്തിന്റെ OX, OY എന്ന ദിശകളിലെ $\overrightarrow{P}, \overrightarrow{Q}$ എന്നീ ഘടകങ്ങളായിരിക്കും.

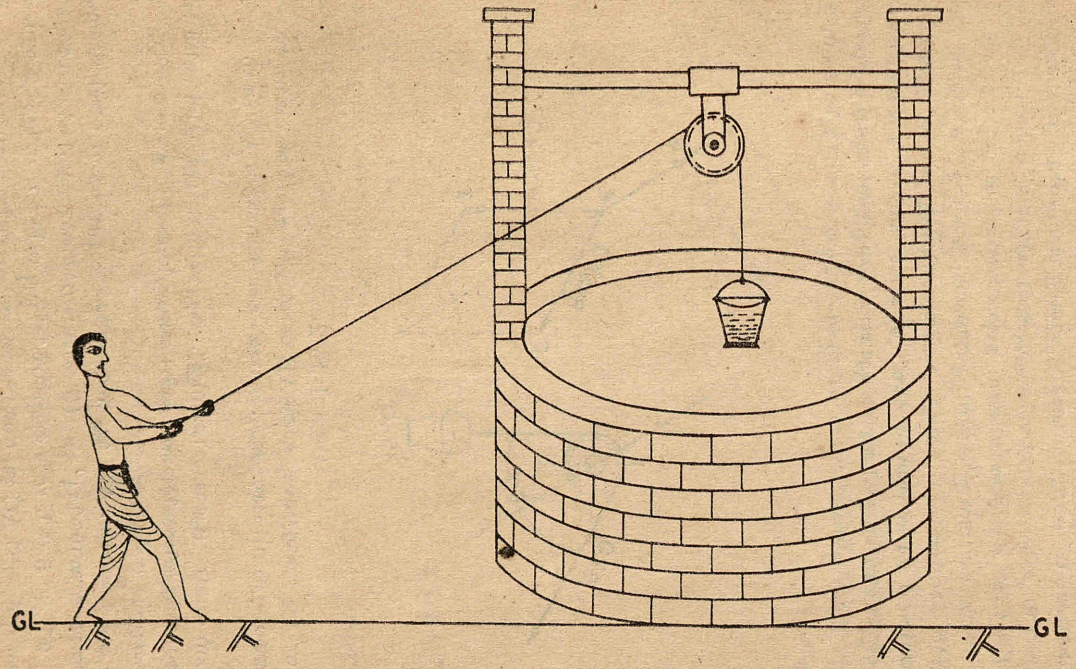
ഇതേ പ്രശ്നം തന്നെ മറ്റൊരു വിധത്തിലും നിർധാരണം ചെയ്തുനോക്കാം(ചിത്രം

1.7 നോക്കുക). oa എന്ന രേഖ ചിത്രം 1.6.2–ലെ OA യ്ക്കു സമാന്തരമായി വരച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതു് ഒരു നിശ്ചിതതോതിൽ $\overrightarrow{R}$ എന്ന ബലത്തെ പരിമാണത്തിലും ദിശയിലും പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു. a യിൽക്കൂടി OYയ്ക്കു സമാന്തരമായും o യിൽക്കൂടി



ചിത്രം 1.7.

OX–നു സമാന്തരമായും ഓരോ രേഖകളും വരയ്ക്കുക. ഇവ b യിൽ സന്ധിക്കുന്നു. അപ്പോൾ $\overrightarrow{ob}$, $\overrightarrow{ba}$ എന്നിവ $\overrightarrow{P}$, $\overrightarrow{Q}$ എന്നീ ഘടകബലങ്ങളെ പരിമാണത്തിലും ദിശയിലും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. $\overrightarrow{P}$, $\overrightarrow{Q}$ എന്നിവയുടെ യഥാർഥമൂല്യം ലഭിക്കുന്നതിനു് ob, ba എന്നിവയെ തോതുഗണകംകൊണ്ടു് ഗുണിച്ചാൽ മതി. o യിൽ നിന്നും a യിലേയ്ക്കാണു് $\overrightarrow{R}$ എന്ന ബലത്തിന്റെ ദിശയെങ്കിൽ വിയോജനം കൊണ്ടു ലഭിച്ച രണ്ടു ഘടകബലങ്ങളുടേയും ദിശ താഴെ പറയും പ്രകാരം കണ്ടുപിടിക്കാം. o എന്ന ബിന്ദുവിൽ നിന്നു് a യിലേക്കു് പോകുകയാണു് നമ്മുടെ ലക്ഷ്യമെന്നു കരുതുക. ഏറ്റവും ഹ്രസ്വമായ മാർഗമാണു് പരിണതബലത്തിന്റെ ദിശ. വളഞ്ഞു പോകുകയാണെങ്കിൽ ആദ്യം b യിലേക്കും അവിടെ നിന്നു് പിന്നീടു് a യിലേക്കും പോകേണ്ടിവരുന്നു. അപ്പോൾ $\overrightarrow{R}$ ന്റെ ഘടകബലങ്ങളുടെ ദിശ താഴെ പറയും പ്രകാരമാണു്:– $\overrightarrow{P}$യുടെ ദിശ o യിൽനിന്നു b യിലേക്കും $\overrightarrow{Q}$ന്റെ ദിശ b യിൽനിന്നു a യിലേക്കുമായിരിക്കും. ബലത്രികോണമോ അഥവാ ബലബഹുഭുജമോ ഉപയോഗിച്ചുള്ള എല്ലാ നിർധാരണരീതികളിലും ഇപ്രകാരം ഘടകബലങ്ങളുടെ ദിശകളും കണ്ടുപിടിക്കാം. പരിമാണത്തെ സംബന്ധിച്ചു പറയുകയാണെങ്കിൽ $\overrightarrow{oa}$ ഏതൊരു തോതിലാണോ $\overrightarrow{R}$ എന്ന ബലത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതു് അതേ

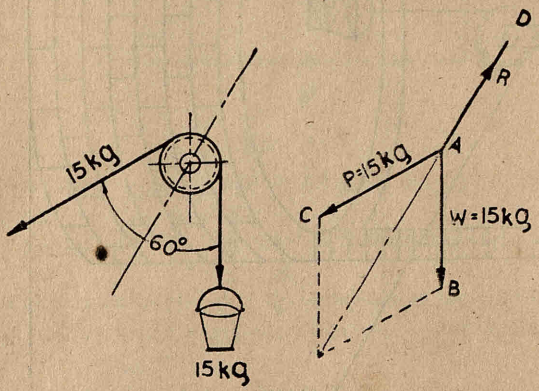


ചിത്രം1. 8. 1.

തോതിൽ ob, ba എന്നീ രേഖകൾ യഥാക്രമം $\vec{P}$, $\vec{Q}$ എന്നീ ബലങ്ങളെയും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.

മേൽ വിവരിച്ച വസ്തുതകളും കുറച്ചുകൂടി വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കണമെങ്കിൽ കുറെ കണക്കുകളും ചെയ്തുപഠിക്കണം. ബലത്രികോണമോ ബലബഹുഭുജമോ വരയ്ക്കുണ്ടി വരുന്ന ചില പ്രായോഗികപ്രശ്നങ്ങളും പരിശോധിക്കാം.

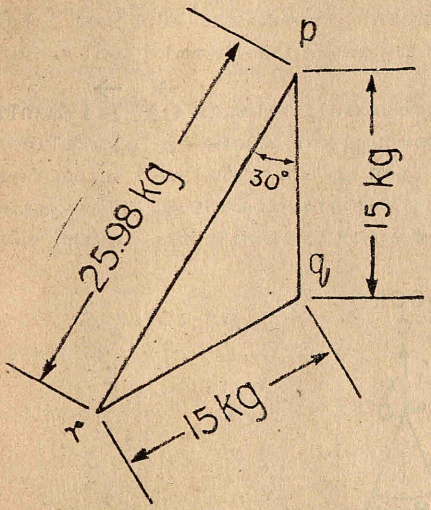
ചിത്രം 1.8.1–ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഉദാഹരണത്തിൽ ഒരാൾ ഒരു കിണറ്റിൽനിന്നും വെള്ളം കോരുന്നതു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു കപ്പിയിൽക്കൂടി എടുത്തിട്ടുള്ള കയറിന്റെ ഒരറ്റത്താണ് വെള്ളം കോരുന്നതിനുള്ള തൊട്ടി തൂക്കിയിരിക്കുന്നതു്. കയറിന്റെ മറ്റേ അറ്റത്താണ് അയാൾ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതു്. കപ്പിയുടെ കേന്ദ്രബിന്ദുവിൽക്കൂടി ആകെ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം കണക്കാക്കണമെന്നിരിക്കട്ടെ. ഇതേ കണക്കു് തന്നെ ചിത്രം 1.8.2–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധം മാറ്റി വരയ്ക്കുക.



ചിത്രം 1. 8. 2.

വെള്ളം നിറച്ച തൊട്ടിയുടെ ഭാരം AB യിൽ കൂടി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. അതു് 15 കിലോ ഗ്രാം ആണെന്നു വിചാരിക്കുക. വെള്ളം കോരുന്ന ആൾ AC എന്ന ദിശയിലാണ് $\overrightarrow{P}$ എന്ന ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതു്. കപ്പിയിന്മേലുള്ള പ്രതിക്രിയ D ൽ നിന്നും A യിലേക്കുള്ള ദിശയിലാണ്. ഇനി ബലത്രികോണം ഉപയോഗിച്ചു് ഈ പ്രശ്നം വളരെ എളുപ്പം ചെയ്യാം.

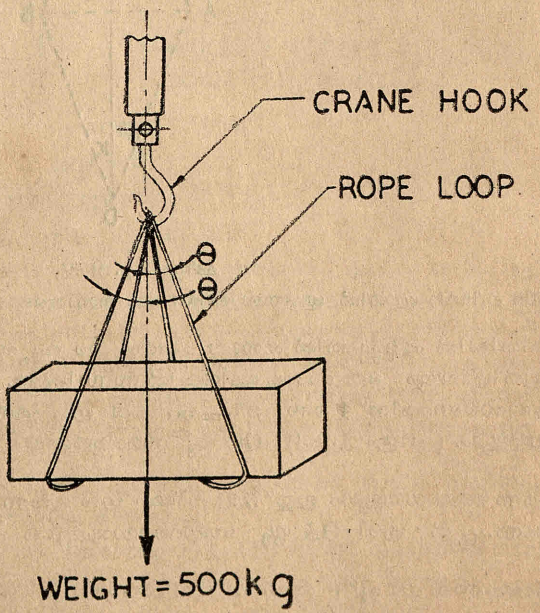
ചിത്രം 1.8.3 നോക്കുക. AB യ്ക്കു സമാന്തരമായി pq എന്ന രേഖ വരയ്ക്കുക. ഒരു നിശ്ചിതതോതിനനുസരിച്ചു് pq 15 കിലോഗ്രാമിനെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. തോതു് 1 സെ. മീ. = 5 കി. ഗ്രാം ആണെങ്കിൽ pq വിന്റെ നീളം 3 സെ. മീ. ആയിരിക്കണം. q ൽ കൂടി AC യ്ക്കു സമാന്തരമായും pq വിനു തുല്യമായും qr എന്ന രേഖ വരയ്ക്കുക. pr യോജിപ്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ അതു് പരിമാണത്തിലും ദിശയിലും ഈ രണ്ടു ബലങ്ങളുടേയും പരിണതത്തെ കുറിക്കുന്നു. pr അളന്നു് അതിനെ



ചിത്രം 1. 8. 3.

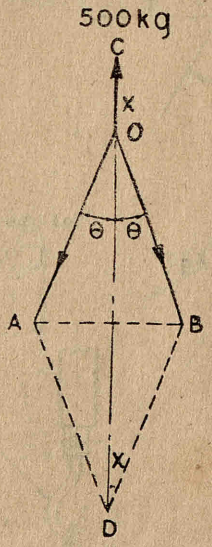
തോതുഉണകംകൊണ്ടു് ഉണ്ടാക്കിയാൽ $\vec{R}$ ന്റെ യഥാർഥ മൂല്യം ലഭിക്കുന്നു. R =25.98 കി.ഗ്രാം എന്നാണു കിട്ടുന്നതു്. പ്രതിക്രിയ കീഴ്മേൽദിശയുമായി 30° കോണത്തിൽ കപ്പിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും അകന്നാണു് പോകുന്നതു്.

1.9.1 ചിത്രത്തിൽ ശിരോപരി ചലിക്കുന്ന ഒരു ക്രെയ്നിൽ ഭാരം തൂക്കിയിട്ടിരിക്കുന്ന വിധം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ക്രെയ്ൻ കൊളുത്തിൽ തൂക്കിയിരിക്കുന്ന കയറിന്റെ രണ്ടുകഷ്ണങ്ങളിൽ അഥവാ വലയങ്ങളിലാണു് ഭാരം തൂങ്ങിനില്ക്കുന്നതു്.



ചിത്രം 1. 9. 1.

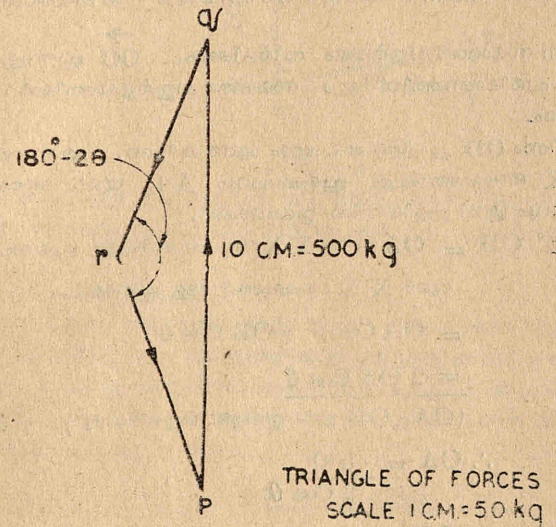
എളുപ്പത്തിൽ കണക്കു കൂട്ടുന്നതിനു വേണ്ടി ഇതിന്റെ ഒരു ലഘുവായ ചിത്രം 1.9.2 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ക്രെയ്ൻ കൊളുത്തിന്റെ അക്ഷത്തിൽ കൂടി മേലോട്ടു വർത്തിക്കുന്ന പ്രതിക്രിയ ഇതിൽ $\vec{OC}$ എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. $\vec{OA}$, $\vec{BO}$ എന്നിവ കയറിന്റെ രണ്ടു വലയങ്ങളിന്മേലുണ്ടാവപ്പെടുന്ന ബലങ്ങളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു. ഇവ കുത്തൻരേഖയുമായി 'θ' എന്ന കോണം നിർമിക്കുന്നു. പ്രഥമവീക്ഷണത്തിൽ, കയറിന്റെ രണ്ടു വലയങ്ങളിൽ ഓരോന്നും പകുതിഭാരം വീതം എടുക്കുമെന്നു തോന്നാം. എന്നാൽ യഥാർഥത്തിൽ ഓരോ വലയത്തിന്മേലും വരുന്ന ഭാരം



ചിത്രം 1. 9. 2.

$\frac{500}{2}$ കിലോ ഗ്രാമിൽ കൂടുതലായിരിക്കും. അവയുടെ ശരിയായ മൂല്യം ഗ്രാഫിക രീതിയിൽ എളുപ്പത്തിൽ കണ്ടുപിടിക്കാം. ഈ വ്യൂഹത്തിൽ രണ്ടു ബലങ്ങളും ഒരു പ്രതിക്രിയയും ഒരു പൊതു ബിന്ദുവിൽ സന്ധിക്കുന്നു. ഏതെങ്കിലുമൊരു തോതിൽ, ഉദാഹരണത്തിനു് 1 സെ. മീ. = 50 കി. ഗ്രാം എന്ന തോതിൽ ബലത്രികോണം വരയ്ക്കാം. (ചിത്രം 1.9.3). OC യ്ക്കു സമാന്തരമായി 10 സെ. മീ. നീളത്തിൽ pq എന്ന രേഖ വരയ്ക്കുക. ഇതു് 500 കിലോ ഗ്രാം വരുന്ന $\vec{R}$ എന്ന പ്രതിക്രിയയെ കുറിക്കുന്നു. q ൽ കൂടി OA യ്ക്കു സമാന്തരമായും p-ൽ കൂടി OB യ്ക്കു സമാന്തരമായും ഓരോ രേഖ വരച്ചു് r എന്ന ബിന്ദുവിൽ സന്ധിപ്പിക്കുക. എന്നാൽ $\vec{OA}$ എന്ന ബല

ത്തിന്റെ പരിമാണം qr നെ തോതുഗണകംകൊണ്ടു ഗുണിച്ചതിനു തുല്യമായി രിക്കും. അതുപോലെ തന്നെ $\overrightarrow{OB}$ എന്ന ബലത്തിന്റെ പരിമാണം rp യെ തോതു ഗുണകംകൊണ്ടു ഗുണിച്ചാൽ കിട്ടും. ഈ ബലങ്ങളുടെ ദിശ ചിത്രത്തിൽ അമ്പടയാളംകൊണ്ടു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 1. 9. 3.

ചിത്രം 1.9.3–ൽ

$$\angle pqr = \theta$$

$$\parallel rly \angle rpq = \theta$$

$$\therefore \angle qrp = 180 - 2\theta$$

കയറിന്റെ രണ്ടു വലയങ്ങളും കീഴ്°മേൽ അക്ഷത്തോട്° ക്രമേണ അടുപ്പിച്ച്° കൊണ്ടുവരുകയാണെങ്കിൽ കോണം θ കുറയുന്നു (ചിത്രം 1.9.2. നോക്കുക). θ കുറയുന്നതോടെ ചിത്രം 1.9.3–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന r എന്ന ബിന്ദു qp രേഖയോട്° അടുത്തടുത്തു വരുന്നു. അവസാനം θ പൂജ്യമാകുമ്പോൾ r എന്ന ബിന്ദു qp രേഖയിൽ പതിക്കുന്നു. അപ്പോൾ qr + rp, pq–വിനു° തുല്യമായിത്തീരുന്നു. എന്നാൽ θയുടെ മൂല്യം എത്രതന്നെ ആയിരുന്നാലും $pr = rq$. അതുകൊണ്ട്° $pr = rq = \frac{pq}{2}$.

ഇതിൽ നിന്നു° θ യുടെ മൂല്യം പൂജ്യമാകുമ്പോൾ കയറിന്റെ ഓരോ വലയവും പകുതിഭാരം വീതം വഹിക്കുന്നുവെന്നു കാണാം.

കോണം θ 90° ആകുമ്പോൾ അതായതു° OA, OB എന്നീ വലയങ്ങൾ വിലങ്ങനെയാകുമ്പോൾ pr, qr എന്നീ രേഖകൾ സമാന്തരമാകുകയും യഥാക്രമം p, q

എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ കൂടി കടന്നുപോകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പരിതസ്ഥിതിയിൽ

OA, O B എന്നീ ബലങ്ങൾ അനന്തമായിരിയ്ക്കുമെന്നു പറയാം. എന്നാൽ സാധാരണഗതിയിൽ കോണം θ, 0°–ൽ കൂടുതലും 90°–ൽ കുറവുമായിരിക്കും. മിക്കവാറും θ–യുടെ മൂല്യം 60°–ൽ കുറവായിരിക്കും.

ഇതേ പ്രശ്നം തന്നെ അപഗ്രഥനരീതിയിലും നിർദ്ധാരണം ചെയ്യാം.

O B D A എന്ന സമാന്തരചതുർഭുജം നിർമിക്കുക. $\overrightarrow{OC}$ പ്രതിക്രിയ ആയതിനാൽ അതു് പരിമാണത്തിൽ ഈ സമാന്തരചതുർഭുജത്തിന്റെ കർണത്തിനു തുല്യമായിരിക്കും.

ഇതിൽനിന്നും OD = 500 കി. ഗ്രാം എന്നു കിട്ടുന്നു. എന്നാൽ OD എന്നതു് OA യുടെ X X അക്ഷത്തിലുള്ള പ്രക്ഷേപവും A D യുടെ അതേ അക്ഷത്തിലുള്ള പ്രക്ഷേപവും കൂടി കൂട്ടിയതിനു തുല്യമാണു്.

അതായതു് OD = OA യുടെ X X അക്ഷത്തിലുള്ള പ്രക്ഷേപം + OB യുടെ X X അക്ഷത്തിലുള്ള പ്രക്ഷേപം

$$= OA \cos\theta + OB \cos\theta$$

$$= 2\,OA \cos\theta$$

(OA, OB ഇവ തുല്യമായതുകൊണ്ടു്)

$$\therefore OA = \frac{500}{2\cos\theta}$$

$$OB = \frac{500}{2\cos\theta}$$

$\theta = 60°$ ആണെങ്കിൽ $\cos\theta = \cos 60° = \frac{1}{2}$

അപ്പോൾ OA യിലെ ബലം = OB യിലെ ബലം = 500 കി.

$\theta = 45°$ ആണെങ്കിൽ $\cos\theta = \cos 45° = \frac{1}{\sqrt{2}}$

അപ്പോൾ OA യിലെ ബലം = OB യിലെ ബലം $= \dfrac{500}{2 \times \frac{1}{\sqrt{2}}}$

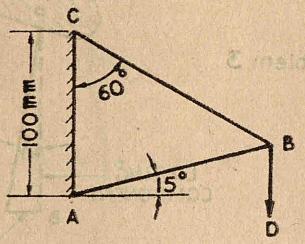
$$= 353{\cdot}5 \text{ കി.}$$

ഇത്തരം ത്രികോണമിതി ഉപയോഗിച്ചുള്ള അപഗ്രഥനം പല കണക്കുകൾ ചെയ്യുവാനും എളുപ്പമാകുന്നു. സ്വതന്ത്രമായ ഒരു വസ്തുവിന്മേൽ മൂന്നു് ഏകതലീയ ബലങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്ന സന്ദർഭത്തിൽ ഈ രീതി വളരെ എളുപ്പമായിരിക്കും.

1. ചിത്രം 8–ൽ B എന്ന അറ്റത്തു് 2500 കി. ഗ്രാം ഭാരം തൂക്കിയിരിക്കുന്ന AB എന്ന ഒരു ദണ്ഡു് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. BC എന്ന ഒരു ചരടാണു് ഇതിനെ

താങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഈ ചരടിന്റെ ഒരറ്റം ഭിത്തിയിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

Problem 1



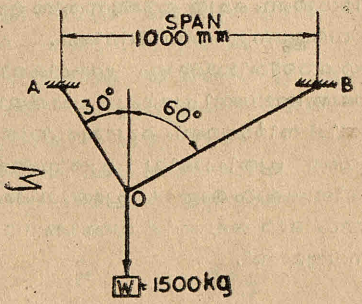
ചിത്രം a

C–യും A–യും തമ്മിലുള്ള ദൂരം 100 മി. മീ. ആണെങ്കിൽ AB, BC എന്നിവയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലങ്ങളുടെ പരിമാണവും സ്വഭാവവും ഗ്രാഫികരീതിയിൽ കണ്ടുപിടിക്കുക.

(ഉത്തരം 3062 കി., 3414.5 കി.)

2. ഒരു മുറിയുടെ തട്ടിന്മേൽ 1000 മി. മീ. അകലത്തിലുള്ള രണ്ടു ബിന്ദുക്കൾ ആണ് A, B എന്നിവ. ഈ ബിന്ദുക്കളിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ചരടുകളിൽനിന്നും 1500 കി. ഗ്രാം ഭാരം തൂക്കിയിട്ടിരിക്കുന്ന വിധം ചിത്രം b ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. OA, OB എന്നീ ചരടുകളിൽ വരുന്ന ബലം ഗ്രാഫികരീതിയിലോ മറേതെങ്കിലും വിധത്തിലോ കണ്ടുപിടിക്കുക.

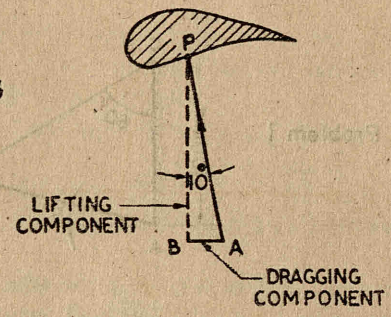
Problem 2



ചിത്രം b

(ഉത്തരം 1299 കി., 750 കി.)

3. ഒരു ഏറോഫോയിൽ പരീക്ഷണത്തിന്മേൽ 2500 കിലോഗ്രാമുള്ള P എന്ന ലംബമായ ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ചിത്രം c യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ AP ദിശയിൽ വർത്തിക്കുന്ന ഈ ബലം കീഴ്മേൽ തലവുമായി 10° കോണം ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇതിൽനിന്നുമുളവാകുന്ന ഉത്ഥാപക–പിൻവലിക്കൽ ബലങ്ങളും ഗ്രാഫികരീതിയിലോ മറ്റു പ്രകാരത്തിലോ കണ്ടുപിടിക്കുക.



ചിത്രം c

lifting component–ഉത്ഥാപകഘടകം, dragging component–പിൻവലിഘടകം

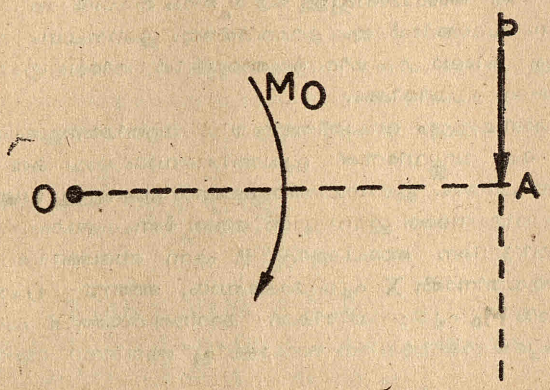
മേൽ കൊടുത്ത എല്ലാ പ്രശ്നങ്ങളിലും ബലങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നതു് ഒരു സ്വതന്ത്രവസ്തുവിന്മേലാണു്. സ്വതന്ത്രവസ്തു എന്ന പദം കൊണ്ടർഥമാക്കുന്നതു്, ചുറ്റുപാടിൽനിന്നും വ്യത്യസ്തവും വേർപെട്ടതുമായി കണക്കാക്കി അപഗ്രഥനം ചെയ്യത്തക്ക ഒരു പദാർഥത്തേയോ അതിന്റെ ഭാഗത്തേയോ ആണു്. സ്വതന്ത്രവസ്തുവായി അപഗ്രഥിച്ചു ചെയ്യുമ്പോൾ ഇത്തരം പ്രശ്നങ്ങളുടെ നിർധാരണം വളരെ എളുപ്പമായിരിക്കും. അതുകൊണ്ടു് ഇത്തരം ഏതൊരു പ്രശ്നവും നിർധാരണം ചെയ്യ തുടങ്ങുന്നതിനു മുമ്പായി അതിന്റെ ഒരു "സ്വതന്ത്രവസ്തുചിത്രം" വരയ്ക്കുന്നതു നന്നായിരിക്കും. പല സങ്കീർണപ്രശ്നങ്ങളിലു മറ്റേതൊരപഗ്രഥനരീതിയേക്കാളും ഗ്രാഫികരീതിയായിരിക്കും എളുപ്പം. മാത്രമല്ല, സമയലാഭത്തിനുവേണ്ടി പലപ്പോഴും എൻജിനീയർമാർക്കു് പല പ്രശ്നങ്ങളും ഗ്രാഫികരീതിയിൽ നിർധാരണം ചെയ്യേണ്ടിവരുകയും ചെയ്യും.

നാം ഇതുവരെ പ്രതിപാദിച്ച പ്രശ്നങ്ങളിലെല്ലാം വസ്തുവിന്മേൽ ഏകതലീയസംഗാമീബലങ്ങൾ മാത്രമേ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ടുള്ളൂ. അതായതു് ഇവയിലെല്ലാം ബലങ്ങൾ ഒരേ തലത്തിൽ വർത്തിക്കുന്നവയും ഒരു പൊതു ബിന്ദുവിൽക്കൂടി കടന്നുപോകുന്നവയുമാണു്.

ഒരു ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണം

ഒരു ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ചു് ഒരു ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണം, ആ ബിന്ദുവിൽനിന്നു് ബലത്തിന്റെ പ്രയോഗദിശയിലേയ്ക്കുള്ള ലംബദൂരം കൊണ്ടു് ആ ബലത്തെ ഗുണിച്ചു കിട്ടുന്ന ഗുണനഫലത്തിനു തുല്യമാണു്. ഈ ലംബദൂരത്തെ ബലഭുജം എന്നും ആ ബിന്ദുവിനെ ആഘൂർണകേന്ദ്രം എന്നും വിളിക്കുന്നു.

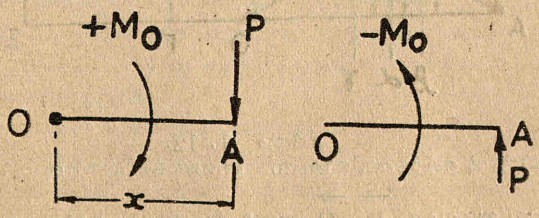
ചിത്രം 1.10–ൽ A എന്നതു് P എന്ന ബലത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദുവാണെന്നു സങ്കല്പിക്കുക. O എന്ന ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ചു് ഈ ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണമാണു് കണ്ടുപിടിക്കേണ്ടതു്. O–യിൽ നിന്നു് ബലത്തിന്റെ പ്രയോഗദിശയി



ചിത്രം 1.10

ലേക്കു് OA എന്ന ലംബം വരയ്ക്കുക. OA = X ആണെങ്കിൽ, O-യിനെ അപേക്ഷിച്ചു് P എന്ന ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണം, $M_0 = P.X$ എന്നെഴുതുന്നു. ഇവിടെ O എന്ന ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ചുള്ള ആഘൂർണം എന്നതാണു് M_0 സൂചിപ്പിക്കുന്നതു്.

ആഘൂർണം ബലത്തെപ്പോലെ ഒരു സദിശരാശിയാണു്, എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ അതിനു് പരിമാണവും ദിശയുമുണ്ടു്. മേൽകൊടുത്തിട്ടുള്ള ചിത്രത്തിൽ O യിനെ അപേക്ഷിച്ചു് P എന്ന ബലം ഒരു പ്രഭക്ഷിണ ആഘൂർണമാണു് ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. ഇതു് വളഞ്ഞ ഒരു അമ്പടയാളമിട്ടു് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. P എന്ന ബലത്തിന്റെ പ്രവർത്തനഫലമായി OA രേഖയുടെ O എന്ന ബിന്ദുവിനെ ആധാരമാക്കി തിരിയാനുള്ള പ്രവണത എപ്രകാരമെന്നു് ആലോചിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഇതു് എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാകും. ചിത്രം 1.11-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു നോക്കുക. പ്രഭക്ഷിണ ആഘൂർണം ധനാത്മകമാണെന്നു സങ്കല്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ അപ്രഭക്ഷിണ ആഘൂർണം ഋണാത്മകമായി കരുതണം.



ചിത്രം 1.11.

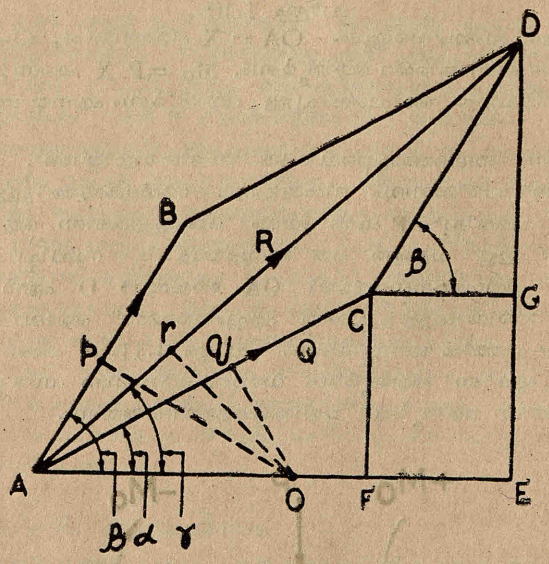
ഒരു ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ചു് ഒരു ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണമെന്നതു്, ആ ബിന്ദുവും ബലവും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന തലത്തിനു് ലംബമായി ബിന്ദുവിൽ കൂടി കടന്നു

പോകുന്ന അക്ഷത്തെ അപേക്ഷിച്ചുള്ള ആഘൂർണം തന്നെയാണ്.

ആഘൂർണം ബലത്തിന്റേയും ദൂരത്തിന്റേയും ഗുണനഫലം ആയതുകൊണ്ട് അതിന്റെ മാത്ര കിലോ ഗ്രാം മീറർ അല്ലെങ്കിൽ കിലോ ഗ്രാം മില്ലീമീറർ .....എന്നിങ്ങനെ ആയിരിക്കും.

തുല്യപരിമാണമുള്ളതും വിപരീതദിശയിൽ വർത്തിക്കുന്നതുമായ രണ്ടു സമാന്തരബലങ്ങൾ ഒരു വസ്തുവിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ അവ ഒരു ബലയുഗ്മം ഉണ്ടാക്കുന്നുവെന്നു പറയാം. ഈ സമാന്തരബലങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ലംബദൂരംകൊണ്ട് ബലത്തിന്റെ പരിമാണത്തെ ഗുണിച്ചാണ് ആഘൂർണം കണക്കാക്കുന്നത്.

O എന്ന ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് P എന്ന ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണം $M_o = P \cdot X$ ആയതിനാൽ, X പൂജ്യമാകുമ്പോൾ, അതായത് O-യും A-യും ഒരുമിച്ചു ചേരുമ്പോൾ M_o പൂജ്യമായിരിക്കും. മറെറാരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, ഒരു ബലത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് അതിന്റെ ആഘൂർണം പൂജ്യമായിരിക്കും.



ചിത്രം 1. 12.

ചിത്രം 1–12–ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ബലങ്ങളും പരിശോധിക്കാം. ഇതിൽ $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ എന്നിവ യഥാക്രമം P, Q എന്നീ ബലങ്ങളെ കുറിയ്ക്കുന്നു. ഇവ AE രേഖയുമായി യഥാക്രമം β, α എന്നീ കോണങ്ങളും ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഒരേ തലത്തിലുള്ളവയും A എന്ന ബിന്ദുവിൽ സന്ധിക്കുന്നവയുമാണ് ഈ ബലങ്ങളും. BACD എന്ന സമാന്തരചതുർഭുജം പൂർത്തിയാക്കുക. അതിന്റെ AD എന്ന കർണ്ണം

$\vec{P}$, $\vec{Q}$ എന്നീ ബലങ്ങളുടെ പരിണതത്തെ കുറിക്കുന്നു. ഈ പരിണതം AE യുമായി γ എന്ന കോണം ഉണ്ടാക്കുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ. O എന്ന ബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള, ഈ ബലങ്ങളുടെ ആഘൂർണം കാണുന്നതിനുവേണ്ടി AB, AC, AD എന്നിവയ്ക്കു ലംബമായി യഥാക്രമം Op, Oq, Or എന്നീ രേഖകൾ വരയ്ക്കുക.

$$M_o = [\vec{P}.\, Op + \vec{Q}.\, Oq]$$
$$= [\vec{AB}.\, Op + \vec{AC}.\, Oq]$$
$$= [\vec{AB} \times AO \sin \beta + AC \times \vec{AO} \sin \alpha]$$

(Op = AO. Sin β– യും Oq = AO Sin α യും ആയതുകൊണ്ട്)

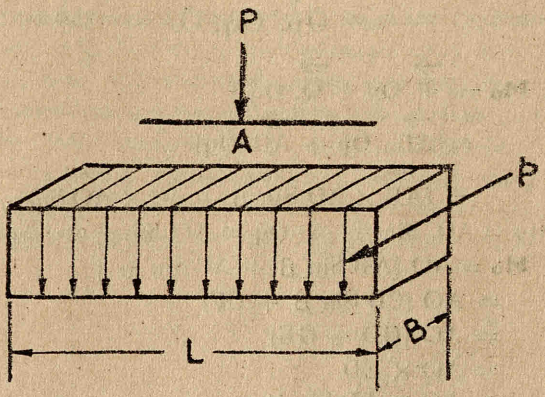
$$\therefore M_o = AO\,[AB \sin \beta + AC \sin \alpha]$$
$$= AO\,(CD \sin \beta + CF)$$
$$= AO\,(GD + GE)$$
$$= AO \times ED$$
$$= AO \times AD \sin \gamma$$
$$= AD \times AO \sin \gamma$$
$$= \vec{R} \times AO \sin \gamma$$
$$= \vec{R} \times Or$$

$$\therefore M_o = \vec{P}.\, Op + \vec{Q}.\, Oq = \vec{R}.\, Or$$

ഏകതലീയസംഗാമീബലങ്ങളുടെ അതേ തലത്തിലുള്ള ഏതെങ്കിലുമൊരു ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് അവയുടെ ആഘൂർണം അതേ ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ച ആ ബലങ്ങളുടെ പരിണതത്തിന്റെ ആഘൂർണത്തിനു തുല്യമായിരിക്കും. വാരിഗ്നോനിന്റെ ആഘൂർണനിയമം എന്ന പേരിലാണ് ഈ നിയമം അറിയപ്പെടുന്നത്. സമാന്തരബലങ്ങളുടെ കാര്യത്തിലും ഇതു ശരിയാണ്. എൻജിനീയറിങ്ങിലുള്ള പല വിഷമം പിടിച്ച പ്രശ്നങ്ങളും നിർധാരണം ചെയ്യുന്നതിനു ഈ നിയമം പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

ബലങ്ങളെ അവയുടെ പ്രയോഗസ്വഭാവത്തിനനുസരിച്ച് രണ്ടായി തരം തിരിക്കാം. ഒരു ബലത്തിനു കേന്ദ്രീകൃതപ്രയോഗബിന്ദുവാണുള്ളതെങ്കിൽ ആ ബലത്തെ കേന്ദ്രീകൃതബലം എന്നു പറയുന്നു. എന്നാൽ പ്രയോഗസ്ഥലം ഒരു ബിന്ദുവല്ല, വിസ്തൃതമായ ഒരു പ്രദേശമാണെങ്കിൽ അത്തരം ബലത്തെ വിതരിതബലം എന്നു വിളിക്കുന്നു. എൻജിനീയറിങ്ങിൽ നാം സാധാരണയായി കേന്ദ്രീകൃതഭാരം, വിതരിതഭാരം എന്നീ പദങ്ങളും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. ഭാരം എന്നതു ബലമാണെന്നു സ്പഷ്ടമാണ്. കേന്ദ്രീകൃതഭാരത്തെ P, W എന്നീ അക്ഷരങ്ങൾകൊ

ണ്ടാണ് സാധാരണ സൂചിപ്പിക്കാറ്. എന്നാൽ വിതരിതഭാരത്തെ ഒരു മാത്ര നീളത്തിനു് P, അഥവാ ഒരു മാത്ര നീളത്തിനു W എന്നിങ്ങനെയാണ് പറയാറ്. ചിത്രം 1.13 നോക്കുക. ആദ്യത്തെ സന്ദർഭത്തിൽ P എന്ന ബലം A എന്നൊരു



ചിത്രം 1.13

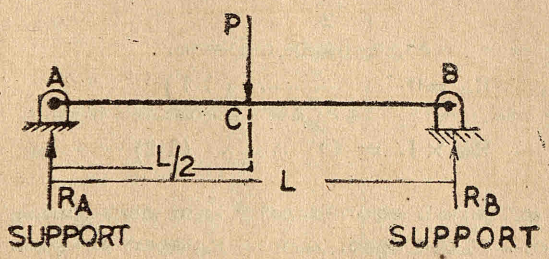
ബിന്ദുവിന്മേലാണ് പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ടന്നതു്. A യ്ക്കു പകരം L × B വിസ്തീർണമുള്ള ഒരു തലത്തിലാണ് അതു പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ടന്നതെങ്കിൽ ഒരു മാത്ര വിസ്തീർണത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഭാരം കുറഞ്ഞിരിക്കും. അതു് p യായിരിക്കും. ഇവിടെ $p = \frac{P}{L \times B}$ ആണ്. നീളം L–നെ അപേക്ഷിച്ചു് വീതി B വളരെ കുറവാണെങ്കിൽ അതായതു് $B = 1$ എന്നെടുക്കുന്നതു് ന്യായീകരിക്കാവുന്നതാണെങ്കിൽ നാം $P = \frac{P}{L}$ ആണെന്നു പറയുന്നു. മറെറാരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, നീളം L–ം വീതി ഒന്നും ആയിട്ടുള്ള ഒരു തുലാത്തിന്മേൽ വിതരിതഭാരം ഒരു മാത്ര നീളത്തിനു് p ആണെന്നു പറയുമ്പോൾ P എന്നതു് $p \times L$ ആയിരിക്കും.

വീടിനെ അല്ലെങ്കിൽ മറെറ സംരചനാഭാഗങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചു എൻജിനീയറിങ്ങ് പ്രശ്നങ്ങളിൽ നാം ഇത്തരം ഭാരം ചുമത്തൽ കണ്ടുവരുന്നു.

ഭാരം താങ്ങാനുദ്ദേശിച്ചിട്ടുള്ളവയാണ് തുലാങ്ങൾ. എന്നാൽ തുലാം തന്നെ ഭിത്തിയിലോ, തൂണുകളിലോ അഥവാ മറെറ വല്ല ഊന്നുകളിലോ താങ്ങിനിർത്തേണ്ടിവരുന്നു. ഇപ്രകാരം ആധാരങ്ങളിൽ താങ്ങിനിർത്തുന്ന ഒരു തുലാമാണ് പാലം. ഇവിടെ ആധാരങ്ങളാം പാലത്തിന്റെ തൂണുകളായിരിക്കും. അവ കോൺക്രീറു കൊണ്ടോ ഉരുക്കുകൊണ്ടോ നിർമിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെയുള്ള ഒരു റെയിൽവേ പാലത്തിന്മേൽ വരുന്ന ഭാരം അതിന്മേൽക്കൂടി ഓടുന്ന വണ്ടിയുടെയും ആളുകളുടേയും ഭാരവും പാലത്തിന്റെ ജഡഭാരവും ചേർന്നുള്ളതാണ്.

പാലത്തിന്മേൽ വരുന്ന ഈ ഭാരം അവസാനമായി അസ്ഥിവാരത്തിലേക്കോ നദിയുടെ അടിത്തട്ടിലേക്കോ പ്രേഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

ഇങ്ങിനെയൊരു തൂലാം രണ്ടു തൂണുകളിന്മേൽ താങ്ങി നിർത്തുകയാണെങ്കിൽ അതിനെ സരളാധാരിതതൂലാം എന്നു നാം വിളിക്കുന്നു. ചിത്രം 1.14 ൽ A യിലും B യിലും ഓരോ ഊന്നുകളോടുകൂടിയ AB എന്ന തൂലാം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

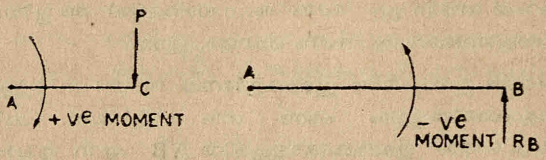


ചിത്രം 1.14.

ഈ തൂലാത്തിന്റെ മധ്യബിന്ദുവായ C യിൽ ഒരു കേന്ദ്രീകൃതഭാരം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. A– യ്ക്കും B– യ്ക്കും ഇടയിലുള്ള തൂലാത്തിന്റെ നീളത്തിനു് സ്പാൻ എന്നു പറയും. ഇവിടെ A, B എന്നീ ആധാരങ്ങൾ P എന്ന ഭാരത്തെ വഹിക്കേണ്ടതായി വരുന്നു. അതുകൊണ്ടു് അവയിൽ യഥാക്രമം R_A, R_B എന്നീ പ്രതിക്രിയകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ചിത്രത്തിൽ അമ്പടയാളം കൊണ്ടു് കാണിച്ചിരിക്കുന്നവിധം ഈ പ്രതിക്രിയകൾ മേലോട്ടാണു് പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്. AB, AC എന്നീ ദൂരങ്ങളും P യുടെ മൂല്യവും നമുക്കു് അറിയാമെന്നിരിക്കട്ടെ. എന്നാൽ R_A, R_B എന്നീ പ്രതിക്രിയകൾ കണ്ടുപിടിക്കാം.

രണ്ടു അജ്ഞാതരാശികൾ കണ്ടുപിടിക്കണമെങ്കിൽ രണ്ടു ഏകകാലികസമീകരണങ്ങൾ കിട്ടിയിരിക്കണമെന്നു് ബീജഗണിതത്തിൽ നാം പഠിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഇവിടെയും അതുപോലെ R_A, R_B എന്നീ അജ്ഞാതരാശികൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനു് രണ്ടു സമീകരണങ്ങൾ ആവശ്യമാണു്. ബലങ്ങളുടെ സമതുലിതാവസ്ഥ പരിഗണിക്കുമ്പോൾ ഒരു സമീകരണം ലഭിക്കുന്നു. സമതുലിതാവസ്ഥയിൽ എല്ലാ ബലങ്ങളുടേയും ക്ഷടി ബീജീയ തുക പൂജ്യമായിരിക്കുമെന്നു് നമുക്കറിയാം.

ആഘൂർണങ്ങളുടെ അവസ്ഥയിൽ നിന്നുമാണു് രണ്ടാമത്തെ സമീകരണം ലഭിക്കുന്നതു്. ബലങ്ങളുടെ അതേ തലത്തിലുള്ള ഏതെങ്കിലുമൊരു ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ചു് എല്ലാ ബലങ്ങളുടെയും ആഘൂർണങ്ങളുടെ ബീജീയതുക പൂജ്യമായിരിക്കും.



ചിത്രം 1·14·1

ചിത്രത്തിൽ $AB = L$, $AC = \frac{L}{2}$ ആണെങ്കിൽ മേൽപറഞ്ഞ കാര്യങ്ങളിൽ നിന്നും താഴെപ്പറയുന്ന സമീകരണങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു.

$$P - R_A - R_B = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1{\cdot}1)$$

A യിനെ അപേക്ഷിച്ച് ആഘൂർണം കണക്കാക്കുമ്പോൾ

$$P \times \frac{L}{2} - R_B \times L = O \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1{\cdot}2)$$

A എന്ന ബിന്ദുവിനെ ആധാരമാക്കി P എന്ന ബലം തുലാത്തിനെ പ്രഭക്ഷിണ ദിശയിൽ തിരിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. എന്നാൽ R_B അതേ ബിന്ദുവിനെ ആധാരമാക്കി തുലാത്തിനെ അപ്രഭക്ഷിണദിശയിലാണ് തിരിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നത്. പ്രഭക്ഷിണ ആഘൂർണത്തെ ധനാത്മകമായും അപ്രദിക്ഷണ ആഘൂർണത്തെ ഋണാത്മകമായും എടുത്താണ് മേൽകൊടുത്ത സമീകരണങ്ങൾ എഴുതിയിട്ടുള്ളത്. അതുപോലെ തന്നെ സമീകരണം (1·1) എഴുതുമ്പോൾ താഴോട്ട പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലങ്ങളെ ധനാത്മകമായും വിപരീതദിശയിലുള്ളവയെ ഋണാത്മകമായും കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു.

സമീകരണം (1·2) ൽ നിന്നും

$R_B = \frac{P}{2}$ എന്നു ലഭിക്കുന്നു.

R_B യുടെ ഈ മൂല്യം സമീകരണം (1·1) ൽ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ

$R_A = \frac{P}{2}$ എന്നു കിട്ടുന്നു.

ഇങ്ങനെയുള്ള ഒരു പ്രശ്നം നിർധാരണം ചെയ്യുമ്പോൾ പ്രതിക്രിയയുടെ മൂല്യം ഋണാത്മകമാണെന്നാണ് ലഭിക്കുന്നതെങ്കിൽ അതിന്റെ അർത്ഥം പ്രതിക്രിയ ചിത്രത്തിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതിന്റെ എതിർദിശയിലാണ് വർത്തിക്കുന്നതെന്നാണ്. അതായത് മുകളിലേക്കു പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനു പകരം പ്രതിക്രിയ താഴോട്ടായിരിക്കും പ്രവർത്തിക്കുക.

ഇവിടെ P ഒരു കേന്ദ്രീകൃതഭാരമാണ്. അതിനു പകരം ഒരു വിതരിതഭാരമാണ് ഉള്ളതെങ്കിൽ അത്തരം ഒരു പ്രശ്നം നിർധാരണം ചെയ്യുന്നതിനുള്ള ഏറ്റവും എളുപ്പമാർഗം വിതരിതഭാരത്തിന്റെ അതേ ഫലം ഉളവാക്കുന്ന കേന്ദ്രീകൃതഭാരത്തോടുകൂടി ഒരു തുല്യമാനചിത്രം ഉണ്ടാക്കുകയാണ്. ചിത്രം 1·14·2-ൽ ഇപ്രകാരമുള്ള തുല്യമാനചിത്രം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

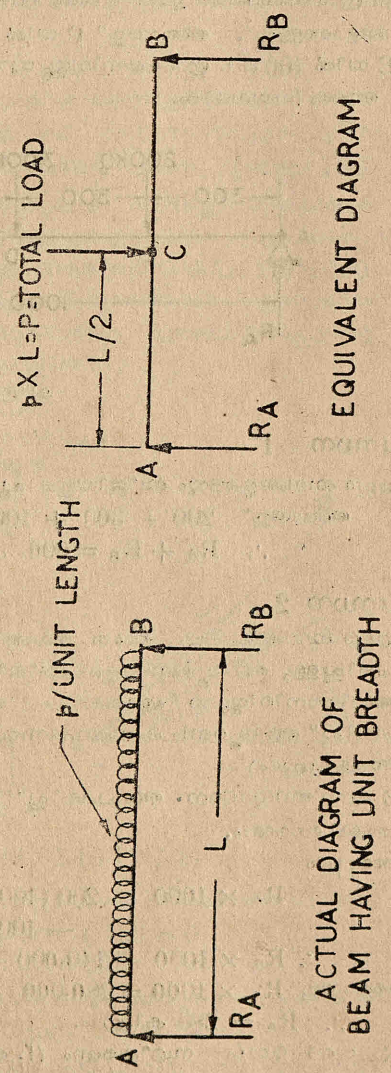
ഇതിനു ശേഷമുള്ള നടപടിക്രമം മുൻ ഉദാഹരണത്തിൽ വിവരിച്ചതു പോലെതന്നെയാണ്. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചില പ്രശ്നങ്ങളും നിർധാരണം ചെയ്തിരിക്കുന്ന വിധം ഈ ആശയം കൂടുതൽ സ്പഷ്ടമാക്കുന്നതാണ്.

ഇതു വരെ പറഞ്ഞു പോന്ന ബലരൂപകോണം ഉപയോഗിച്ചുള്ള നിർധാരണരീതിയിൽ ചില പരിമിതികളെല്ലാമുണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിന്, ഒരു വസ്തുവിനെ സമതുലിതാവസ്ഥയിൽ നിർത്തുന്ന പരസ്പരം സമാന്തരങ്ങളായ മൂന്നു ബലങ്ങളാണ് ഉള്ളതെങ്കിൽ ഈ രീതി ഉപയോഗിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. ചില കണക്കുകളും ചെയ്താൽ ഇതെല്ലാം വ്യക്തമാകും.

കണക്ക് 1

1000 മി.മി. നീളമുള്ള ഒരു തുലാം അതിന്റെ രണ്ടറ്റത്തും താങ്ങി നിർത്തിയിരിക്കുന്നു. അതിനു മുകളിൽ 200, 300, 100 കിലോഗ്രാം വീതമുള്ള മൂന്നു ഭാരങ്ങളും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. അവ തമ്മിലുള്ള അകലം ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. തുലാത്തിന്റെ ഭാരം കണക്കിലെടുക്കാതെ, ആധാരങ്ങളിലുള്ള പ്രതിക്രിയകളും കണ്ടു പിടിക്കുക.

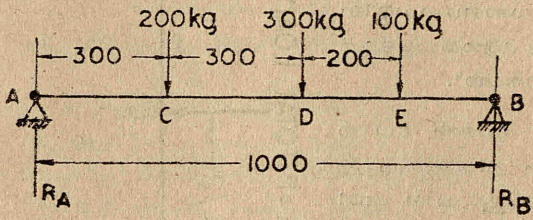
ചിത്രം (1·15)



ചിത്രം 1·11.2

ചെയ്യൽ

ഈ പ്രശ്നത്തിന്റെ ഉത്തരം കണ്ടുപിടിക്കുക വളരെ ഏളുപ്പമാണ്. അതുകൊ 5 ബലങ്ങളാണുള്ളതു്. അതായതു് C യിൽ 200 കി. ഗ്രാം, D യിൽ 300 കി. ഗ്രാം, E യിൽ 100 കി. ഗ്രാം എന്നിവയുടെ പുറമേ R_A , R_B എന്നീ പ്രതിക്രിയകളും ചേർന്നു് അതുകൊ 5 ബലങ്ങൾ.



ചിത്രം 1.15

നിബന്ധന 1

എല്ലാ ബലങ്ങളുടെയും ബീജീയതുക പൂജ്യമായിരിക്കും.

അതായതു് $200 + 300 + 100 - R_A - R_B = 0.$

$\therefore \quad R_A + R_B = 600$ ..... (i)

നിബന്ധന 2

എല്ലാ ബലങ്ങളുടെയും, അതേ തലത്തിലുള്ള ഏതെങ്കിലുമൊരു ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ചുള്ള, ആഘൂർണങ്ങളുടെ ബീജീയതുക പൂജ്യമായിരിക്കും.

(അറിയാനിരിയ്ക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും ബലത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ചു് ആഘൂർണം കണക്കാക്കുന്നതായിരിക്കും ഇങ്ങനെയുള്ള സന്ദർഭങ്ങളിൽ സൗകര്യപ്രദം)

B എന്ന ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ചു് എല്ലാ ബലങ്ങളുടെയും ആഘൂർണം കണക്കാക്കി നോക്കാം.

അപ്പോൾ

$$R_A \times 1000 - 200\,(1000 - 300) - 300\,(1000 - 600) - 100\,(1000 - 800) = 0 \quad \ldots (ii)$$

$$\therefore R_A \times 1000 - 140{,}000 - 120{,}000 - 20{,}000 = 0$$

അതായതു് $R_A \times 1000 = 280{,}000$

$\therefore \quad R_A = 280$ കി.ഗ്രാം.

R_A യുടെ മൂല്യം സമീകരണം (i) ൽ കൊടുക്കുമ്പോൾ മറ്റേ അജ്ഞാതരാശിയായ R_B യുടെ മൂല്യം കിട്ടുന്നു.

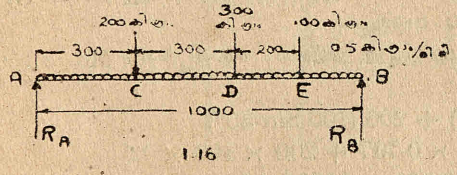
$R_B = 600 - R_A = 600 - 280 = 320$ കി. ഗ്രാം

R_A, R_B ഇവയുടെ ചിഹ്നം ധനാത്മകമായതു കൊണ്ടു് അവ രണ്ടും മേലോട്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെന്നു് ചിത്രത്തിൽ സങ്കല്പിച്ചിരിക്കുന്നതു് ശരിയാണു്.

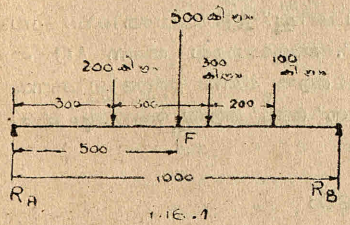
കണക്കു് 2

മേൽകൊടുത്തിരിക്കുന്ന പ്രശ്നത്തിൽ തന്നെ തുലാത്തിന്റെ ഓരോ മി. മീ. നീളത്തിലും 0.5 കി. ഗ്രാം വീതമുള്ള ഒരു വിതരിതഭാരം കൂടി കൂട്ടുതലായുണ്ടെങ്കിൽ, R_A, R_B എന്നീ പ്രതിക്രിയകളും കണ്ടുപിടിക്കുക. (ചിത്രം 1.16)

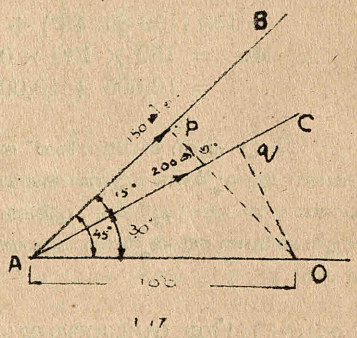
ഈ കണക്കു് ചെയ്യുന്നതിനു് ആദ്യമായി വേണ്ടതു് വിതരിത ഭാരത്തിനു തുല്യമായ കേന്ദ്രീകൃതഭാരം കാണിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു തുല്യമാന ചിത്രം വരയ്ക്കുകയാണു്. മി. മീറ്ററിനു് 0.5 കി. ഗ്രാം വീതമുള്ള വിതരിതഭാരം $0.5 \times 1000 = 500$ കി. ഗ്രാം ഉള്ള ഒരു കേന്ദ്രീകൃതഭാരത്തിനു തുല്യമായി കണക്കാക്കാം. തുലാത്തിന്റെ മധ്യബിന്ദുവിലാണു് ഈ കേന്ദ്രീകൃതതുല്യമാനഭാരം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്. ആ ബിന്ദു ചിത്രത്തിൽ F എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



1.16



1.16.1



1.17

ചിത്രം 1.16 1.16.1 1.17

ഇനി ഇതു് കണക്കു് 1 ൽ ചെയ്തതുപോലെ നിർധാരണം ചെയ്യാം.

$$-R_A - R_B + 200 + 500 + 300 + 100 = 0$$

അതായതു് $R_A + R_B = 1100$ . . . . (i)

B യിനെ അപേക്ഷിച്ചു് എല്ലാ ബലങ്ങളുടേയും ആഘൂർണം കണക്കാക്കുമ്പോൾ

$$R_A \times 1000 - 200\,(1000 - 300) - 500\,(500) + 300\,(1000 - 600) - 100\,(1000 - 800) = 0 \text{ . . . . (ii)}$$

ie. $R_A \times 1000 = 140{,}000 + 250{,}000 + 120{,}000 + 20{,}000$

$= 530{,}000$

$\therefore R_A = 530$ കി.ഗ്രാം.

സമീകരണം (i) – ൽ R_A യ്ക്ക് ഈ മൂല്യം കൊടുക്കുമ്പോൾ

$R_B = 1100 - 530 = 570$ കി.ഗ്രാം.

[കുറിപ്പ് :— ഇവിടെ ചെയ്തിട്ടുള്ള രണ്ടു കണക്കുകളും മാതൃക മാത്രമാണ്. വിദ്യാർഥികളും ഇത്തരം കണക്കുകളും കഴിയുന്നത്ര കൂടുതൽ ചെയ്തു പരിശീലിക്കണം].

കണക്ക് 3

ചിത്രം 1.17 ൽ 150, 200 കിലോഗ്രാം വീതമുള്ള രണ്ടു ഏകതലീയ സംഗാമി ബലങ്ങളും പരസ്പരം 15° കോണത്തിൽ സന്ധിക്കുന്നതായി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അതേ തലത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന O എന്ന ബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കി ഈ ബലങ്ങളുടെ ആഘൂർണം കണക്കാക്കുക.

ഈ കണക്ക് ചെയ്യാൻ O–യിൽ നിന്നും AB രേഖയിലേക്കുള്ള ലംബം OPയും OC രേഖയിലേക്കുള്ള ലംബം OQ വും വരയ്ക്കുക.

O എന്ന ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ചുള്ള ആകെ ആഘൂർണം $Mo = 150 \times OP + 200 \times OQ$

$= 150\ (100 \sin 45°) + 200\ (100 \sin 30°)$

$\therefore \quad Mo = 150 \times 100 \times 0.707 + 200 \times 100 \times 0.5$

$= 10{,}605 + 10{,}000 = 20605$ കി. ഗ്രാം മി.മീ.

[കുറിപ്പ്:— O എന്ന ബിന്ദുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് $\overrightarrow{AB}$ ബലത്തിന്റെ ഫലം ഒരു പ്രഭക്ഷിണ ആഘൂർണം ഉണ്ടാക്കുകയാണ്. അതുപോലെ തന്നെ AC ബലവും O–യിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഒരു പ്രഭക്ഷിണ ആഘൂർണം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് പരിണത ആഘൂർണം കാണുന്നതിനു രണ്ടു ആഘൂർണങ്ങളും കൂടി കൂട്ടിയാൽ മതി.]

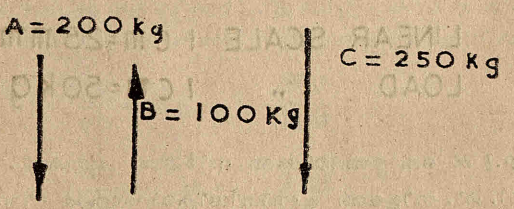
1.7 ഏകതലീയ സമാന്തരബലങ്ങൾ

ബലങ്ങൾ ഏകതലീയവും സമാന്തരവുമാണെങ്കിൽ, അതായത്, അവ ഒരേ തലത്തിൽ പരസ്പരം സമാന്തരമായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നവയാണെങ്കിൽ, അവയെ അപഗ്രഥനരീതിയിലോ ഗ്രാഫികരീതിയിലോ സംയോജിപ്പിച്ച് ഒരു പരിണത ബലമാക്കി തീർക്കാം. ഈ പരിണതബലത്തിന്റെ പരിമാണം മുൻപു വിവരിച്ച പ്രകാരം വളരെ എളുപ്പത്തിൽ കണ്ടുപിടിക്കാം. എന്നാൽ ഇതിന്റെ ദിശയോ കൃത്യമായി പ്രയോഗബിന്ദുവോ കണ്ടുപിടിക്കുക പ്രയാസമാണ്.

സാധാരണയായി വരുന്ന പല സന്ദർഭങ്ങളിലും ചില സമാന്തരബലങ്ങൾ നേരെ താഴോട്ടും മറ്റു ചിലവ നേരെ മേലോട്ടുമാണ് പ്രവർത്തിക്കുക. അങ്ങിനെയുള്ള അവസരത്തിൽ ബലപരിമാണങ്ങളുടെ തുക കാണുമ്പോൾ നാം ഒരു പ്രത്യേക കീഴ്വഴക്കം പിൻതുടരുന്നതു നന്നായിരിക്കും. ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ കൂത്തനെ

കീഴ്പോട്ട് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങളെ ധനാത്മകമായും മുകളിലോട്ടുള്ള വയെ ഋണാത്മകമായും കരുതിയാൽ മതി. അപ്പോൾ കിട്ടുന്ന പരിണതബലം ധനാത്മകമോ ഋണാത്മകമോ ആകാം. ധനാത്മകമായിരുന്നാൽ അതു താഴോട്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെന്നും ഋണാത്മകമാണെങ്കിൽ മുകളിലോട്ടാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നതെന്നും മനസ്സിലാക്കിയാൽ മതി.

ചിത്രം 1.18–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ യഥാക്രമം 200, 100, 250 കി. ഗ്രാം വീതമുള്ള A, B, C എന്നീ മൂന്നു സമാന്തരബലങ്ങളും ഉണ്ടെന്നു വിചാരിക്കുക. അവയോരോന്നിന്റെയും ദിശ ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇവയുടെ പരിണതം ബീജീയമായി എല്ലാ ബലങ്ങളും കൂട്ടിയാൽ കിട്ടുന്ന തുകയ്ക്കു തുല്യമായിരിക്കും. മേൽ വിവരിച്ച കീഴ്വഴക്കമനുസരിച്ചുള്ള ചിഹ്നങ്ങളും കൊടുത്തുകൊണ്ട് അവയെല്ലാം കൂടി കൂട്ടുമ്പോൾ



ചിത്രം 1.18.

$$R = +200 - 100 + 250 = +350 \text{ കി. ഗ്രാം.}$$

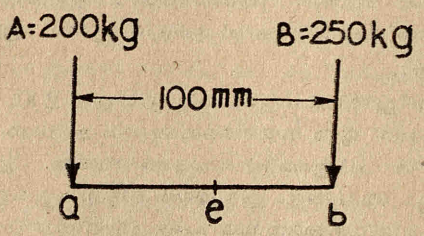
പരിണതത്തിന്റെ ചിഹ്നം ധനാത്മകമായതിനാൽ അതു താഴോട്ടായിരിക്കും പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്. മാത്രമല്ല, A, B, C എന്നിവയ്ക്കു സമാന്തരമായിട്ടാണ് ഈ പരിണതബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നതെന്നു നമുക്കറിയാം. എന്നാൽ ഈ പരിണതം കൃത്യമായി എതു ബിന്ദുവിലാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്? അതു് ഇതുവരെയും പറയാറായിട്ടില്ല. ഒരു ബലത്തിനു മൂന്നു പ്രധാന അടിസ്ഥാനഗുണങ്ങളുണ്ടെന്നു് നാം നേരത്തെ കണ്ടുകഴിഞ്ഞു അതായതു് (1) പരിമാണം (2) ദിശ (3) പ്രയോഗബിന്ദു എന്നിവ. ഈ സന്ദർഭത്തിൽ പരിണതത്തിന്റെ പരിമാണം 350 കി. ഗ്രാം ആണു്. അതിന്റെ പ്രയോഗദിശ താഴോട്ടാണെന്നും നാം മനസ്സിലാക്കിക്കഴിഞ്ഞു.

ബലത്തിന്റെ മൂന്നാമത്തെ ഗുണമായ പ്രയോഗബിന്ദു അറിയണമെങ്കിൽ A, B, C എന്നിവ തമ്മിലുള്ള ലംബദൂരം തന്നിരിക്കണം. പരിണതബലത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദു അപഗ്രഥനരീതിയിലോ ഗ്രാഫിക രീതിയിലോ കണ്ടുപിടിക്കാം. രണ്ടാമത്തേതാണു് എളുപ്പമാർഗം. താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്ന രണ്ടുദാഹരണങ്ങളിൽ നിന്നും ഇതു് മനസ്സിലാക്കാം.

സന്ദർഭം 1

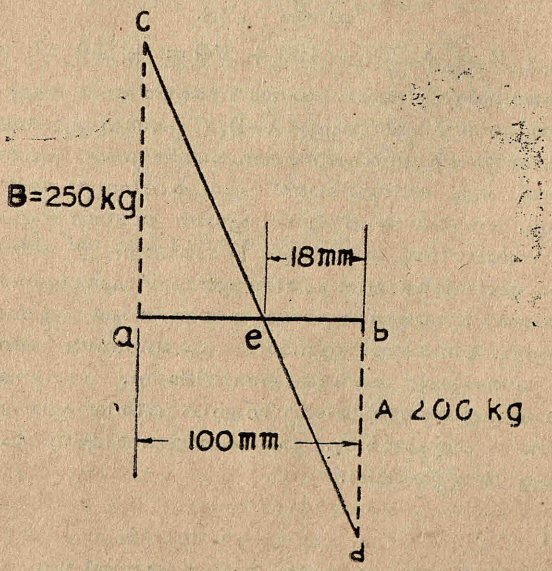
രണ്ടു സമാന്തരബലങ്ങളും കൂത്തനെ താഴോട്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇവയുടെ പരി

മാണം, ദിശ, അവ തമ്മിലുള്ള ദൂരം എന്നിവ ചിത്രം 1.19 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ഇവയുടെ പരിണതത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദു കണ്ടുപിടിക്കണം.



LINEAR SCALE 1 Cm=25 mm
LOAD „ 1 Cm=50kg ചിത്രം 1.19

ചിത്രം 1.19.1 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന നിർമിതി നോക്കുക. ഒരു പ്രത്യേക തോതിൽ 100 മി. മീ. നീളത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കത്തക്ക രീതിയിൽ ab എന്ന



ചിത്രം 1.19.1

$\rightarrow$

രേഖ വരയ്ക്കുക. a യിൽ ക്രടി B എന്ന ബലം ഒരു നിശ്ചിത തോതിൽ സൂചിപ്പിക്കത്തക്കവണ്ണം ac എന്ന ലംബം വരയ്ക്കുക. b എന്ന ബിന്ദുവിൽ ക്രടി ലംബമായി താഴോട്ട് ഒരു രേഖ വരച്ച് മുൻ തോതിൽ തന്നെ ഭാരം $A = 200$ കി. ഗ്രാം. പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതിനായി bd അടയാളപ്പെടുത്തുക. ab യെ e എന്ന ബിന്ദുവിൽ ഖണ്ഡിക്കത്തക്കവണ്ണം cd യോജിപ്പിക്കുക. e എന്ന ഈ ബിന്ദുവിൽക്രടിയായിരിക്കും പരിണതബലമായ 450 കി.ഗ്രാം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. eb നീളം അളന്ന് അതിനെ ദൈർഘ്യതോതു കൊണ്ട് ഗുണിച്ചാൽ പരിണതബലത്തിന്റെ പ്രവർത്തനബിന്ദുവിലേയ്ക്ക b യിൽ നിന്നുമുള്ള യഥാർഥദൂരം ലഭിക്കും.

അപഗ്രഥനരീതിയിലാണെങ്കിൽ ഈ ദൂരം താഴെ പറയും പ്രകാരം കണ്ടുപിടിക്കാം. A, B എന്നിവയുടെ പരിണതം ചിത്രം 1.19 ലെ e എന്ന ബിന്ദുവിൽ ക്രടി പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെന്ന സങ്കല്പിക്കുക. a യിൽ നിന്നോ b യിൽ നിന്നോ e യിലേക്കുള്ള അകലം ബലങ്ങളുടെ വിപരീതാനുപാതത്തിലായിരിക്കും.

അതായത് $\frac{ae}{eb} = \frac{250}{200}$

$\therefore \quad \frac{ae}{eb} = 1.25$

ie. $ae = 1.25 \times (eb)$

എന്നാൽ $ab = ac + eb = 1.25\ eb + eb = 2.25\ eb$

യഥാർഥത്തിൽ $ab = 100$ മി. മീ.

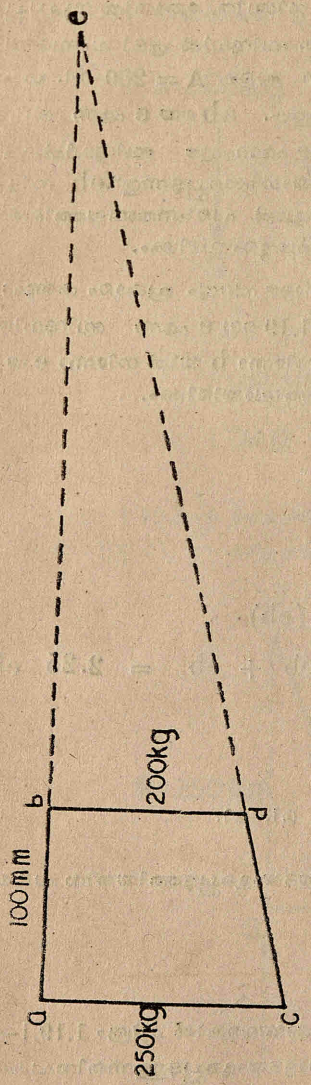
$\therefore \quad 2.25\ eb = 100$

$\therefore \quad eb = \frac{100}{2.25} = 44.4$ മി. മീ.

(കുറിപ്പ്:—ചിത്രം 1.19.1.18ൽ mm എന്ന് അടയാളപ്പെടുത്തിയതിനു പകരം 44.4 മി. മീ. എന്നു വായിക്കുക.)

സന്ദർഭം 2

ബലം B വിപരീത ദിശയിലാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്കിൽ ചിത്രം 1.19.1–ൽ താഴെപ്പറയുന്ന മാറ്റം വരുത്തണം. ac മുകളിലോട്ടടയാളപ്പെടുത്തുന്നതിനുപകരം താഴോട്ടടയാളപ്പെടുത്തുക. എന്നിട്ട് cd യോജിപ്പിച്ചു നീട്ടുക, ab രേഖയും നീട്ടി cd നീട്ടിയതിനെ e യിൽ ഖണ്ഡിക്കുക. (ചിത്രം 1.19.2 നോക്കുക).



ചിത്രം 1.19.2

അപഗ്രഥന രീതിയിൽ be ദൂരം എങ്ങിനെ കണക്കാക്കാമെന്നു നോക്കാം.

$$\frac{ae}{eb} = \frac{\text{b യിലെ ബലം}}{\text{a യിലെ ബലം}}$$

$$= \frac{-250}{200} = -1.25$$

$$\text{ie. } ae = -1.25\ eb$$

എന്നാൽ $ae + eb = ab =$

$$-1.25\ eb + eb = -0.25\ eb$$

$$\therefore eb = \frac{-ab}{0.25} = -4ab$$

$$= -4 \times 100 = -400$$

$eb = -400$ എന്നതിന്റെ അർഥം e എന്ന ബിന്ദു ab യ്ക്കു വെളിയിലായി b യിൽ നിന്നും 400 മി. മീ. അകലെയാണെന്നാണ്.

സന്ദർഭം 3

വിപരീത ചിഹ്നങ്ങളോടുകൂടിയ മൂന്നു സമാന്തരബലങ്ങളുണ്ടെങ്കിൽ അവയുടെ പരിണതത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദു താഴെപ്പറയും പ്രകാരം കണ്ടുപിടിക്കാം.

(a) ആദ്യത്തെ രണ്ടു ബലങ്ങളുടെ പരിണതവും അതിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദുവും കണ്ടുപിടിക്കുക.

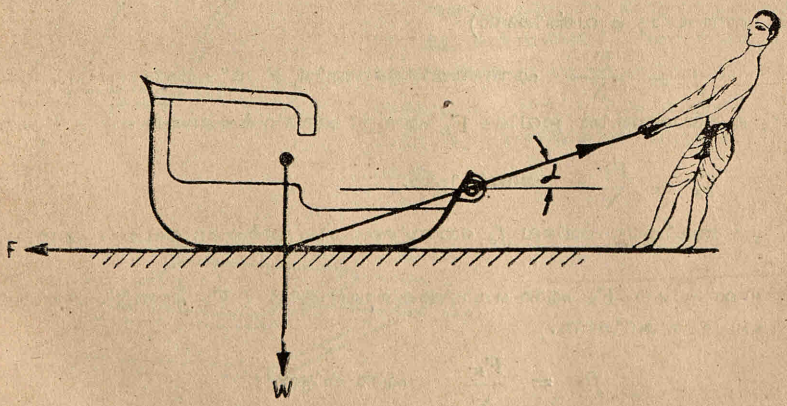
(b) ആ ബിന്ദുവിൽക്കൂടി ആ പരിണതം പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെന്നു വിചാരിച്ചു അതും മൂന്നാമത്തെ ബലവും കൂടിച്ചേർന്ന പരിണതത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദു കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഈ രീതിയിൽ മുന്നോട്ടു പോയാൽ എത്ര സമാന്തരബലങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും അവയുടെ പരിണതത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദു കാണാൻ കഴിയും.

1.8 ഘർഷണവും ഘർഷണോപകരണങ്ങളും

ഒരു വസ്തു മറ്റൊന്നിന്റെ മുകളിൽ ഉരസി നീങ്ങുമ്പോൾ വസ്തു നീങ്ങുന്നതിന്റെ എതിർ ദിശയിൽഒരു പ്രതിരോധബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസത്തെ ഘർഷണം അഥവാ ഉരസൽ എന്നും അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്രതിരോധബലത്തെ ഘർഷണപ്രതിരോധം അഥവാ ഘർഷണബലം എന്നും വിളിക്കുന്നു. ഈ പ്രതിരോധം തരണം ചെയ്തുകൊണ്ടേ വസ്തുവിനെ നീങ്ങാൻ കഴിയുള്ളൂ. അതുകൊണ്ട് വസ്തുവെ തള്ളി നീക്കണമെങ്കിൽ പ്രയോഗിക്കേണ്ട ബലം ഘർഷണബലത്തേക്കാൾ കൂടിയിരിക്കണം. ഘർഷണപ്രതിരോധം വലുതാണെങ്കിൽ പ്രയോഗിക്കേണ്ട ബലവും കൂടിയിരിക്കും.

ഒരു മനുഷ്യൻ P എന്ന ബലം പ്രയോഗിച്ച് ഒരു തെന്നുവണ്ടി വലിച്ചു നീക്കുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കുക. (ചിത്രം 1.20) ഭൂമിക്കും വണ്ടിക്കുമിടയിൽ ഒരു ഘർഷണപ്രതിരോധം അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഇതു F ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. ഘർഷണനിയമങ്ങളനുസരിച്ച് P വർധിക്കുമ്പോൾ F ഉം വർധിക്കും. വണ്ടി വലിച്ചു നീക്കണമെങ്കിൽ P എന്ന ബലത്തിന്റെവിലങ്ങൻ ഘടകം, അതായതു് P cos α, F–നേക്കാൾ കൂടിയിരിക്കണം. P cos α യുടെ മൂല്യം F–നേക്കാൾകുറഞ്ഞാണിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ തെന്നുവണ്ടി ചലിക്കുകയില്ല. ക്രമേണ P cos α വർധിപ്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഒരവസ്ഥയിൽ P cos α F–ന തുല്യമായി വരുന്നു. ഈ അവസ്ഥയെ ചരമഘർഷണാവസ്ഥ എന്നു വിളിക്കുന്നു. P cos α അല്പംകൂടി വർധിക്കുകയാണെങ്കിൽ വസ്തു അതിന്റെ സ്ഥാനത്തുനിന്നും ചലിച്ചു തുടങ്ങും. വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ആയിരിക്കുമ്പോൾ അനുഭവപ്പെടുന്ന ഘർഷണത്തെ സ്ഥൈതികഘർഷണം എന്നു പറയുന്നു. വസ്തു ചലിച്ചു തുടങ്ങുന്നതിനു തൊട്ടു മുൻപുള്ള ഏറ്റവും കൂടിയ സ്ഥൈതികഘർഷണത്തെയാണ് ചരമഘർഷണം എന്നു വിളിക്കുന്നതു്. ഈ അവസ്ഥയിൽ എത്തിയതിനുശേഷവും P വർധിക്കുകയാണെങ്കിൽ തെന്നുവണ്ടി ചലിച്ചു തുടങ്ങുന്നു. നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന അവസ്ഥയിൽ വാസ്തവത്തിൽ



ചിത്രം 1.20.

ഘർഷണബലം അല്പം കുറഞ്ഞിരിക്കും. വസ്തുവിന്റെ ഭാരം, നിരങ്ങൽ പ്രവേഗം എന്നിവയനുസരിച്ച് ആയിരിക്കും ഈ കുറവ് അനുഭവപ്പെടുക. ഈ അവസ്ഥയിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ഘർഷണത്തെ ഗതികഘർഷണം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഘർഷണത്തോടു ബന്ധപ്പെട്ട പ്രശ്നങ്ങളും കൈകാര്യംചെയ്യുമ്പോൾ നാം പലപ്പോഴും ഘർഷണഗുണാങ്കം എന്ന പദം ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. ഉരസുന്ന വസ്തുക്കളുടേയും പ്രതലങ്ങളുടേയും സ്വഭാവങ്ങളും അനുസരിച്ച് വ്യത്യാസപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു പ്രധാന ഗുണമാണ് ഘർഷണഗുണാങ്കം.

1.8.1 ഘർഷണഗുണാങ്കം

ഒരു വസ്തുവിനു മുകളിൽ മറ്റൊരു വസ്തു ഉരസി നീങ്ങുമ്പോൾ അവ തമ്മിലുള്ള ഘർഷണഗുണാങ്കം ഘർഷണപ്രതിരോധവും ലംബഭാരവും തമ്മിലുള്ള അനുപാത സംഖ്യയാകുന്നു.

ഗണിതത്തിൽ പറയുമ്പോൾ

$$f = \frac{F}{N}$$

ഇവിടെ f = ഘർഷണ ഗുണാങ്കം

F = ഘർഷണബലം

N = ഉരസുന്ന വസ്തുവിന്മേൽ വരുന്ന ലംബഭാരം

ചിത്രം 1.20–ൽ

$f = \frac{F}{W}$ (ഇവിടെ W എന്നതു് വസ്തുവിന്റെ ഭാരമാണ്. ഇതു് കുത്തനെ താഴോട്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്നു)

$f = \frac{F}{N}$ എന്ന സമീകരണത്തിൽ F നു് പകരമായി F_L എന്നു കൊടുക്കുകയാണെങ്കിൽ (ഇവിടെ F_L എന്നതു് ചരമഘർഷണബലത്തെകുറിക്കുന്നു.)

$f_s = \frac{F_L}{N}$ എന്നു കിട്ടുന്നു.

ഈ സമീകരണത്തിലെ f_s നെ സ്ഥൈതിക ഘർഷണഗുണാങ്കം എന്നു വിളിക്കുന്നു.

F നു് പകരം F_K എന്നു കൊടുക്കുകയാണെങ്കിൽ (F_K എന്നതു് ഗതികഘർഷണബലത്തെ കുറിക്കുന്നു.)

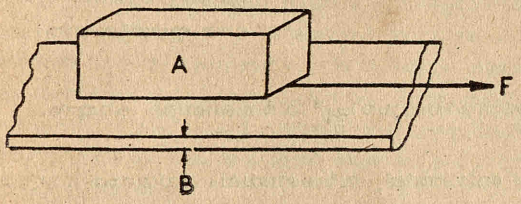
$f_k = \frac{F_K}{N}$ എന്നു കിട്ടുന്നു

ഇതിൽ f_k എന്നതിനെ ഗതിക ഘർഷണഗുണാങ്കം എന്നു വിളിക്കുന്നു.

1.8.2 ഘർഷണ നിയമങ്ങൾ

രണ്ടു വരണ്ട പ്രതലങ്ങൾ ഒന്ന് മറ്റൊന്നിന്റെ മുകളിൽ ഉരസി നീങ്ങുമ്പോൾ അനുഭവപ്പെടുന്ന ഘർഷണം ചില നിയമങ്ങൾ അനുസരിക്കുന്നുണ്ട്. ക്രൂളോംബ്, വെസ്റ്റിംഗ് ഹൗസ്, മോറിൻ തുടങ്ങിയ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ പരീക്ഷണങ്ങളാണ് ഈ നിയമങ്ങൾക്ക് രൂപം കൊടുത്തത്.

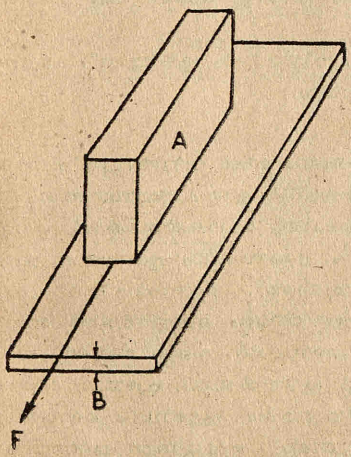
ഒന്നാംനിയമം



ചിത്രം 1.21 a

തമ്മിൽ ഉരസുന്ന രണ്ടു വസ്തുക്കൾക്കു ഇടയിലുള്ള ഘർഷണം അവയുടെ സ്പർശതല വിസ്തീർണത്തെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല.

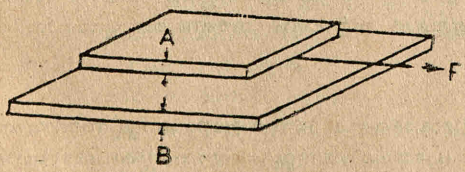
ചിത്രം 1.21 (a) യിൽ A, B, എന്ന രണ്ടു വസ്തുക്കൾ പരസ്പരം സ്പർശിച്ചിരിക്കുന്നു. അവയുടെ സ്പർശനതല വിസ്തീർണം ചിത്രം 1.21 (b) യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതിൽനിന്നും വ്യത്യസ്തമാണ്. എന്നാൽ ഈ വ്യത്യാസം ഘർഷണബലം, F–നെ ബാധിക്കുന്നില്ല. രണ്ടു സന്ദർഭങ്ങളിലും F ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കും.



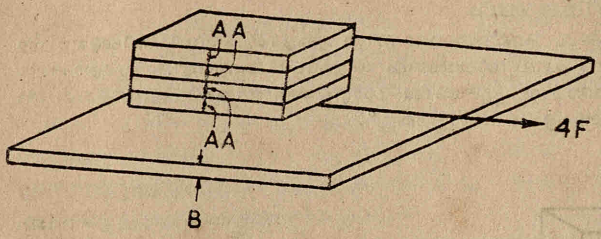
ചിത്രം 1.21 b

രണ്ടാംനിയമം

തമ്മിൽ ഉരസുന്ന രണ്ടു വസ്തുക്കൾക്കിടയിലുള്ള ഘർഷണബലം അതിന്മേൽവരുന്ന ലംബഭാരത്തിന്റെ അനുപാതികമായി വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. ഈ നിയമം ചിത്രം 1.22 (a) 1.22 (b) എന്നിവയിൽ വിശദീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 1.22 a



ചിത്രം 1.22 b

മൂന്നാംനിയമം

താപനിലയിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസങ്ങൾ അല്പമായെങ്കിലും ഘർഷണബലത്തെ ബാധിക്കുന്നതാണ്.

നാലാംനിയമം

നിരങ്ങൽ വേഗം വർധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് ഘർഷണബലം കുറയുന്നു.

അഞ്ചാംനിയമം

വളരെ ചെറിയ നിരങ്ങൽ വേഗത്തിൽ, ഘർഷണബലം വേഗത്തെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല.

ആറാംനിയമം

ഒരു ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന വസ്തു നേരേ തിരിച്ച് സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ ഒരു പക്ഷെ ഘർഷണബലം വർധിച്ചേക്കാം.

ഈ നിയമങ്ങൾക്കു പുറമേ ഏതാനും ചില നിയമങ്ങളും കൂടിയുണ്ട്. എന്നാൽ ഈ ആറു നിയമങ്ങളാണ് അടിസ്ഥാനപരമായവ.

1.8.3 ഉരുളൽ ഘർഷണം

ഉരുളുന്ന വസ്തുക്കൾക്കനുഭവപ്പെടുന്ന ഘർഷണം മേൽ വിവരിച്ചതിൽനിന്നും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും. ഇതിനെ 'ഉരുളൽ ഘർഷണം' എന്നു പറയുന്നു. നിരപ്പായ ഒരു സ്ഥലത്തു കൂടി ഒരു സൈക്കിൾ ഉരുട്ടിക്കൊണ്ടു പോകണമെങ്കിൽ കുറച്ച് ബലം പ്രയോഗിക്കേണ്ടി വരുമെന്ന് നമുക്കറിയാം. സൈക്കിൾ ഏകസമാന പ്രവേഗത്തിലാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നതെങ്കിലും ഇതാവശ്യമാണ്. സൈക്കിളിന്റെ ചക്രങ്ങളും റോഡും തമ്മിലുള്ള ഉരുളൽ ഘർഷണത്തെ തരണം ചെയ്യുന്നതിനു വേണ്ടിയാണ് ഈ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നത്. അതേ സൈക്കിൾ തന്നെ ബ്രേക്ക് പിടിച്ചതിനു ശേഷം തള്ളിക്കൊണ്ടു പോകണമെങ്കിൽ കൂടുതൽ ബലം പ്രയോഗിക്കേണ്ടിവരും. ഇതിനു കാരണം ബ്രേക്ക് പിടിച്ചതിനു ശേഷം തള്ളുമ്പോൾ സൈക്കിൾ ചക്രങ്ങൾ ഉരുളുന്നതിനു പകരം ഉരസി മാറുകയാണ് ചെയ്യുന്നത് എന്നതാണ്. അപ്പോഴുണ്ടാകുന്ന നിരങ്ങൽ ഘർഷണം ഉരുളൽ ഘർഷണത്തേക്കാൾ വളരെ കൂടിയിരിക്കും. ഒരു ആധുനിക മോട്ടോർ വാഹനത്തിൽ അതിന്റെ ആകെ ശക്തിയുടെ 20 മുതൽ 25 ശതമാനംവരെ ഉരുളൽ ഘർഷണം തരണം ചെയ്യുന്നതിനാണ് പയോഗിക്കുന്നത്.

1.9 മെഴുക്കിടൽ

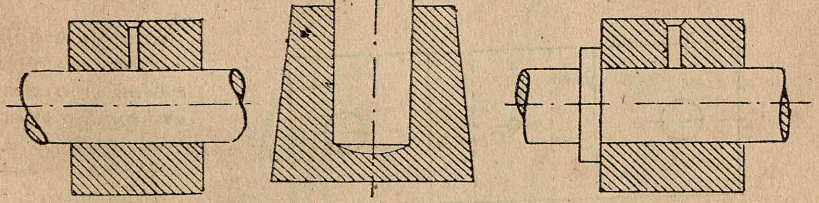
രണ്ടു വസ്തുക്കൾ പരസ്പരം ഉരസുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ഘർഷണം കുറയ്ക്കുന്നതിനാണ് സ്നേഹനം അഥവാ മെഴുക്കിടൽ പ്രയോഗിക്കുന്നത്. ഈ വസ്തുക്കൾക്കിടയിൽ മെഴുക്കെണ്ണയുടെ അഥവാ സ്നേഹകത്തിന്റെ [സ്നേഹനത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന

എണ്ണകളെയാണ് സ്നേഹകം അല്ലെങ്കിൽ മെഴുക്കെണ്ണ എന്ന പറയുന്നതു്] ഒരു നേരിയ പാട നിലനിൽക്കാൻ അനുവദിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഘർഷണഗുണാങ്കം ഗണ്യമായി കുറയുന്നു. ഘർഷണ ഗുണാങ്കത്തിന്റെ മൂല്യത്തിൽ വരുന്ന ഈ കുറവു് ഉരസലിന്റെ വേഗത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉരസലിന്റെ വേഗം വർധിക്കുമ്പോൾ ഗുണാങ്കം കുറയുന്നു.

വസ്തുവിന്റെ ഉരസുന്ന പ്രതലം ഭ്രിതക്കണ്ണാടിയിൽ കൂടി പരിശോധിക്കുകയാണെങ്കിൽ അതു് വളരെ നിമ്നോന്നതമാണെന്നു കാണാം. അതായതു്, പ്രതലത്തിന്മേൽ ധാരാളം കുന്നുകളും താഴ്വരകളും ഉള്ളതായി കാണുന്നു. ഈ കുന്നുകളും താഴ്വരകളും പ്രതലപരുഷ്യം എന്ന പേരിലാണറിയപ്പെടുന്നതു്. ഇവയുടെ ഇടയിൽ മെഴുക്കെണ്ണ കടന്നു ചെന്നു മുകളിലത്തെ വസ്തുവിന്മേൽ അല്പം മർദം പ്രയോഗിക്കുകയും തത്ഫലമായി അതിനു മുകളിലനുഭവപ്പെടുന്ന യഥാർഥ ഭാരം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു.

1.10 ബെയറിങ്ങുകൾ

കറങ്ങുന്ന ഷാഫ്ടുകളെ താങ്ങുവാനും ഇടയ്ക്കുള്ള ഘർഷണം കുറച്ചു് മയത്തിലുള്ള ഓട്ടത്തിനു് സഹായമാക്കുവാനും ബെയറിങ്ങുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇവയെ മൂന്നു പ്രധാന തരങ്ങളായി വേർതിരിക്കാം.



ചിത്രം 1.23

a, b. c

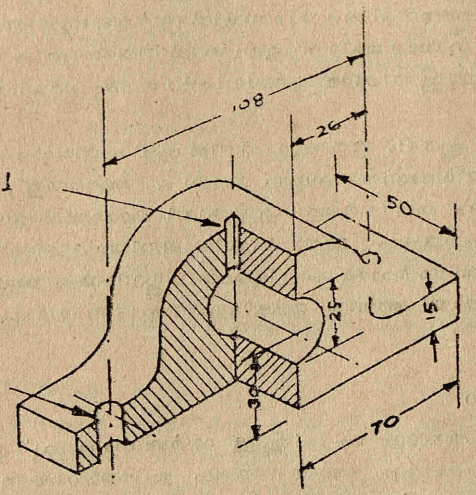
(a) ജെർണൽ ബെയറിങ്ങ്—ഇതിൽ ബെയറിങ്ങു് താങ്ങുന്ന ഭാരം ഷാഫ്റ്റിനു് ലംബമായിട്ടായിരിക്കും.

(b) പാദുകാ ബെയറിങ്ങ് അഥവാ പിവട്ടു് ബെയറിങ്ങു്—ഇതിൽ താങ്ങുന്ന ഭാരം ഷാഫ്റ്റിനു് സമാന്തരദിശയിലായിരിക്കും. ഷാഫ്റ്റിന്റെ അറ്റം ബെയറിങ്ങിനുള്ളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു.

(c) സമ്മർദ ബെയറിങ്ങ് അഥവാ കോളർ ബെയറിങ്ങ് ഇതിൽ ബെയറിങ്ങു് മർദം പിരിച്ചാവും അക്ഷത്തിനു് സമാന്തരമായിരിക്കും. ഷാഫ്റ്റു് ബെയറിങ്ങില്ലാതെ അതിനപ്പുറം വരെ തള്ളിനിൽക്കുന്നു.

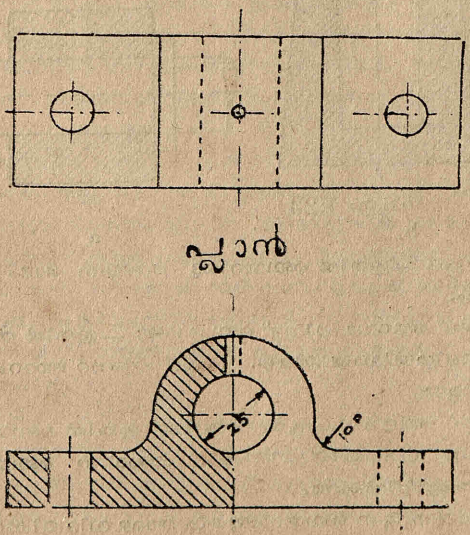
സാധാരണയായി കണ്ടുവരുന്ന മൂന്നു ബെയറിങ്ങുകളും താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

ചിത്രം 1.24 (1) ജെർണൽ ബെയറിങ്ങ്



ചിത്രം 1.24, ഒരു ജെർണൽ ബെയറിങ്ങിന്റെ അകൃതിക്കാഴ്ചയാണ്. ഷാഫ്റ്റിനെ ഉൾക്കൊള്ളുവാൻ പാകത്തിൽ തുളയുള്ള ഒരു വാർപ്പിരുമ്പു കട്ടയും ഒരു അടിപ്പലകയും ചേർന്നതാണിത്. ബെയറിങ്ങിനെ അസ്തിവാരവുമായിപ്പിടിപ്പിക്കുവാൻ അടിപ്പലകയിൽ ബോൾട്ടു തുളകൾ ഉണ്ട്. മെഴുക്കിടാനായി മുകളിൽ ഒരു എണ്ണത്തുളയും കാണാം.

(2) പാദികാ ബെയറിങ്ങ്



വേഗവും ഭാരവും കുറഞ്ഞ ഷാഫ്റ്റുകൾക്കു പറ്റിയതാണ് ഇതു്. ഗൺമെറ്റൽ ബുഷിനു ചുറ്റുമായി ഒരു ഗൺമെറ്റൽ പാഡിനു് മീതെയാണ് ഷാഫ്റ്റിന്റെ അറ്റം സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതു്. ഗൺമെറ്റൽ ബുഷ് ഷാഫ്റ്റിനെ നയിക്കുന്നു. അടിപ്പലകയോടു് ക്ലാമ്പു ചെയ്തിരിക്കുന്ന ഒരു വാർപ്പിരുമ്പു കട്ടയാണ് ഇതിന്റെ പ്രധാന ഉടൽ.

(3) പീഠികാ ബെയറിങ്ങ്-പ്ലമ്മർ ബെയറിങ്ങ്

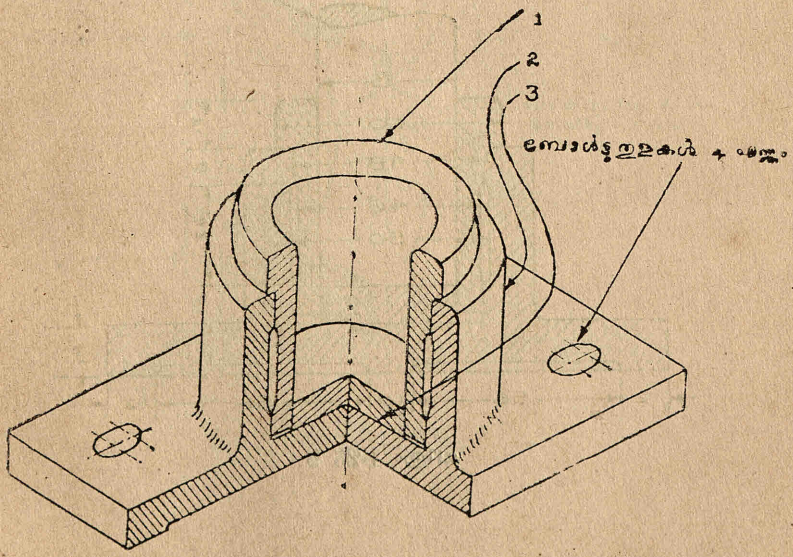
1) ബോൾട്ടിട്ട പീടിക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന വിധം തള്ളി നിൽക്കുന്ന ഒരു ഭാഗത്തോട് കൂടിയ ഒരു വാർപ്പിരുമ്പു പീഠിക

2) ഒരു വാർപ്പിരുമ്പു തൊപ്പി

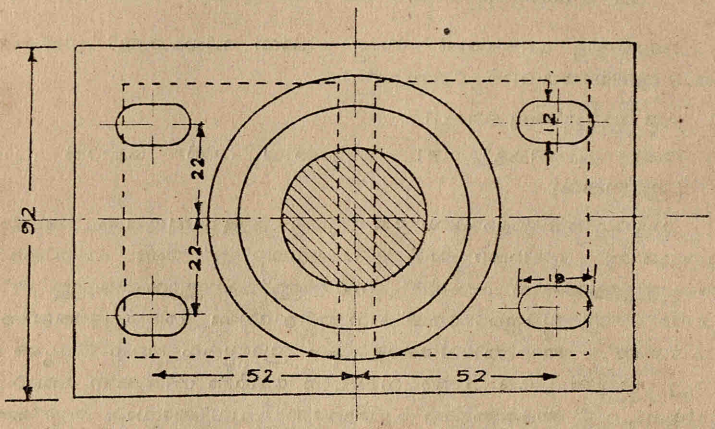
3) രണ്ടു പാതികളിലായി ഉണ്ടാക്കിയ ഗൺ മെറ്റൽ പാളികൾ (ബ്രാസ്സുകൾ)

4) ചതുരശീർഷങ്ങളും ഷഡ്ഭുജ നട്ടുകളും ഉള്ള പച്ചയുരുക്ക ബോൾട്ടുകൾ.

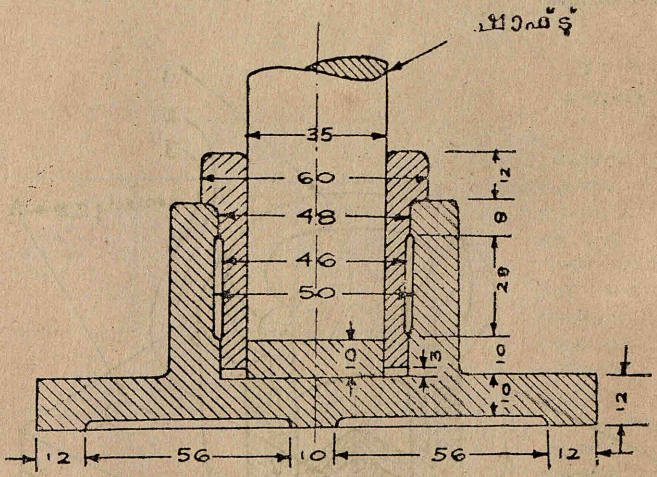
ഇരുമ്പുമാണ് ഇതിന്റെ ഭാഗങ്ങളും. ബെയറിങ്ങ് രണ്ടു പാതികളിലായി ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതിനാൽ ഷാഫ്ട് സ്ഥാനത്തു വെയ്ക്കാനും എടുത്തു നീക്കാനും എളുപ്പമാണ്. ബ്രാസ്സുകളുടെ തേയ്മാനത്തിനു വേണ്ട ശരിപ്പെടുത്തലിനും ഇതു സഹായകമാണ്. അറ്റത്തിലെ കോളറുകളും ബ്രാസ്സുകളും ഷാഫ്ടിലൂടെ തെന്നി നീങ്ങുന്നതു തടയുന്നു. ഒരു ചതുര വീടവിൽ ചേർന്നു നിൽക്കുന്ന ബോൾട്ടിന്റെ ചതുരശീർഷം, നട്ട് അകത്തേക്കോ പുറത്തേക്കോ ചലിക്കുമ്പോൾ തിരിഞ്ഞു പോകാതിരിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. ബ്രാസ്സുകളും തന്നെ കറങ്ങാതിരിക്കാനായി താഴെ, ബ്രാസ്സിന്റെ കീഴ്വശത്തുള്ള ഒരു മുഴ ബ്ലോക്കിലെ സമാനമായ ഒരു കുഴിയിൽ പതിച്ചിരിക്കുന്നു.



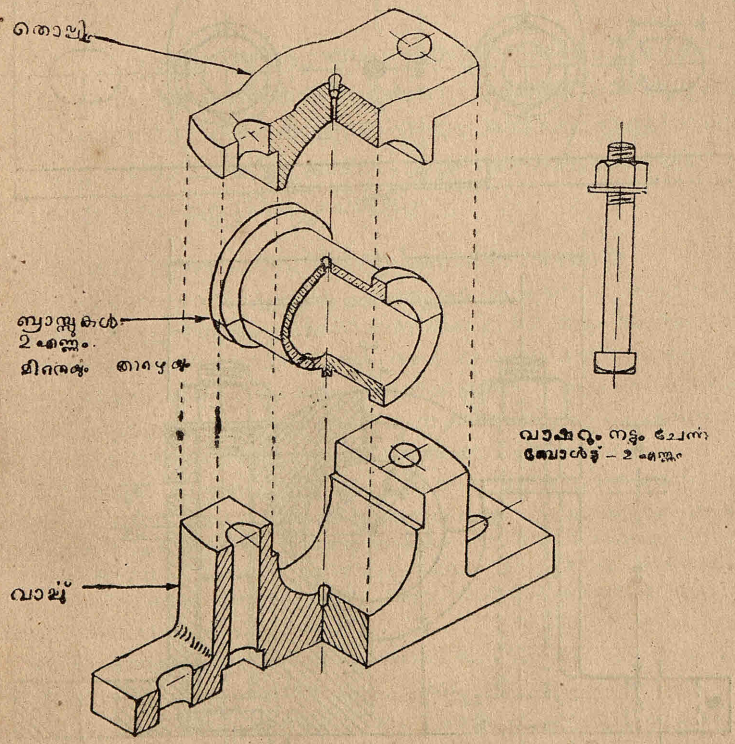
ചിത്രം 1.25 (a)


92
22
22
12
12
52
52

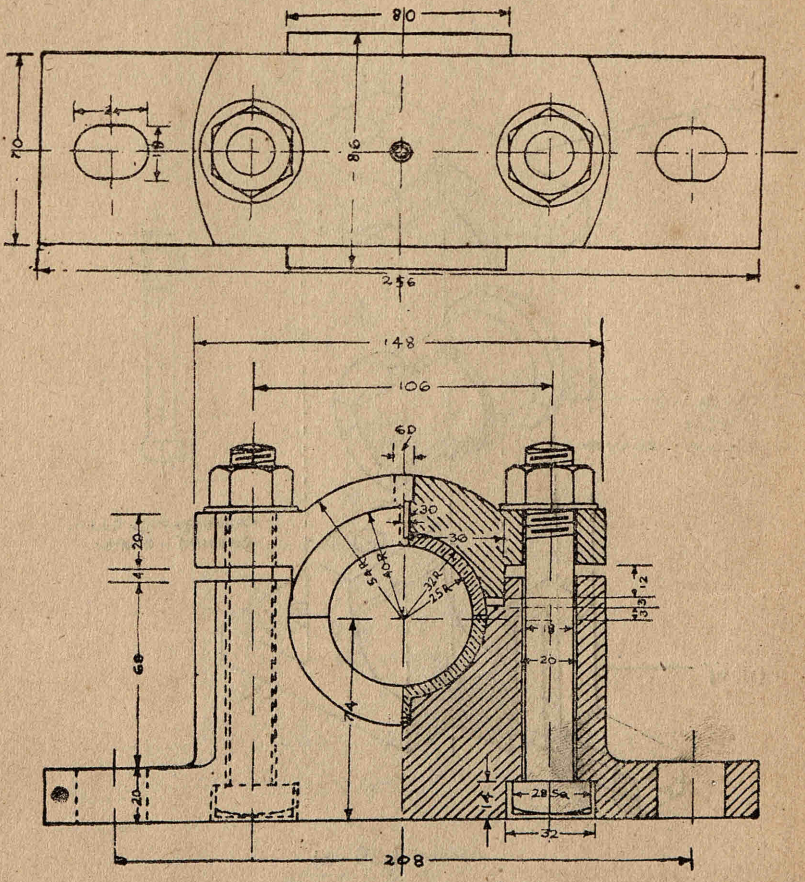
പ്ലാൻ


ഷാഫ്ട്
35
60
48
46
50
12
8
20
10
3
10
10
12
12
56
10
56
12

ചിത്രം 1.25 b



ചിത്രം 1.26 (a)


810
70
24
16
86
256
148
106
60
30
30
54R
40R
32R
25R
20
4
60
20
12
13
19
20
14
28 Sq
32
208

ചിത്രം 1.26 (b)

2

പ്രവേഗാനുപാതം, യാന്ത്രികലാഭം, ദക്ഷത—ശക്തി, സൂചിത കുതിരശ്ശക്തി, ബ്രേക്ക് കുതിരശ്ശക്തി—ബെൽട് ഗിയർ എന്നിവയുപയോഗിച്ചുള്ള ശക്തി പ്രേഷണം—സ്ക്രൂജാക്ക്—ചക്രവും തണ്ടും—വേമും വേം ചക്രവും—കപ്പി വ്യൂഹങ്ങൾ

2.1 പ്രവേഗാനുപാതം, യാന്ത്രികലാഭം, ദക്ഷത

മനുഷ്യൻ അവന്റെ പ്രവൃത്തി ലഘൂകരിക്കുന്നതിനും ശാരീരികാധ്വാനം കഴിയുന്നത്ര കുറയ്ക്കുന്നതിനും ഉപകരിക്കുന്ന പല മാർഗങ്ങളും സ്വീകരിക്കാറുണ്ട്. നമ്മുടെ ശരീര ശക്തി പരിമിതമാണ്. അതിനാൽ ഒരു മനുഷ്യനെക്കൊണ്ട് ഉയർത്താൻ കഴിയുന്ന ഭാരത്തിനും ഒരു പരിമിതിയുണ്ട്. എന്നാൽ കുറഞ്ഞ ബലം പ്രയോഗിച്ച് കൂടുതൽ ഭാരം ഉയർത്താൻ സഹായിക്കുന്ന പല ഉപകരണങ്ങളുമുണ്ട്. ഇങ്ങിനെയുള്ള ഒരു ഉപയന്ത്രമാണ് ലീവർ അഥവാ ഉത്തോലകം.

താരതമ്യേന കുറഞ്ഞ പ്രയത്നം ഉപയോഗിച്ച് കൂടുതൽ ബലം പ്രയോഗിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്ന ഏതൊരുപകരണത്തേയും വ്യാപകമായ അർഥത്തിൽ യന്ത്രം എന്നു വിളിക്കാം. ഒരു യന്ത്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനോദ്ദേശം ഒരു പ്രതിരോധമോ അഥവാ ബലമോ കീഴ്പ്പെടുകയോ അല്ലെങ്കിൽ ഒരു ഭാരം ഉയർത്തുകയോ ആയിരിക്കും. ഇതിലേക്കായി യന്ത്രത്തിന്മേൽ അല്പമെങ്കിലും പ്രയത്നം പ്രയോഗിക്കേണ്ടി വരുന്നു.

ഒരു ലഘുയന്ത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ നാം W കി. ഗ്രാം ഭാരം y മീ. മീ. ഉയരത്തിൽ പൊക്കുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ, അപ്പോൾ യന്ത്രം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി $W \times y$ കി. ഗ്രാം മീ. മീ. ആയിരിക്കും. എന്നാൽ ഇതുയും പ്രവൃത്തിചെയ്യുന്നതിനുവേണ്ടി നാം പ്രയത്നം പ്രയോഗിക്കുന്നു. അതു P കി. ഗ്രാം. എന്നിരിക്കട്ടെ. W ഭാരം y മീ. മീ. ഉയർത്തുന്ന അവസരത്തിൽ P, x മീ. മീ. ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കുക. അപ്പോൾ പ്രയത്നം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി $= P \times$ കി. ഗ്രാം. മീ.

പ്രയത്നം ചെയ്യുന്ന ഈ പ്രവൃത്തിയെ നിവേശം എന്നും യന്ത്രം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയെ അതായതു് യത്നംമുഖേന അവസാനമായി നമുക്ക് പ്രയോജനപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തിയെ ഉൽപാദം എന്നു വിളിക്കുന്നു

ഇതിനുപുറമേ ഇവ വേറൊരു വിധത്തിലും നിർവചിക്കാം. യന്ത്രത്തിന്മേൽ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയെ നിവേശമെന്നും യന്ത്രം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയെ ഉല്പാദമെന്നും പറയാം.

ഉല്പാദവും നിവേശവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതസംഖ്യയാണ് യന്ത്രത്തിന്റെ ഭക്ഷത എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്.

$$\text{ഭക്ഷത} = \frac{\text{ഉല്പാദം}}{\text{നിവേശം}}$$

$$= \frac{\text{യന്ത്രം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി}}{\text{യന്ത്രത്തിന്മേൽ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി}}$$

$$= \frac{\text{ഭാരം} \times \text{ഭാരം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം}}{\text{യത്നം} \times \text{യത്നം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം}}$$

$$= \frac{W \times y}{p \times x} \quad \ldots\ldots (2.1)$$

W വും P യും ഒരേ സമയംകൊണ്ടാണ് യഥാക്രമം y, x എന്നീ ദൂരങ്ങളും സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്ന വസ്തുത പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധേയമാണ്.

$\frac{x}{y}$ എന്ന അനുപാതസംഖ്യ പ്രവേഗാനുപാതം എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്നു.

പ്രവേഗാനുപാതമെന്നതു്, ഇപ്രകാരം ഒരേ സമയംകൊണ്ടു് യത്നവും ഭാരവും സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരങ്ങളുടെ അനുപാത സംഖ്യയാണ്.

$$\text{പ്രവേഗാനുപാതം} = \frac{\text{യത്നം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം}}{\text{ഭാരം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം}}$$

$$= \frac{x}{y} \quad \ldots\ldots (2.2)$$

ഇങ്ങിനെയുള്ള ഒരു ഉപയന്ത്രത്തിൽ താരതമ്യേന ചെറിയ യത്നം P ഉപയോഗിച്ചു് വലിയ ഭാരം W ഉയർത്താൻ കഴിയുമെന്നതു് ഒരു നേട്ടമാണ്. ഇതിനെ യാന്ത്രികലാഭം എന്നു പറയുന്നു.

ഭാരവും അതുയർത്തുന്നതിനാവശ്യമായ യത്നവും തമ്മിലുള്ള അനുപാത സംഖ്യയാണ് യാന്ത്രികലാഭം.

$$\text{യാന്ത്രികലാഭം} = \frac{\text{ഭാരം}}{\text{യത്നം}} = \frac{W}{P} \quad \ldots (2.3)$$

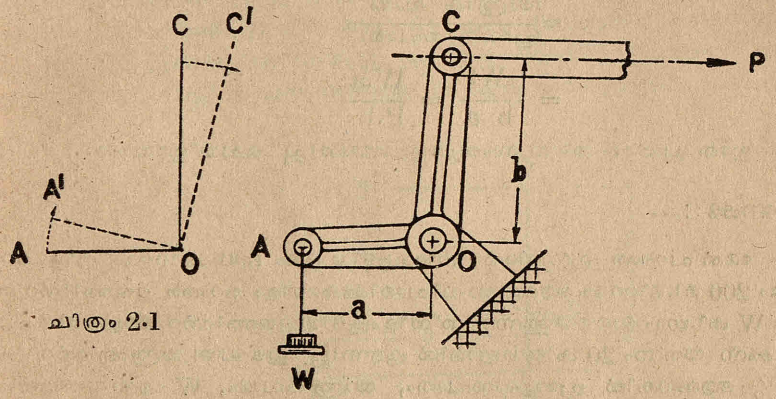
2.1 എന്ന സമീകരണം ഇപ്പോൾ താഴെ ചേർക്കും പ്രകാരം മാറ്റിയെഴുതാം.

$$\text{ഭക്ഷത} = \frac{\text{യാന്ത്രികലാഭം}}{\text{പ്രവേഗാനുപാതം}} \quad \ldots\ldots (2.4)$$

ഏതൊരു യന്ത്രത്തിന്റേയും ഭക്ഷത എല്ലായ്പോഴും ഒന്നിൽ കുറവായിരിക്കും. എന്നാൽ നിവേശം പൂർണമായും ഉല്പാദമായി മാറ്റപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ ഭക്ഷത ഒന്നായിത്തീരുന്നു. ഒരു ആദർശ യന്ത്രത്തിലേ ഇതു സാധ്യമാകുകയുള്ളൂ. പ്രായേ

ഗികമായ എല്ലാ യന്ത്രങ്ങളിലും അല്പമെങ്കിലും ഊർജം നഷ്ടപ്പെടുന്നു. ബെയറിങ്ങുകളിലുണ്ടാകുന്ന ഘർഷണം മൂലമോ മറ്റു വല്ല കാരണവശാലുമോ ആയിരിക്കാമിത്. എന്തായാലും ഇവകൊണ്ടെല്ലാം ഭക്ഷത എല്ലായ്പോഴും ഒന്നിൽ കുറവായിരിക്കും. ഭക്ഷത ശതമാനമായിട്ടാണ് പലപ്പോഴും പറയുക പതിവ്. ഉദാഹരണത്തിന് 0.9 ഭക്ഷതയെ 90% ഭക്ഷത എന്നു കുറിക്കുന്നു.

താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഒരു ലഘു ഉപയന്ത്രം പരിശോധിക്കാം.



ചിത്രം 2.1

ചിത്രം 2.1–ൽ AOC എന്ന ബെൽ ക്രാങ്ക് ലീവർ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇത് O എന്ന ബിന്ദുവിനെ ആധാരമാക്കി തിരിയത്തക്കവണ്ണമാണ് സംവിധാനം ചെയ്തിരിക്കുന്നത്. C എന്ന അഗ്രത്തിൽ യത്നം P പ്രയോഗിച്ച് A–യിൽ തൂക്കിയിട്ടിട്ടുള്ള W എന്ന ഭാരം ഉയർത്തുന്നു. AO എന്ന ഭുജം a യും CO എന്ന ഭുജം b യും ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. യത്നം P പ്രയോഗിക്കുന്നതോടെ OC തിരിഞ്ഞ് OC' എന്ന പുതിയസ്ഥാനം സ്വീകരിക്കുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കുക. AO യുടെ പുതിയ സ്ഥാനമാണ് A'O

എന്നാൽ $OC = OC'$

$OA = OA'$

$\angle AOC = \angle A'OC'$

$\therefore \angle AOA' = \angle COC'$

ഈ കോണം θ റേഡിയൻ ആണെന്നിരിക്കട്ടെ.

എന്നാൽ $CC' = CO \times \theta = b.\theta$

$CC' = P$–യുടെ സ്ഥാനാന്തരണം $= b.\theta$

അതുപോലെ $AA' = W$–ന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം $= a.\theta$

പ്രവേഗാനുപാതം $=$ $\dfrac{\text{യത്നത്തിന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം}}{\text{ഭാരത്തിന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം}}$

$$= \frac{b.\theta}{a.\theta} = \frac{b}{a}$$

$$\text{യാന്ത്രികലാഭം} = \frac{W}{P}$$

$$\text{ദക്ഷത} = \frac{\text{ഭാരം ചെയ്ത പ്രവൃത്തി}}{\text{യത്നം ചെയ്തപ്രവൃത്തി}}$$

$$= \frac{\text{യാന്ത്രിക ലാഭം}}{\text{പ്രവേഗാനുപാതം}}$$

$$= \frac{WP}{b\ a} = \frac{W.a}{P.b}$$

ഇതേ പ്രശ്നം തന്നെ സംഖ്യകളുപയോഗിച്ച് ചെയ്തുനോക്കാം.

കണക്ക്:—

മേൽ പറഞ്ഞ ലീവറിന്റെ നീളംകൂടിയ ഭുജം 600 മീറ്ററും നീളംകുറഞ്ഞ ഭുജം 200 മി.മീറ്ററും ആണെന്നു വിചാരിക്കുക. നീളം കുറഞ്ഞ ഭുജത്തിന്റെ അറ്റത്തു W കി.ഗ്രാം ഭാരമുയർത്തുന്നതിന് നീളംകൂടിയ ഭുജത്തിന്റെ അഗ്രത്തിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന യത്നം 20 കിലോഗ്രാമിൽ കൂട്ടുന്നില്ല. ഈ ലഘുയന്ത്രത്തിന്റെ ദക്ഷത 95% ആണെങ്കിൽ പ്രവേഗാനുപാതം, യാന്ത്രികലാഭം, W എന്ന ഭാരത്തിന്റെ മൂല്യം എന്നിവ കണ്ടുപിടിക്കുക.

നിർധാരണം:—

$$\text{പ്രവേഗാനുപാതം} = \frac{\text{പ്രയത്നത്തിന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം}}{\text{ഭാരത്തിന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം}}$$

$$= \frac{\text{നീണ്ടഭുജത്തിന്റെ നീളം}}{\text{കുറിയ ഭുജത്തിന്റെ നീളം}}$$

$$= \frac{b}{a} = \frac{600}{200} = 3$$

$$\text{ദക്ഷത} = \frac{\text{യാന്ത്രികലാഭം}}{\text{പ്രവേഗാനുപാതം}}$$

$\therefore$ യാന്ത്രികലാഭം = പ്രവേഗാനുപാതം $\times$ ദക്ഷത

$= 3 \times 0.95 = 2.85$

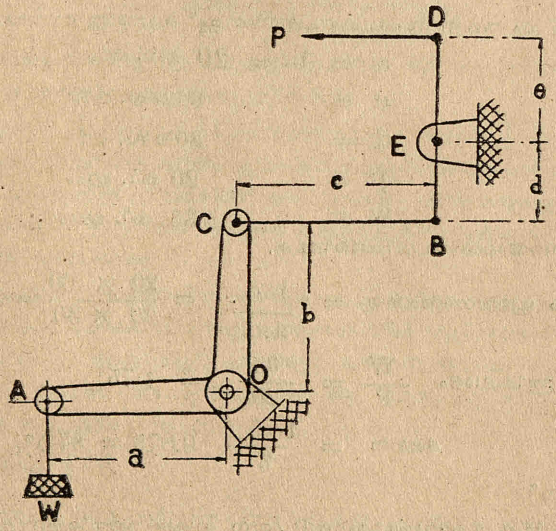
W എന്ന ഭാരം = യത്നം $\times$ യാന്ത്രികലാഭം

$= 20 \times 2.85 = 57$ കി. ഗ്രാം

ഇപ്രകാരം C-യിൽ 20 കി. ഗ്രാം ബലം ഉപയോഗിച്ച് A യിൽ 57 കി. ഗ്രാം ഭാരം ഉയർത്താൻ കഴിയും.

ഒന്നിൽ കൂടുതൽ ലീവറുകളും ഉപയോഗിച്ച് ചിത്രം 2.2–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ നിർമിച്ചിരിക്കുന്ന ഉപകരണമാണെങ്കിലും ഇതേ അപഗ്രഥനരീതി തന്നെ ഉപയോഗിക്കാം.

ചിത്രത്തിലുള്ള വ്യൂഹത്തിൽ AOC എന്ന ഒരു ബെൽ ക്രാങ്ക് ലീവർ O അധാരമായി തിരിയത്തക്ക വിധത്തിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഭുജങ്ങളുടെ ദൈർഘ്യം a യും b യും ആണ്. ഇതു C ദൈർഘ്യമുള്ള CB എന്നൊരു ദണ്ഡുമായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. E എന്ന ബിന്ദു കേന്ദ്രമാക്കി തിരിയാൻ കഴിയുന്ന BD എന്ന മറ്റൊരു ലീവറിന്റെ B എന്ന അഗ്രം CB–യുടെ B യുമായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. BE, ED എന്നിവ യഥാക്രമം d യും e യും ആണ്. D–യിൽ P എന്ന പ്രയത്നം ഉപയോഗിച്ച് A എന്ന അറ്റത്ത് W എന്ന ഭാരം ഉയർത്താം.



ചിത്രം 2.2

ഇതിൽ പ്രയത്നം P x ദൂരം സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ B എന്ന അഗ്രവും തദ്ഫലമായി C എന്ന അഗ്രവും $\frac{x.d}{e}$ ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നു. AOC എന്ന ബെൽ ക്രാങ്ക് ലീവറിൽ C എന്ന അഗ്രം $\frac{x.d}{e}$ ദൂരം സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ A സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരമായ

$$y = \frac{x.d}{e} \times \frac{a}{b}$$

$$\text{അപ്പോൾ പ്രവേഗാനുപാതം} = \frac{x}{y}$$

$$= \frac{x}{\frac{x}{e} \cdot d \cdot \frac{a}{b}}$$

$$= \frac{b.e}{a.d}$$

$$\text{ദക്ഷത} = \frac{W/P}{\frac{b.e}{a.d}}$$

ഇതേ പ്രശ്നം തന്നെ സംഖ്യകളുപയോഗിച്ച് ചെയ്തു നോക്കാം.

$a = b = 20$ സെ. മീ.

$e = 60$ സെ. മീ.

$d = 30$ സെ. മീ.

$p = 20$ കി. ഗ്രാം

$w = 35$ കി. ഗ്രാം

എന്നിങ്ങനെയാണെന്നു വിചാരിക്കുക.

$$\text{അപ്പോൾ പ്രവേഗാനുപാതം} = \frac{b.e}{a.d} = \frac{20 \times 60}{20 \times 30} = 2$$

$$\text{യാന്ത്രികലാഭം} \quad \frac{W}{P} = \frac{35}{20} = 1.75]$$

$$\text{ദക്ഷത} = \frac{1.75}{2} \quad 0.875 = 87.5\%$$

2.2 ശക്തി

ഒരു വസ്തുവിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന P എന്ന ബലം അതിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദുവിനെ x ദൂരം ചലിപ്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി P.x എന്ന ഗുണനഫലം കൊണ്ടു സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വസ്തുവിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലം വസ്തുവിനു് സ്ഥാനാന്തരണം വരുത്തുന്നതിൽ പരാജയപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ പ്രവൃത്തിയൊന്നും ചെയ്തതായി കണക്കാക്കുന്നില്ല. ചെയ്ത പ്രവൃത്തി കണക്കാക്കുമ്പോൾ അതു ചെയ്യുന്നതിനെടുത്ത സമയം നാം പരിഗണിക്കുന്നതേയില്ല.

എന്നാൽ 'ശക്തി' എന്നു പറയുമ്പോൾ ചെയ്ത പ്രവൃത്തിയുടെ അളവിനു പുറമേ അതു ചെയ്യുന്നതിനെടുത്ത സമയം കൂടി കണക്കിലെടുക്കുന്നുണ്ടു്. ശക്തിയെ പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്ന നിരക്കു് എന്നു നിർവചിക്കാം. ഒരു മാത്ര സമയം കൊണ്ടു് ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയാണു് ശക്തി.

ഇതു് ഒരു ചെറിയ ഉദാഹരണം കൊണ്ടു വിശദമാക്കാം. W കി.ഗ്രാം ഭാരം ഒരു യന്ത്രം x മീ. ഉയരത്തിൽ പൊക്കുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ. ഇതേ ജോലി വേറൊരു യന്ത്രവും ചെയ്യുന്നുവെന്നു് വിചാരിക്കുക. ഒന്നാമത്തെ യന്ത്രമുപയോഗിച്ചു് ഇതു ചെയ്യുന്നതിനു് t_1 മിനിട്ടും രണ്ടാമത്തെ യന്ത്രം കൊണ്ടു് അതേ പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്നതിനു് t_2 മിനിട്ടും ആവശ്യമായി വരുന്നുവെന്നു സങ്കല്പിക്കുക.

എന്നാൽ യന്ത്രം 1 ന്റെ പ്രവൃത്തി നിരക്കു്.

$$= \frac{W.x}{t_1} \text{ കിലോഗ്രാം മീറ്റർ/മിനിട്ടു്}$$

യന്ത്രം 2–ന്റെ പ്രവൃത്തി നിരക്കു്

$$= \frac{W.x}{t_2} \text{ കിലോഗ്രാം മീറ്റർ/മിനിട്ടു്}$$

ഈ രണ്ടവസരങ്ങളിലും ചെയ്ത പ്രവൃത്തി ഒന്നു തന്നെയാണെങ്കിൽ ക്രടിയും ആവശ്യമായ ശക്തി വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

മെട്രിക്കു് വ്യവസ്ഥയിൽ ശക്തിയുടെ മാത്ര കിലോവാട്ടു് ആണു്. മിനിട്ടിൽ 6120 കിലോഗ്രാം മീറ്റർ വീതം പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്ന നിരക്കിനാണു് ഒരു കിലോവാട്ടു് എന്നു പറയുന്നതു്. മെട്രിക്കു് കുതിരശക്തി എന്ന മാത്രയും പലപ്പോഴും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. ഇതു് ഒരു സെക്കൻഡിൽ 75 കിലോഗ്രാം മീറ്റർ വീതം പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്ന നിരക്കാണു്.

ബ്രിട്ടീഷു് വ്യവസ്ഥയിൽ ശക്തിയുടെ മാത്ര കുതിരശക്തി–ഹോഴ്സു് പവർ–ആണു്. ഒരു കുതിരശക്തിയെന്നതു് സെക്കൻഡിൽ 550 റാത്തൽ–അടി എന്ന പ്രവൃത്തി നിരക്കാണു്. അതായതു്, ഒരു യന്ത്രം ഒരു സെക്കൻഡു സമയം കൊണ്ടു് 550 റാത്തൽ അടി പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്നുവെങ്കിൽ ആ യന്ത്രം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ശക്തിയെ നാം ഒരു (കു.ശ.) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം 1

ഒരു യന്ത്രത്തിൽ ഉയർത്തുകയും താഴ്ത്തുകയും ചെയ്യാവുന്ന ഒരു 1000 കി. ഗ്രാം ഭാരമുണ്ടു്. ഇതു് 2 മിനിട്ടു കൊണ്ടു് 3 മീറ്റർ ഉയർത്തുന്നുവെങ്കിൽ ആവശ്യമായ ശക്തി കണക്കാക്കുക. ഉത്തരം കിലോവാട്ടിലും മെട്രിക്കു് കു. ശ. യിലും കാണുക.

ചെയ്ത പ്രവൃത്തി $= 1000 \times 3 = 3000$ കിലോഗ്രാം മീറ്റർ

$$\text{ശക്തി, കിലോവാട്ടിൽ} = \frac{3000}{2 \times 6120} = 0.24 \text{ കി. വാ.}$$

$$\text{കു. ശ.} = \frac{\text{ചെയ്ത പ്രവൃത്തി കിലോഗ്രാം മീ–ൽ}}{\text{ആവശ്യമായി വന്ന സമയം മിനിട്ടിൽ} \times 4500}$$

$$= \frac{3000}{2 \times 4500} = 0.33 \text{ കു. ശ.}$$

ഉദാഹരണം 2.

മണിക്കൂറിൽ 80 കി. മീററർ വേഗത്തിൽ ഒരു തീവണ്ടി സഞ്ചരിക്കുന്നു. അതിന്റെ ആകെ ഭാരം 300 ടണ്ണും നേരിടേണ്ടി വരുന്ന പ്രതിരോധം ടണ്ണൊന്നിന് 10 കി. ഗ്രാം വീതവുമാണ്. എന്നാൽ ഈ പ്രതിരോധം തരണം ചെയ്യുന്നതിനു വേണ്ടി വരുന്ന ശക്തി കണക്കാക്കുക.

നിർധാരണം:—

$$\text{വേഗം} = \frac{80 \times 1000}{60} = 1333 \text{ മീ./മിനിട്ട്}.$$

$$\text{ആകെ പ്രതിരോധം} = 300 \times 10 = 3000 \text{ കി. ഗ്രാം}.$$

$$\text{ആവശ്യമായ ശക്തി} = \frac{3000 \times 1333}{75 \times 60} = 889 \text{ കു. ശ.}$$

2.3 സൂചിത കുതിരശക്തിയും ബ്രേക്ക് കുതിരശക്തിയും

ഒരു എൻജിൻ ഉപയോഗയോഗ്യമായ N' കുതിരശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ. അതായതു് ബാഹ്യമായ പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്നതിന് നമുക്കു എൻജിനിൽ നിന്നും N' കു.ശ. ലഭ്യമാണ്. ഈ കുതിരശക്തിയെ ബ്രേക്ക് കുതിരശക്തി എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇതിനെ ചുരുക്കി ബ്രേ. കു. ശ. എന്നാണെഴുതുന്നതു്. ഇതും കു.ശ. പൂറമേ ലഭിക്കണമെങ്കിൽ എൻജിൻ അതിൽ കൂടുതൽ ശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. എന്തെന്നാൽ ഘർഷണം മുതലായ പ്രതിരോധബലങ്ങളെ തരണം ചെയ്യുന്നതിന് കുറെ ശക്തി ചിലവാകുന്നു.

എൻജിൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന കു. ശ. N ആണെങ്കിൽ

$$N = N' + N'' \qquad \ldots\ldots (2.5)$$

ഇവിടെ N' എന്നതു് ബ്രേ. കു. ശ. ആണ്. N'' എന്നതു് ഘർഷണം തുടങ്ങിയ പ്രതിരോധബലങ്ങളെ തരണം ചെയ്യുന്നതിനു വേണ്ടി വരുന്ന കു. ശ. ആണ്. ഇതിനെ ഘർഷണകുതിരശക്തി എന്നു ചുരുക്കി ഘ. കു. ശ. എന്നും പറയുന്നു.

ഈ സമീകരണത്തിലെ N സൂചിത കുതിരശക്തി എന്നറിയപ്പെടുന്നു. അതിനെ ചുരുക്കി സൂ. കു. ശ. എന്നെഴുതുന്നു.

ബ്രേ. കു. ശ. യും സൂ. കു. ശ. യും തമ്മിലുള്ള അനുപാതസംഖ്യയെ യാന്ത്രിക ഭക്ഷത എന്നു പറയുന്നു.

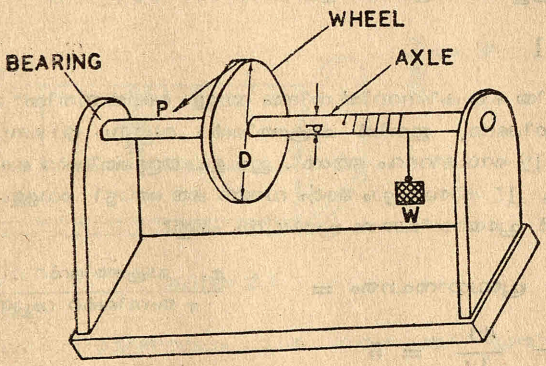
$$\text{യാന്ത്രിക ഭക്ഷത} = \frac{\text{ബ്രേ. കു. ശ.}}{\text{സൂ. കു. ശ.}}$$

$$= \frac{N'}{N} = \frac{N'}{N' + N''} \qquad \ldots (2.6)$$

2.4 ചക്രവും തണ്ടും

ഇവിടെ തണ്ട് എന്ന പദം കൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് രണ്ട് ബെയറിങ്ങുകളിൽ തിരിയുന്നതും ഒന്നോ അതിലധികമോ ചക്രങ്ങളും ബലമായി ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതുമായ ഒരു ദണ്ഡ് അഥവാ ഷാഫ്ട് ആണ്. ചക്രത്തിന്റെ വ്യാസം തണ്ടിന്റേതിനേക്കാൾ കൂടിയിരിക്കും. ചക്രം തിരിയുമ്പോൾ അതോടൊപ്പം തണ്ടും തിരിയുന്നു.

ഇത്തരം ഒരു ചക്രവും തണ്ടും ചിത്രം 2.3-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ തണ്ടിന്റെ വ്യാസം d യും ചക്രത്തിന്റെ വ്യാസം D-യും ആണ്. ഒരു ചരട് തണ്ടിന്റെ



ചിത്രം 2.3

ഒരു ബിന്ദുവിൽ ബന്ധിച്ച് ശേഷം അതിന്മേൽ രണ്ട് മൂന്ന് ചുറ്റിയിരിക്കുന്നു. ചരടിന്റെ സ്വതന്ത്രമായ അഗ്രത്തിൽ ഭാരം W തൂക്കിയിടാനുള്ള സൗകര്യമുണ്ട്. അതുപോലെതന്നെ വേറൊരു ചരട് ചക്രത്തിന്മേലും ബന്ധിച്ച് രണ്ട് മൂന്ന് ചുറ്റിയിരിക്കുന്നു. ഈ ചരടിന്റെ മറേറ അറ്റത്താണ് P എന്ന പ്രയത്നം പ്രയോഗിക്കുന്നത്. ചക്രം തിരിയുമ്പോൾ അതോടൊപ്പം തണ്ടും തിരിയുന്നു. ബെയറിങ്ങുകളിലുള്ള ഘർഷണം മൂലം കാര്യമായ ഊർജനഷ്ടം ഇല്ലെന്നു സങ്കല്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

ചക്രം ഒന്നു തിരിയുമ്പോൾ ചരടിന്റെ πd നീളം തണ്ടിന്മേൽ ചുറ്റുകയും അതു വഴി W ഭാരം πd ഉയരത്തിൽ പൊങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ സമയത്ത് ചക്രത്തിന്റെ പരിധി πD സഞ്ചരിക്കുന്നു.

$$\text{പ്രവേഗാനുപാതം} = \frac{\text{പ്രയത്നം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം}}{\text{ഭാരം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം}}$$

$$= \frac{\pi D}{\pi d} = \frac{D}{d}$$

$$\text{ദക്ഷത} = \frac{\text{ഭാരം ഉയർത്തുന്നതിൽ ചെയ്ത പ്രവൃത്തി}}{\text{പ്രയത്നം ചെയ്ത പ്രവൃത്തി}}$$

$$= \frac{W \times \pi d}{P \times \pi D} = \frac{W\ d}{P\ D} \quad \ldots\ldots (2.7)$$

ഇതേ പ്രവർത്തനതത്വം പല രീതിയിലും പ്രയോഗിക്കുവാൻ പറ്റും. ചക്രത്തിനു പകരമായി തണ്ടിനോടു് ഒരു ക്രാങ്കു് ഘടിപ്പിച്ചാലും മതി. ക്രാങ്കിന്റെ അറ്റത്തു് ബലം പ്രയോഗിച്ചു് കറക്കുമ്പോൾ W ഭാരം ഉയരുന്നു. ഇത്തരം ഉപയന്ത്രത്തെ വിൻഡ്‌ലാസ്സു് എന്നു വിളിക്കുന്നു. കിണറ്റിൽ നിന്നു് വെള്ളം കോരുന്നതിനും മറ്റും ഇതു് ധാരാളമായി ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്.

കണക്കു് 1

ആഴമേറിയ ഒരു കിണറ്റിൽ നിന്നും വെള്ളം കോരുന്നതിനു് ഒരു ചക്രവും തണ്ടും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇതിൽ ചക്രത്തിന്റെ വ്യാസം 60 സെ. മീറ്ററും തണ്ടിന്റെ വ്യാസം 12 സെ.മീറ്ററും ആണു്. ഈ ഉപയന്ത്രത്തിന്റെ ദക്ഷത 80% എന്നു സങ്കല്പിച്ചാൽ, 15 കിലോഗ്രാം ഭാരം വരുന്ന ഒരു തൊട്ടി വെള്ളം കോരുന്നതിനു് ചക്രത്തിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കേണ്ട പ്രയത്നം എത്ര?

$$\text{പ്രവേഗാനുപാതം} = \frac{\pi \cdot \text{ചക്രത്തിന്റെ വ്യാസം}}{\pi \text{ തണ്ടിന്റെ വ്യാസം}}$$

$$= \frac{60}{12} = 5$$

$$\text{ദക്ഷത} = \frac{W}{P} \times \frac{1}{\text{പ്രവേഗാനുപാതം}} = 80\%$$

$$\therefore\ 0.8 = \frac{15}{P} \times \frac{1}{5}$$

$$\therefore P = 15 \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{0.8} = 3.75 \text{ കി. ഗ്രാം.}$$

കണക്കു് 2.

50 കി. ഗ്രാം ഭാരം ഉയർത്തുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന ഒരു വിൻഡ്‌ലാസ്സിൽ തണ്ടിന്റെ വ്യാസം 10 സെ. മീറ്ററാണു്. ചിത്രം 2.4–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ തണ്ടുമായി 18 സെ. മീ. നീളമുള്ള ഒരു ക്രാങ്കു് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ക്രാങ്കിന്റെ അറ്റത്താണു് പ്രയത്നം പ്രയോഗിക്കുന്നതു്. പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം 15 കി ഗ്രാം ആണെങ്കിൽ ഈ ഉപയന്ത്രത്തിന്റെ ദക്ഷത കണ്ടുപിടിക്കുക.

$$\text{പ്രവേഗാനുപാതം} = \frac{\text{ക്രാങ്കു് ഒന്നു തിരിയുമ്പോൾ അതിന്റെ അഗ്രം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം}}{\text{ഇതേ സമയം തണ്ടിന്റെ ഉപരിതലത്തിലെ ഒരു ബിന്ദു സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം}}$$

UNAVIRVL ISLAM HIGH SCHOOL Date..... ERNAKULAM.

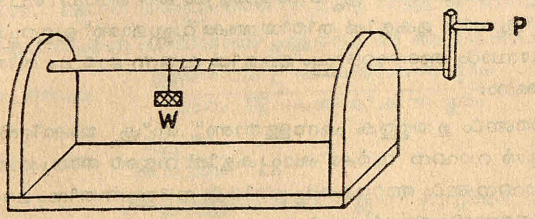
$$= \frac{2 \cdot \pi \cdot 18}{\pi \cdot 10} = 3.6$$

W = 50 കി. ഗ്രാം എന്നും P = 15 കി. ഗ്രാം എന്നും തന്നിരിക്കുന്നു

$$\text{യാന്ത്രികലാഭം} = \frac{W}{P} = \frac{50}{15} = 3.33$$

$$\text{ദക്ഷത} = \frac{\text{യാന്ത്രികലാഭം}}{\text{പ്രവേഗാനുപാതം}}$$

$$= \frac{3.33}{3.60} = 0.92 = 92\%$$

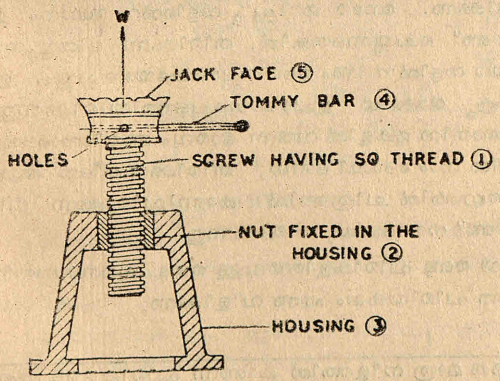


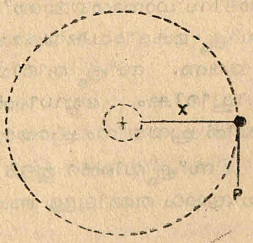
ചിത്രം 2.4

2.5 സ്ക്രൂജാക്ക്

സ്ക്രൂജാക്കിന്റെ നിർമാണതത്വം വളരെ ലഘുവാണ്. ഇതിനു പ്രധാനമായും അഞ്ചു ഭാഗങ്ങളാണുള്ളത്.

(1) സ്ക്രൂ. ഇതു് സാധാരണയായി ചതുരപ്പിരികളോടു കൂടിയതായിരിക്കും. ഇതിന്റെ മുകളിലായി ഒരു ശീർഷഭാഗം ഉണ്ട്. ഈ ഭാഗത്തു് പരസ്പരം 90° കോണത്തിൽ രണ്ടു ദ്വാരങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നു.





ചിത്രം 2.5

(2) നട്ട്. ഇതിൽ ക്ലടിയാണ് സ്ക്രൂ കടന്നു പോകുന്നതു്. ജാക്കിന്റെ ഹൗസിങ്ങിൽ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ഇതു ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. സ്ക്രൂവിൽ ഉള്ളതു പോലത്തെ ചതുരപ്പിരി നട്ടിലുമുണ്ടു്.

(3) ഹൗസിങ്ങു്. ഇതാണു് ജാക്കിനെ താങ്ങി നിർത്തുന്നതു്. ജാക്കു് പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ എളുപ്പത്തിൽ മറിഞ്ഞു പോകാതിരിക്കത്തക്ക വണ്ണം ഹൗസിങ്ങിനു് വേണ്ടത്ര വലിപ്പവും ഭാരവുമുണ്ടു്.

(4) ടോമ്മി ദണ്ഡു്. സ്ക്രൂ തിരിക്കുന്നതിനു വേണ്ടിയാണു് ഇതുപയോഗിക്കുന്നതു്. ജാക്കു് പ്രവർത്തിപ്പിക്കേണ്ടി വരുമ്പോൾ ഈ ദണ്ഡു് സ്ക്രൂവിന്റെ ശീർഷ ഭാഗത്തുള്ള ദ്വാരത്തിൽ കടത്തി തിരിക്കുന്നു.

(5) ജാക്കു് ഫലകം. സ്ക്രൂവിനു മുകളിൽ ഒരു തൊപ്പി പോലെ ഇതു കൊട്ടത്തിരിക്കുന്നു. സ്ക്രൂവിനു മുകളിൽ തിരിയത്തക്ക വണ്ണമാണു് ഇതുറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. സ്ക്രൂ തിരിക്കുമ്പോൾ അതോടൊപ്പം മുകളിൽ വരുന്ന ഭാരവും തിരിയാതിരിക്കാൻ ഇതു സഹായിക്കുന്നു.

വലിയ ഭാരങ്ങളും ഉയർത്തുക എന്നുള്ളതാണു് സ്ക്രൂ ജാക്കിന്റെ പ്രധാന ഉപയോഗം. മോട്ടോർ വാഹന വർക്ക്ഷാപ്പുകളിൽ വളരെ അത്യാവശ്യമായ ഒരുപയന്ത്രമാണിതു്. വാഹനങ്ങളും അറകൂറപ്പണികളും നടത്തുന്നതിനും മറ്റുമായി ഉയർത്തി നിർത്തേണ്ടി വരുമ്പോൾ അതിനായി സ്ക്രൂ ജാക്കു് ഉപയോഗിക്കുന്നു. പല സന്ദർഭങ്ങളിലും, പ്രത്യേകിച്ചു് വലിയ ഭാരമാണു് ഉയർത്തേണ്ടതെങ്കിൽ ദ്രവചാലിതങ്ങളായ ജാക്കുകളാണു് ഉപയോഗിക്കാറു്. ഇത്തരം ജാക്കുകളെ ദ്രവചാലിത ജാക്കുകളെന്നു പറയുന്നു.

ഘൂർണനചലനത്തെ പ്രത്യാഗാമിചലനമാക്കി രൂപാന്തരപ്പെടുത്തുന്നതിനു പറ്റിയ ഒരു യന്ത്രവിധിയാണു് സ്ക്രൂവും നട്ടും എന്നു നമുക്കറിയാം. ഒരു സ്ക്രൂവിന്മേൽ ഒരു നട്ടു് തിരിച്ചു കയറ്റിയിരിക്കുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കുക. സ്ക്രൂവിന്റെ സ്ഥാനം സ്ഥിരപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടു് സ്ക്രൂ തിരിച്ചാൽ നട്ടു് സ്ക്രൂവിനു മുകളിൽ മുമ്പോട്ടും പിറകോട്ടും ചലിക്കുന്നു. നേരേ മറിച്ചു്, നട്ടിന്റെ സ്ഥാനം ഉറപ്പിച്ചിട്ടു് സ്ക്രൂ തിരിക്കുകയാണു് ചെയ്യുന്നതെങ്കിൽ, തിരിക്കുന്ന ദിശയ്ക്കനുസരിച്ചു് സ്ക്രൂ നട്ടിൽ കയറുകയോ നട്ടിൽ നിന്നും ഊരിപ്പോരുകയോ ചെയ്യും. ഈ അടിസ്ഥാനാശയമാണു് സ്ക്രൂ ജാക്കിൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതു്. സ്ക്രൂ മുകളിലേക്കുയരുമ്പോൾ അതിനു മുകളിൽ വരുന്ന ഭാരവും അതിനോടൊപ്പം ഉയരുന്നു. സ്ക്രൂ തിരിയുന്ന ദിശ നാം ടോമ്മി ദണ്ഡു് തിരിക്കുന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ദണ്ഡിന്റെ അഗ്രത്തിൽ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ പ്രയത്നം പ്രയോഗിച്ചാണു് നാം ദണ്ഡു് തിരിക്കുന്നതു്.

സ്ക്രൂവിന്റെ തുടർച്ചയായ രണ്ടു പിരികളിന്മേലുള്ള രണ്ടു സമസ്ഥാനീയ ബിന്ദുക്കളും തമ്മിലുള്ള അകലത്തെ പിരിയകലം എന്നു വിളിക്കുന്നു.

$$\text{പിരിയകലം} = \frac{1}{\text{സ്ക്രൂവിന്റെ ഒരു മാത്ര നീളത്തിൽ കാണുന്ന പിരികളുടെ എണ്ണം}}$$

സ്ക്രൂ ഒരു പ്രാവശ്യം തിരിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ പിരിയിന്മേലുള്ള ഒരു ബിന്ദു അക്ഷദിശയിൽ എത്ര സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നതാണ് ആ സ്ക്രൂവിന്റെ അഗ്രത. ഏകാരംഭണപിരിയിൽ പിരിയകലം അഗ്രതയ്ക്കു തുല്യമായിരിക്കും.

n ആരംഭണം ഉള്ള പിരിയിൽ അഗ്രത = n × പിരിയകലം ആയിരിക്കും.

ടോമ്മി ബന്ധിന്റെ അഗ്രത്തിൽ P പ്രയത്നം പ്രയോഗിച്ച് ബന്ധും ഒരു പ്രാവശ്യം തിരിക്കുമ്പോൾ പ്രയത്നം $2.\pi.x$ ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇവിടെ x എന്നതു് സ്ക്രൂവിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും പ്രയത്നത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദുവിലേക്കുള്ള ദൂരമാണ്. ഒരു തിരിയലിൽ സ്ക്രൂ അതിന്റെ അഗ്രതയ്ക്കു് തുല്യദൂരം മുകളിലോട്ടുയരുന്നു. അതോടൊപ്പം അതിനു മുകളിലുള്ള W ഭാരവും ഉയരുന്നു.

സ്ക്രൂവിനു് ഏകാരംഭണ പിരിയാണ് ഉള്ളതെങ്കിൽ അഗ്രത = പിരിയകലം $= p$

$$\therefore \text{പ്രവേഗാനുപാതം} = \frac{\text{പ്രയത്നം P സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം}}{\text{ഭാരം W സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം}}$$

$$\text{ദക്ഷത} = \frac{\text{ഉല്പാദം}}{\text{നിവേശം}}$$

$$= \frac{\text{W ഉയർത്തുമ്പോൾ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി}}{\text{യത്നം P ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി}}$$

$$= \frac{W \times p}{2\pi x \times P} = \left(\frac{W}{P}\right) \times \left(\frac{p}{2\pi x}\right) \quad \ldots(2.9)$$

കണക്കു്

ഒരു ടൺ ഭാരം ഉയർത്താൻ പറ്റുന്ന ഒരു സ്ക്രൂ ജാക്കിൽ സ്ക്രൂവിന്റെ പിരിയകലം 6 മി. മീ. ആണ്. 200 മി. മീ. നീളമുള്ള ഒരു ടോമ്മി ബന്ധിന്റെ അറ്റത്താണ് പ്രയത്നം പ്രയോഗിക്കുന്നതു്. ജാക്കിന്റെ ദക്ഷത 60% ആണെങ്കിൽ ആവശ്യമായ പ്രയത്നം കണ്ടുപിടിക്കുക.

തന്നിരിക്കുന്ന കാര്യങ്ങൾ: ദക്ഷത $= 0.6$; $p = 6$ മി. മീ.

$x = 200$ മി. മീ.; $w = 1000$ കി. ഗ്രാം.

$$0.6 = \frac{1000 \times 6}{2\pi \times 200 \times P}$$

$P = 8$ കി. ഗ്രാം (ഏകദേശം)

2.6. ശക്തിപ്രേഷണം

കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ഷാഫ്റ്റിൽ നിന്നും ശക്തി മറ്റൊരു ഷാഫ്ടിലേക്ക് ചില പ്രേഷകോപാധികളുടെ സഹായത്തോടു കൂടി പ്രേഷണം ചെയ്യാൻ സാധിക്കും.

ഒരോന്നിനേയും പ്രത്യേകസംവിധാനക്രമമനുസരിച്ചു പല വിഭാഗങ്ങളിൽപ്പെടുന്നവയാണ് ഈ പ്രേഷകോപാധികളും. ഇവയിൽ ഏതാനും ചില പ്രേഷണരീതികളും താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

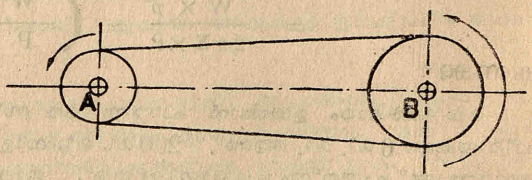
(a) ബെൽട്ട് പ്രേഷണം
(b) ഘർഷണചാലനം
(c) ഗിയർ പ്രേഷണം
(d) കയറോ ചങ്ങലയോ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ശക്തിപ്രേഷണം
(e) വേമും വേം ചക്രവും ഉപയോഗിച്ചുള്ള പ്രേഷണം

മേൽപ്പറഞ്ഞവയിൽ ബെൽട്, ഗിയർ, വേം എന്നിവ ഉപയോഗിച്ചുള്ള പ്രേഷണ രീതികളും നമുക്കു പരിശോധിക്കാം.

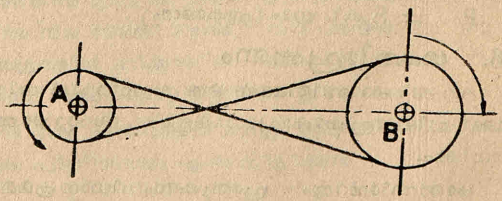
2.6.1 ബെൽട് പ്രേഷണം

പരസ്പരം സമാന്തരമായ A, B എന്ന രണ്ടു ഷാഫ്ടുകൾ സങ്കല്പിക്കുക. ഷാഫ്ട് A–യുടെ ഘൂർണനവേഗം N_a കറക്കങ്ങൾ പ്രതിമിനിട്ട് ആണ്. ഷാഫ്ട് B ഇപ്പോൾ കറങ്ങുന്നില്ലെന്നു കരുതുക. എന്നാൽ ഒരു ഇരുകിയ അഗ്രമില്ലാ ബെൽട് കൊണ്ട് ഷാഫ്ട് B യെ A–യുമായി ബന്ധിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഷാഫ്ട് B യും A യുടെ അതേ ദിശയിൽ കറങ്ങുന്നു. ഇവിടെ A യെ ചാലകഷാഫ്ട് എന്നും B യെ ചാലിതഷാഫ്ട് എന്നും വിളിക്കുന്നു. ഷാഫ്ടിൽ ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കപ്പികളിന്മേലാണ് ബെൽട് ഇടാറു്. അതു കൊണ്ട് ഷാഫ്ട് Aയിലും B യിലും ഓരോ കപ്പി ഉറപ്പിക്കേണ്ടതാവശ്യമാണ്. ഈ കപ്പികൾക്കു മീതെ തോൽ, റബ്ബർ എന്നിവയോ മറേറതെങ്കിലും സംശ്ലിഷ്ടവസ്തുവോ കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള ബെൽട് ഇടുന്നു.

ചിത്രം 2.6 (a) നോക്കുക. കപ്പി ബലമായി ഷാഫ്ടിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു കൊണ്ട് ഷാഫ്ടിനോടൊപ്പം അപ്രദിക്ഷണദിശയിൽ കറങ്ങുന്നു. കപ്പിയുമായി സമ്പർക്കത്തിലുള്ള ബെൽട്ടും അതോടൊപ്പം കറങ്ങുന്നു. ഷാഫ്ട് Bയുമായിഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന കപ്പിയേയും ബെൽട് അപ്രദിക്ഷണദിശയിൽ കറക്കുന്നു. കപ്പികളും ബെൽട്ടുമായി ആപേക്ഷികമായ സ്ലിപ് ഇല്ലെന്നു വിചാരിക്കുക.



(a) OPEN BELT OR DIRECT BELT CONNECTION



(b) CROSS-BELT CONNECTION

ചിത്രം 2.6

അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ A എന്ന കപ്പി N_a പ്രാവശ്യം കറങ്ങുമ്പോൾ ബെൽടിലെ ഓരോ ബിന്ദുവും $N_a \times \pi D_a$ ദൂരം (D_a എന്നതു് കപ്പി A.–യുടെ വ്യാസം) സഞ്ചരിക്കുന്നു. തന്മൂലം ബെൽടു് കപ്പി B–യെ N_b പ്രാവശ്യം കറക്കുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ. എന്നാൽ N_b യുടെ മൂല്യം താഴെ പറയും പ്രകാരം കണക്കാക്കാം.

$$N_b = \frac{N_a \cdot \pi \cdot D_a}{\text{കപ്പി B–യുടെ പരിധി}} = \frac{N_a.\ \pi.\ D_a}{\pi.\ D_b}$$

(ഇവയുടെ D_b എന്നതു് കപ്പി B-യുടെ വ്യാസം ആണു്)

$$\therefore \quad \frac{N_b}{N_a} = \frac{D_a}{D_b} \qquad \ldots\ldots (2.10)$$

$\frac{N_b}{N_a}$ എന്നതു് ഉല്പാദവേഗവും നിവേശവേഗവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതമാണു്. ഇതിനെ വേഗാനുപാതം അഥവാ പ്രേഷണാനുപാതം എന്നു വിളിക്കുന്നു. പ്രേഷണാനുപാതം കപ്പികളുടെ വ്യാസത്തിന്റെ വിപരീതാനുപാതത്തിനു തുല്യമായിരിക്കുമെന്നു് സമീകരണം (2.10)–ൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കാം.

ഒരു ബെൽടു് യോജനസമ്പ്രദായത്തിൽ കപ്പികൾ പരസ്പരം വിപരീതദിശയിലാണു് കറങ്ങേണ്ടതെങ്കിൽ രണ്ടു കപ്പികളും (ചാലകവും ചാലിതവും) ഒരു പിണച്ച ബെൽടു് കൊണ്ടു് ചിത്രം 2.6 (b)–യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ ബന്ധിച്ചാൽ മതി. ഈ സമ്പ്രദായത്തിൽ ബെൽടിന്റെ നീളം മേൽ വിവരിച്ച തുറന്ന ബെൽടു് യോജനരീതിയിലാവശ്യമുള്ളതിനേക്കാളും കൂടുതലായിരിക്കും. ബെൽടു് പ്രേഷണത്തിൽ സ്ലിപ് ഇല്ലെന്നുള്ള സങ്കല്പത്തിന്മേലാണു് (2.10) എന്ന സമീകരണം വ്യംശപാദിച്ചിരിക്കുന്നതു്. എന്നാൽ വാസ്തവത്തിൽ, മിക്കവാറും എല്ലാ സന്ദർഭങ്ങളിലും അല്പമെങ്കിലും സ്ലിപ് ഉണ്ടാകാനിടയുണ്ടു്. ഇതില്ലാതാക്കാൻ ധനാത്മക ബെൽടു് ചാലനം എന്നറിയപ്പെടുന്ന രീതിയാണു് നാം ഉപയോഗിക്കാറു്. ഈ രീതിയുടെ തത്വം ഇവിടെ വിവരിക്കുന്നില്ല. സ്ലിപ് ഒഴിവാക്കാൻ മറെറാരു മാർഗം 'ചങ്ങല–സ്പ്രോക്കറ്റ് ചാലനം' ഉപയോഗിക്കുകയാണു്.

പ്രേഷണത്തിൽ അൽപം സ്ലിപ് ഉണ്ടാകുകയാണെങ്കിൽ എന്തു സംഭവിക്കുമെന്നു നോക്കാം. അപ്പോൾ B–യുടെ വേഗം N_b ആയിരിക്കുകയില്ല, അതിനേക്കാൾ കുറവായിരിക്കും. അതു് N_b' ആണെന്നു വിചാരിക്കുക. അപ്പോൾ സ്ലിപ് താഴെ കാണും പ്രകാരം എഴുതാം

$$\frac{N_b - N_b'}{N_b} = S \qquad \ldots\ldots (2.11)$$

(ഇവിടെ 'S' എന്നതു് സ്ലിപ് ആണു്)

ഇതിൽനിന്നും സ്ലിപ് എന്നതു ചാലിത ഷാഫ്ടിന്റെ വേഗത്തിൽ വരുന്ന കുറവു് ആണെന്നു വരുന്നു. ഇതു ശതമാനമായിട്ടോ അഥവാ ഭിന്നമായിട്ടോ എഴുതാവുന്നതാണു്. ശതമാനക്കണക്കിലാണു് സ്ലിപ് ലഭിക്കേണ്ടതെങ്കിൽ S നെ 100 കൊണ്ടു ഗുണിക്കണം.

സമീകരണം (2.11) താഴെ കാണുന്ന രീതിയിൽ മാറ്റിയെഴുതാം.

$$1 - \frac{N_b'}{N_b} = S \quad \text{അഥവാ} \quad N_b' = N_b \ (1 - S) \qquad \ldots\ (2.12)$$

സമീകരണം (2.10) –ൽ നിന്നും $N_b = N_a \cdot \frac{D_a}{D_b}$ എന്നു നമുക്കറിയാം.

സമീകരണം (2.12) താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ വീണ്ടും ഭേദപ്പെടുത്തിയെഴുതാം.

$$N_b' = \left(N_a - \frac{D_a}{D_b} \right) (1 - S) \qquad \ldots\ (2.13)$$

കണക്കു്:—

ഒരു ചാലക ഷാഫ്ടിൽ നിന്നും മറ്റൊരു ചാലിത ഷാഫ്ടിലേക്കു് ശക്തി പ്രേഷണം ചെയ്യുന്നതിനു് ബെൽടു് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു. ചാലക ഷാഫ്ടിന്മേൽ 70 മി. മീ. വ്യാസമുള്ള A എന്നൊരു കപ്പിയുണ്ടു്. ഇതിന്റെ വേഗം 1500 കറക്കങ്ങളും പ്രതി മിനിട്ടു് (ക. പ്ര. മി.) ആണു്. ചാലിത ഷാഫ്ടിന്മേലുള്ള കപ്പിയുടെ വ്യാസം 250 മി. മീ. ആണു്. എന്നാൽ ചാലിത ഷാഫ്ടിന്റെ ഫ്ലൂർണന വേഗം എത്ര ?

(a) 5% സ്ലിപ് ഉണ്ടെന്നു വിചാരിക്കുക.
(b) സ്ലിപ് തീരെ ഇല്ലെന്നു കരുതുക.

തന്നിരിക്കുന്ന വിവരങ്ങൾ.

$D_a = 70$ മി. മീ.
$D_b = 250$ മി. മീ.
$N_a = 1500$ ക. പ്ര. മി.
$S = 5\% = 0.05$

N_b', N_b എന്നിവയാണു് കണ്ടുപിടിക്കേണ്ടതു്.

സമീകരണം (2.12) –ൽ നിന്നു്

$$N_b = \frac{1500 \times 70}{250} = 420 \text{ ക. പ്ര. മി.}$$

$$N_b' = 420\ (1 - .05) = 399 \text{ ക. പ്ര. മി.}$$

[കുറിപ്പു്:— ഈ ചോദ്യത്തിൽ ബെൽടു് തുറന്നതോ പിണച്ചതോ എന്നു പറഞ്ഞിട്ടില്ല. ഇതു് വേഗാനുപാതത്തെ ഒരു വിധത്തിലും ബാധിക്കുന്നില്ല. ഫ്ലൂർണനഭിശ മാത്രമാണു് ബെൽടു് തുറന്നതോ പിണച്ചതോ എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതു്.]

2.6.2 ഗിയർ ചാലനം

സമാന്തരങ്ങളായ രണ്ടു ഷാഫ്ടുകളിൽ ഒന്നിൽനിന്നും മറ്റൊന്നിലേക്കു് സ്പർ ഗിയറുകളും ഉപയോഗിച്ചു് ശക്തി പ്രേഷണം ചെയ്യാം. ഗിയറുകളുപയോഗിച്ചുള്ള

പ്രേഷണരീതി ധനാത്മകമായിരിക്കും—അതായത് സ്ലിപ് തീരെ ഉണ്ടായിരിക്കുകയില്ല.

ഗിയറെന്നത് കൂറച്ച കനമുള്ള ഒരു ചക്രമല്ലാതെ മറെറാന്നുമല്ല. ഈ ചക്രത്തിൻെറ പരിധിയിൽ പ്രത്യേക ആകൃതിയിൽ നീണ്ടുനിൽക്കുന്ന പല്ലുകൾ വെട്ടിയി

ചിത്രം 2.7

രിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഈ പല്ലുകളുടെ വശങ്ങളും രണ്ടും പ്രതികേന്ദ്രജ പ്രൊഫൈലുള്ളവയാണു്.

ഒരു വൃത്താകാര ഡിസ്ക്കിന്മേൽ പുറമിയിരിക്കുന്ന ചരടു് അതിന്മേൽനിന്നും പുരുളാതെ അഴിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ ചരടിന്റെ അഗ്രം സഞ്ചരിക്കുന്ന വക്രപഥമാണു് പ്രതികേന്ദ്രജം. ഡിസ്ക്കു് ഇതിൽ പ്രതികേന്ദ്രജത്തിന്റെ ആധാരവൃത്തത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.

ചിത്രം 2.7(b) –യിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ഗിയറിലെ പല്ലുകളുടെ അഗ്രവൃത്തത്തിന്റെ വ്യാസം ഗിയറിന്റെ പുറത്തെ വ്യാസമായി കണക്കാക്കുന്നു. വൃത്തീയ അന്തരാളം എന്ന പദം കൊണ്ടർഥമാകുന്നതു് തുടർച്ചയായ രണ്ടു പല്ലുകളുടെ പാർശ്വതലങ്ങളിലെ ഒരുപോലെയുള്ള രണ്ടു ബിന്ദുക്കൾ തമ്മിൽ അന്തരാളവൃത്തത്തിന്മേൽ കൂടി അളക്കുമ്പോഴുള്ള അകലമാണു്. ഒരു ഗിയറിന്റെ അന്തരാളവൃത്തവ്യാസം D കൊണ്ടും അതിലെ പല്ലുകളുടെ എണ്ണം Z കൊണ്ടും സൂചിപ്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ—

$$\text{വൃത്തീയഅന്തരാളം} = \frac{\pi . D}{Z}$$

$$\text{വ്യാസീയഅന്തരാളം} = \frac{Z}{D}$$

$$\therefore \text{വൃത്തീയഅന്തരാളം} = \frac{\pi}{\text{വ്യാസീയ അന്തരാളം}}$$

വ്യാസീയ അന്തരാളത്തിന്റെ വ്യുൽക്രമത്തിനെ മോഡ്യൂൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു.

$$\therefore \text{മോഡ്യൂൾ} = \frac{D}{Z}$$

ഇതു് മില്ലീ മീറ്ററിലാണു് സാധാരണ പറയാറു്.

അഡെൻഡം

അന്തരാളവൃത്തത്തിനും അഗ്രവൃത്തത്തിനും ഇടയിൽവരുന്ന ഗിയർ പല്ലിന്റെ ത്രിജ്യനീളത്തിനാണു് നാം അഡൻഡം എന്നു പറയുന്നതു്.

ഡിഡെൻഡം

ഗിയറിൽ അന്തരാളവൃത്തത്തിനും മൂലവൃത്തത്തിനും ഇടയിലെ പല്ലിന്റെ ത്രിജ്യനീളത്തിനാണു് നാം ഡിഡെൻഡം എന്നു പറയുന്നതു്. ഡിഡെൻഡം എല്ലായ്പോഴും അഡെൻഡത്തെക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും. ഡിഡൻഡവും അഡൻഡവും തമ്മിലുള്ള ഈ വ്യത്യാസമാണു് പിടവു് എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്. ഗിയർ പല്ലിന്റെ അതുകെ ത്രിജ്യഉയരം അതിന്റെ അഡൻഡവും ഡിഡൻഡവും കൂടിയുള്ള തുകയാണു്.

$$\text{അഡെൻഡം} = \frac{1}{\text{വ്യാസീയ അന്തരാളം}}$$

$$\text{ഡിഡെൻഡം} = \frac{1.157}{\text{വ്യാസീയ അന്തരാളം}}$$

$$\text{ആകെ ഉയരം} = \frac{2.157}{\text{വ്യാസീയ അന്തരാളം}}$$

HIGH SCHOOL

സാധാരണ ഒരു ഗിയറിൽ ഇരുപതോ അതിലധികമോ പല്ലുകളുണ്ടായിരിക്കും. ഈ പല്ലുകളുടെ തലം അവയുടെ മുഖത്തിനു ലംബമാകത്തക്ക വണ്ണമാണ് പല്ലുകൾ രൂപപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ, അതായത് പല്ലുകൾ ഋജുവാണെങ്കിൽ, അത്തരം ഗിയറുകളെ സ്പർഗിയറുകൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. പല്ലുകളുടെ തലം മുഖവുമായി ചരിഞ്ഞാണിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ അത്തരം ഗിയറുകളെ ഹെലിക്കൽഗിയറുകൾ എന്നു പറയുന്നു.

ചലനം പ്രേഷണം ചെയ്യുന്ന ഇപ്രകാരമുള്ള രണ്ടു സ്പർഗിയറുകളിൽ ഒന്നിന്റെ പല്ലുകൾ മറ്റതിന്റെ പല്ലുകളുമായി പിണഞ്ഞിരിക്കുന്നു. തൽഫലമായി ഒന്നു കറങ്ങുമ്പോൾ മറ്റതും കറങ്ങുന്നു. പ്രതികേന്ദ്രജതലത്തിനുമേലുള്ള പല്ലുകളുടെ സമ്പർക്കം ഒരു രേഖയിലൂടെയാണ്. ഈ രേഖയെ അന്തരാളരേഖ എന്നു വിളിക്കുന്നു. സാധാരണയായി അന്തരാളരേഖ ഒരു ബിന്ദുവായി ചുരുങ്ങിയിരിക്കും. ഈ ബിന്ദുവാണ് അന്തരാളബിന്ദു.

വ്യത്യസ്തവലുപ്പത്തിലുള്ള രണ്ടു ഗിയറുകളും ക്രടി യോജിപ്പിച്ച് പ്രവർത്തിപ്പിക്കുമ്പോൾ അവയിൽ ചെറുതിനെ പിനിയൻ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഒരു പിനിയനുമേലുള്ള പല്ലുകൾ ഇരുപതിൽ കുറയാൻ പാടില്ല.

പരസ്പരം യോജിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുന്ന G_1, G_2 എന്നീ രണ്ടു ഗിയറുകളും സങ്കല്പിക്കുക. G_1 -ൽ നിന്നും G_2 യിലേക്ക് ഫ്ലൂർണനം പ്രേഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. G_1, G_2 എന്നിവയുടെ പല്ലുകൾ യഥാക്രമം Z_1, Z_2 എന്നു സങ്കല്പിക്കുക. ഒരു നിശ്ചിത സമയത്തിനുള്ളിൽ ഓരോ ഗിയറിന്റെയും Z പല്ലുകൾ അന്തരാളബിന്ദു കടന്നുപോകുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കുക.

അപ്പോൾ,

$$\text{വേഗാനുപാതം} = \frac{G_1 \text{ എന്ന ചാലക ചക്രത്തിന്റെ കറക്കം}}{G_2 \text{ എന്ന ചാലിത ചക്രത്തിന്റെ കറക്കം}}$$

$$= \frac{\frac{Z}{Z_1}}{\frac{Z}{Z_2}} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$\frac{G_1 \text{ന്റെ ക. പ്ര. മീ.}}{G_2 \text{ന്റെ ക. പ്ര. മീ.}} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{G_2 \text{ന്റെ പല്ലുകളുടെ എണ്ണം}}{G_1 \text{ന്റെ പല്ലുകളുടെ എണ്ണം}} \quad \ldots\ldots (2.14)$$

ഇതിൽനിന്ന് ഒരു ഗിയർ പ്രേഷണവ്യവസ്ഥയിൽ വേഗാനുപാതം ഗിയറിന്റെ പല്ലുകളുടെ എണ്ണത്തിന്റെ വിപരീതാനുപാതമാണെന്നു കാണാം.

ഗിയർ പ്രേഷണത്തിൽ രണ്ടു ഗിയറുകളും തമ്മിൽ ധനാത്മകസമ്പർക്കമുള്ളതു കൊണ്ടു് G_2 വിന്റെ ഘൂർണനദിശ G_1 –ന്റെ ഘൂർണനദിശയുടെ എതിരായിരിക്കും.

G_1 ഉം G_2 ഉം ഒരേ ഘൂർണനദിശ വേണമെന്നുള്ളപ്പോൾ Z_3 പല്ലുകളുള്ള ഒരു ഇടനില ഗിയർ G_3 കൂടി ഘടിപ്പിക്കുന്നു.

അപ്പോൾ

$$\frac{G_1 \text{ന്റെ ക. പ്ര. മി.}}{G_3 \text{ന്റെ ക. പ്ര. മി.}} = \frac{Z_3}{Z_1} \quad \ldots\ldots (2.15)$$

$$\frac{G_3 \text{ന്റെ ക. പ്ര. മി.}}{G_2 \text{ന്റെ ക. പ്ര. മി.}} = \frac{Z_2}{Z_3} \quad \ldots\ldots (2.16)$$

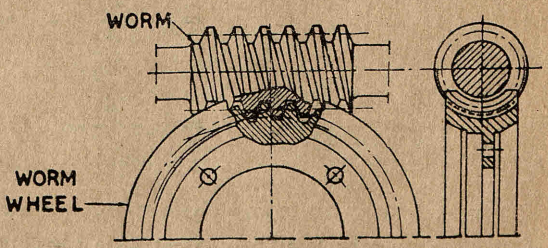
മേൽ കാണിച്ച രണ്ടു സമീകരണങ്ങളുംകൂടി ഗുണിക്കുമ്പോൾ

$$\frac{G_1 \text{ന്റെ ക. പ്ര. മി.}}{G_2 \text{ന്റെ ക. പ്ര. മി.}} = \frac{Z_2}{Z_1}$$ എന്നു ലഭിക്കുന്നു.

ഇതു് സമീകരണം (2.14) തന്നെയാണെന്നു കാണാം. ഇതിൽനിന്നു് ഗിയറുകളുടെ വേഗാനുപാതം ചാലകചാലിതഗിയറുകളിലെ പല്ലുകളുടെ എണ്ണത്തെ മാത്രമാണു് ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതെന്നും ഇടനില ഗിയർ യാതൊരു വിധത്തിലും വേഗാനുപാതത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ലെന്നും മനസ്സിലാക്കാം.

2.6.3 വേമും വേം ചക്രവും ഉപയോഗിച്ചുള്ള പ്രേഷണം.

പരസ്പരം സന്ധിക്കാത്ത രണ്ടു ഷാഫ്ടുകൾ തമ്മിൽ ഘൂർണനചലനം പ്രേഷണം ചെയ്യണമെങ്കിൽ വേമും വേം ചക്രവും ഉപയോഗിക്കേണ്ടിവരും. മിക്കവാറുമുള്ള സന്ദർഭങ്ങളിലെല്ലാം ഈ ഷാഫ്ടുകൾ രണ്ടും പരസ്പരം ലംബമായിരിക്കും. വേമും വേം ചക്രവും ഉപയോഗിച്ചു് 100 വരെയുള്ള വേഗാനുപാതം പ്രേഷണം ചെയ്യാൻ സാധിക്കുന്നു. ഇതു വലിയ വേഗാനുപാതം ആവശ്യമുള്ള സന്ദർഭങ്ങളിൽ സ്പർഗിയറുകൾ ഉപയോഗിക്കണമെങ്കിൽ ഭീമാകാരങ്ങളായ ഗിയറുകൾ ആവശ്യമായി വരുന്നു. തന്മൂലം ഉപയോഗിക്കുക എളുപ്പമല്ല.



ചിത്രം 2.8

ചിത്രം 2.8 –ൽ വേമും വേം ചക്രവുമുപയോഗിച്ചുള്ള പ്രേഷണസമ്പ്രദായം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഈ വ്യൂഹത്തിന്റെ വേഗാനുപാതം

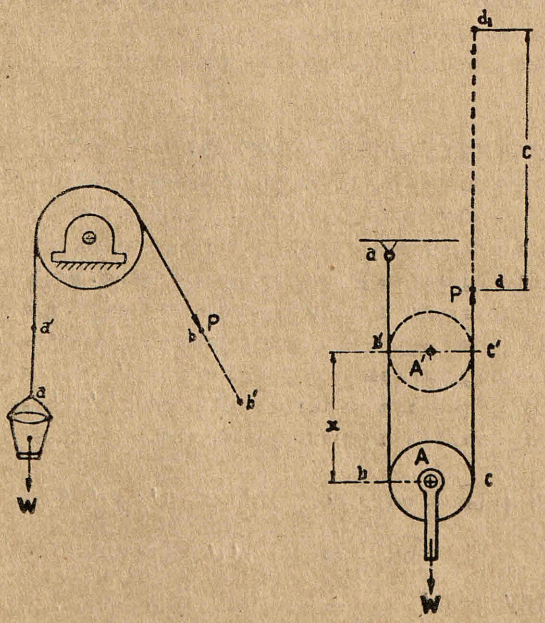
$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A} \qquad \ldots\ldots (2.17)$$

ഇവിടെ N_A, N_B എന്നിവ യഥാക്രമം വേമിൻറെയും വേം ചക്രത്തിൻറെയും ക. പ്ര. മി. ആണു്. Z_B എന്നതു് വേം ചക്രത്തിന്മേലുള്ള അതുകെ പല്ലുകളുടെ എണ്ണവും Z_A എന്നതു് വേമിൻറെ ആരംഭണങ്ങളുടെ എണ്ണവും ആണു് [Z_A സാധാരണയായി ഒന്നോ രണ്ടോ ആയിരിക്കും]

മിക്കവാറും ഏതു വേഗാനുപാതത്തിനും വേം ഗിയറിങ്ങു് ഉപയോഗിക്കാം. പക്ഷേ, വേഗാനുപാതം വർധിക്കുന്നതോടെ ദക്ഷത കുറയുന്നു. ഏകദേശം 1 : 50 എന്ന അനുപാതമായിരിക്കും ഏറ്റവും ഉത്തമം. വേഗാനുപാതം 1 : 10 നു മുകളിൽ വരുന്നെങ്കിൽ മാത്രമേ നാം സാധാരണ നിലയ്ക്കു് വേം ഗിയറിങ്ങു് ഉപയോഗിക്കാറുള്ളൂ.

2.7 കപ്പി വ്യൂഹങ്ങൾ

ഭാരം ഉയർത്തുന്നതിനു് കപ്പികളുപയോഗിക്കുന്നതു് വളരെ സൗകര്യപ്രദമാണു്. കപ്പികൾ രണ്ടു തരത്തിലുള്ളവയുണ്ടു്. ഒന്നാമതായി, ഉറപ്പിച്ച കപ്പികൾ ആണു്.



ചിത്രം 2.9

ഇവയുടെ ഫ്ലൂർണനാക്ഷത്തിന്റെ സ്ഥാനം സ്ഥിരമായിരിക്കും; ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നും മാറുന്നില്ല. രണ്ടാമത്തെ തരം കപ്പികളും ഉറപ്പിക്കാത്തവയാണു്. ഇവയുടെ അക്ഷം ഉയർത്തുകയോ താഴ്ത്തുകയോ ചെയ്യാം. അതായതു് കപ്പികളും ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നു് മറെറാരു സ്ഥലത്തേക്കു് ചലിക്കുന്നു.

ചിത്രം 2.9 (a) യിൽ ഒരു കപ്പിയുപയോഗിച്ചു് W എന്ന ഭാരമുയർത്തുന്നതിനുള്ള ഏറ്റവും ലളിതമായ രീതി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ P എന്ന യത്നം കയറിന്റെ അററത്തു് താഴോട്ടു പ്രയോഗിച്ചാണു് ഭാരം ഉയർത്തുന്നതു്. ഭാരം a യിൽ നിന്നും a' –ലേക്കുയർത്തുമ്പോൾ പ്രയത്നത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദു b –യിൽ നിന്നും b' –ലേക്കു് മാറുന്നു.

കയറിന്റെ നീളം സ്ഥിരമായതുകൊണ്ടു് $aa' = bb'$. അതായതു് പ്രവേഗാനുപാതം ഒന്നായിരിക്കും. മാതൃകാപരമായ പരിതസ്ഥിതിയിൽ, അതായതു് കപ്പിയുടെ ബെയറിങ്ങുകളിൽ ഘർഷണമില്ലെങ്കിൽ, P എന്ന പ്രയത്നം W–വിനു സമമായിരിക്കും. എന്നാൽ ഘർഷണം അനിവാര്യമാണു്. അതു മൂലം P എല്ലായ്പ്പോഴും W –വിനെക്കാൾ കൂടിയിരിക്കും. അതായതു് ദക്ഷത ഒന്നിൽ കുറവായിരിക്കും. ബാൾ ബെയറിങ്ങുകളുപയോഗിച്ചോ, ബുഷ് ബെയറിങ്ങുകളാണുപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ പററിയ മെഴുക്കെണ്ണകളുപയോഗിച്ചോ ഘർഷണം കുറയ്ക്കുവാൻ പറ്റും.

ഉറപ്പിക്കാത്ത കപ്പികളുപയോഗിച്ചാൽ കൂടുതൽ യാന്ത്രികലാഭം ഉണ്ടാകുന്നു. ചിത്രം 2.9 (b)-ൽ ഇത്തരമൊരു ലളിത സമ്പ്രദായം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. കയറിന്റെ ഒരററം a–യിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉറപ്പിക്കാത്ത കപ്പിയായ A –യുടെ ചാലിൽ കൂടി കയർ കടന്നുപോകുന്നു. കയറിന്റെ സ്വതന്ത്രമായ അഗ്രത്തിലുള്ള dഎന്ന ബിന്ദുവിൽ പ്രയത്നം P മേലോട്ടു പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഉറപ്പിക്കാത്ത ഈ കപ്പിയുടെ അച്ചുതണ്ടിന്മേലാണു് ഭാരം W തൂക്കിയിട്ടിരിക്കുന്നതു്. ഈ ഭാരത്തെ Aയിൽ നിന്നും A' വരെ, അതായതു് x ദൂരം ഉയർത്തുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കുക. ഇതേ സമയം പ്രയത്നത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദു d –യിൽ നിന്നും d' വരെ അതായതു് C ദൂരം മാറുന്നു. കപ്പി A–യുടെ പുതിയ സ്ഥാനം ചിത്രത്തിൽ b' c' എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. കയറിന്റെ നീളം വ്യത്യാസപ്പെടാതിരിക്കുന്നതു് മൂലം

$$ab + \widehat{bc} + cd = ab' + \widehat{b'c'} + c'd'$$

$$\widehat{bc} = \widehat{b'c'} \text{ ആയതിനാൽ}$$

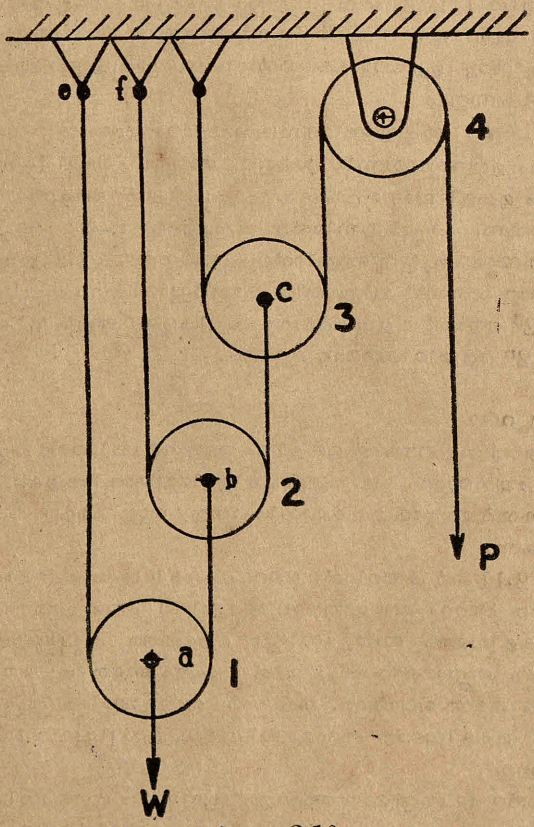
$$bb' + cc' = 2x \text{ എന്നു കിട്ടുന്നു.}$$

അതുകൊണ്ടു് $2x = C$

അതായതു് പ്രവേഗാനുപാതം 2 ആണു്.

ഘർഷണമില്ലെന്നു സങ്കല്പിച്ചാൽ പ്രയത്നം ഭാരത്തിന്റെ പകുതിയായിരിക്കും. എന്നാൽ ഘർഷണം മൂലം യാന്ത്രികലാഭം 2-ൽ അല്പം കുറവായിരിക്കും. ഉദാഹരണത്തിനു, ദക്ഷത 90% ആണെങ്കിൽ യാന്ത്രികലാഭം 1.8 ആയിരിക്കും.

ഉറപ്പിക്കാത്ത കപ്പികളും പല പ്രകാരത്തിൽ ക്രമീകരിച്ചു ഉപയോഗിക്കാം. ഇവയിൽ താഴെ വിവരിക്കാൻ പോകുന്ന രണ്ടു വ്യൂഹങ്ങളും സർവ്വസാധാരണമാണു. കപ്പികളുടെ ഭാരം താരതമ്യേന കുറവായതിനാൽ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വിവരണങ്ങളിലൊന്നും അതു കണക്കിലെടുത്തിട്ടില്ല.



ചിത്രം 2·10

ഒന്നാം വ്യൂഹം

ഇതു് ചിത്രം 2.10 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. കയറിന്റെ ഒരറ്റം ഒരു സ്ഥിര ബിന്ദുവായ e –യിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. കയർ ഒന്നാമത്തെ കപ്പിയുടെ ചാലിൽ ക്രൂടി കടന്നു പോകുന്നു. മറ്റേ അറ്റം വേറൊരു കപ്പിയായ 2–ന്റെ b എന്ന അച്ചുതണ്ടിന്മേൽ കെട്ടിയിരിക്കുന്നു. വേറൊരു കയറിന്റെ ഒരഗ്രം മറ്റൊരു സ്ഥിരബിന്ദുവായ f–ൽ കെട്ടിയിരിക്കുന്നു. കപ്പി 2–ൽ ക്രൂടി കടന്നു പോകുന്ന ഈ കയറിന്റെ മറ്റേ അറ്റം കപ്പി 3–ന്റെ അച്ചുതണ്ടു് c-യുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. ക്രൂതൽ ഉറപ്പിക്കാത്ത കപ്പികളും ക്രൂടി ചേർത്തു് വേണമെങ്കിൽ ഈ വ്യൂഹം ഇനിയും വികസിപ്പിക്കാം.

ചിത്രത്തിൽ 1, 2, 3 എന്നിവ ഉറപ്പിക്കാത്ത കപ്പികളാണു്. അവസാനത്തെ കപ്പി 4 ഉറപ്പിച്ചതാണു്. കയറിന്റെ സ്വതന്ത്രമായ അറ്റം താഴോട്ടു കൊണ്ടു വന്നു് പ്രയത്നം കീഴോട്ടു പ്രയോഗിക്കുവാൻ സൗകര്യപ്പെടുത്തുന്നതിനു് വേണ്ടിയാണു് ഇതുപയോഗിക്കുന്നതു്.

കപ്പി 1–ന്റെ അച്ചുതണ്ടിന്മേലാണു് ഭാരം തൂക്കിയിരിക്കുന്നതു്. ഭാരം W ആകെ x ദൂരം ഉയരുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ കപ്പി 1–ന്റെ അച്ചുതണ്ടായ a യും x ദൂരം മുകളിലോട്ടു പോകുന്നു. കപ്പി 2-ന്റെ അച്ചുതണ്ടായ b അപ്പോൾ 2.x ദൂരം ഉയരുന്നു. കപ്പി മൂന്നിന്റെ അച്ചുതണ്ടു് c–യാകട്ടെ $2.2x = 2^2.x$ ദൂരം ഉയരുന്നു. തന്മൂലം പ്രയത്നത്തിന്റെ പ്രയോഗബിന്ദു $2.2^2x = 2.^3x$ ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നു. അതു കൊണ്ടു് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന കപ്പിവ്യൂഹത്തിൽ പ്രവേഗാനുപാതം 2^3 ആണു്. ഉറപ്പിക്കാത്ത കപ്പികളുടെ എണ്ണം 'n' ആണെങ്കിൽ പ്രവേഗാനുപാതം 2^n ആയിരിക്കുമെന്നു കാണാം.

രണ്ടാം വ്യൂഹം

രണ്ടാമത്തെ വ്യൂഹത്തിൽ മുകളിലും താഴെയുമായി രണ്ടു കപ്പി ബ്ലോക്കുകൾ ഉണ്ടു്. ഇവയോരോന്നും പല കപ്പികൾ ക്രൂട്ടിച്ചേർത്താണു ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നതു്. ഇതിൽ ഒരു കയർ മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കുന്നുള്ളു. അതു് എല്ലാ കപ്പികളിൽ ക്രൂടിയും കടന്നു പോകുന്നു.

ചിത്രം 2.11 –ൽ കയറിന്റെ ഒരറ്റം മുകളിലത്തെ ബ്ലോക്കിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. മറ്റേ അറ്റം താഴത്തെ ബ്ലോക്കിലെ ആദ്യത്തെ കപ്പിയിൽ ക്രൂടിയും പിന്നീടു് മുകളിലത്തെ ബ്ലോക്കിലെ ആദ്യത്തെ കപ്പിയിൽ ക്രൂടിയും വീണ്ടും അടിയിലത്തെ രണ്ടാമത്തെ കപ്പിയിൽ ക്രൂടിയും അതേ പ്രകാരം എല്ലാ കപ്പികളിൽ ക്രൂടിയും കടന്നു പോകുന്നു. താഴത്തെ ബ്ലോക്കിലെ കപ്പികളെല്ലാം ഉറപ്പിക്കാത്തവയും മുകളിലത്തെ ബ്ലോക്കിലുള്ളവ ഉറപ്പിച്ചവയുമായിട്ടാണു് ഇവിടെ പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്.

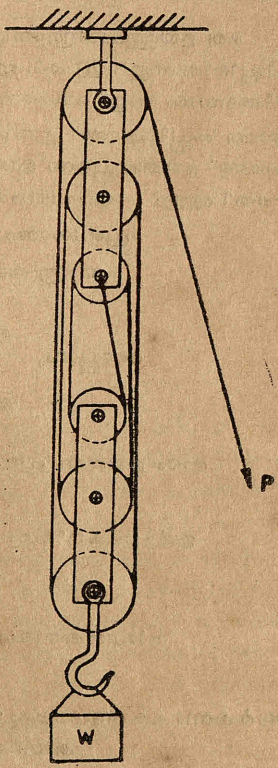
കയറിന്റെ സ്വതന്ത്രമായ അറ്റത്തു് പ്രയത്നം പ്രയോഗിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ അടിയിലെ ബ്ലോക്കിൽ ഭാരം തൂക്കിയിരിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിൽ രണ്ടു ബ്ലോക്കുകളിലും മൂന്നു കപ്പികൾ വീതമാണുള്ളതു്. ഭാരം

x ദൂരം ഉയരുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ. രണ്ടു ബ്ലോക്കുകൾക്കുമിടയിൽ കയറിനു് 6 ഇഴകൾ ആണുള്ളതു്. ഭാരം x ഉയരുമ്പോൾ ഇവയുടെ ആകെ നീളത്തിൽ 6x കുറവു വരുന്നു. കയറിന്റെ ആകെ നീളം വ്യത്യാസപ്പെട്ടുന്നില്ലാത്തതിനാൽ സ്വതന്ത്രമായ അഗ്രത്തിന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം 6x ആയിരിക്കും.

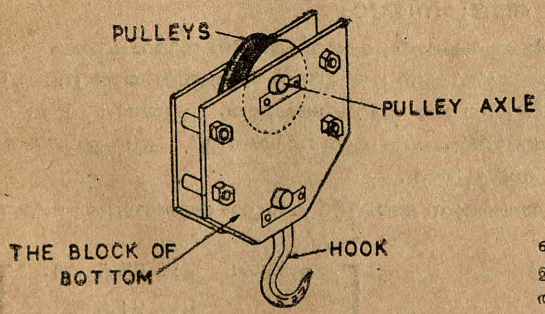
$$\text{അപ്പോൾ പ്രവേഗാനുപാതം} = \frac{6x}{x} = 6$$

ആകെ ഉപയോഗിക്കുന്ന കപ്പികളും 6 ആയതുകൊണ്ടു് പ്രവേഗാനുപാതം കപ്പികളുടെ എണ്ണത്തിനു തുല്യമാണെന്നു പറയാം.

ഈ വ്യൂഹത്തിൽ ആകെ കപ്പികളുടെ എണ്ണം n ആയാൽ പ്രവേഗാനുപാതവും n ആയിരിക്കും.



ചിത്രം 2.11



ചിത്രം 2.12

ചിത്രം 2.12–ൽ താഴത്തെ ബ്ലോക്കിന്റെ മറ്റൊരു ലഘുതമായ ഡിസൈൻ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം:—

ഒരു ഉയർത്തുപയന്ത്രത്തിൽ ഒന്നാം വ്യൂഹത്തിൽ ഒപെട്ട കപ്പികളാണ് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നതു്. 20 കി. ഗ്രാം പ്രയത്നം കയറിന്റെ സ്വതന്ത്രാഗ്രത്തിൽ പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ അതു് സെക്കൻഡിൽ 1 മീ. വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. 4 ഉറപ്പിക്കാത്ത കപ്പികളാണ് ഇതിലുപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ, 75% ഭക്ഷത സങ്കല്പിച്ചുകൊണ്ടു് ഉയർത്തപ്പെടുന്ന ഭാരം കണക്കാക്കുക. ഈ ഉപയന്ത്രത്തിന്റെ ഉല്പാദകതിരശ്ശക്തി എത്ര? ഘർഷണം മൂലം എത്ര കൃതിരശ്ശക്തി നഷ്ടപ്പെടുന്നു?

പ്രവേഗാനുപാതം $= 2^4 = 16$

യാന്ത്രികലാഭം = പ്രവേഗാനുപാതം × ഭക്ഷത

$= 0.75 \times 16 = 12$

അപ്പോൾ, $\frac{\text{ഭാരം}}{20} = 12$

$\therefore$ ഭാരം $= 20 \times 12 = 240$ കി. ഗ്രാം.

ഭാരം ഉയരുന്ന പ്രവേഗം $= \frac{1}{16}$ മീ. / സെ. മീ.

ഉൽപ്പാദകതിരശ്ശക്തി $= \frac{240 \times 1}{16} \times \frac{1}{75}$

$= 0.2$ കു. ശ.

നിവേശകതിരശ്ശക്തി $= 20 \times 1 \times \frac{1}{75}$

$= 0.267$ കു. ശ.

ഘർഷണം കൊണ്ടു നഷ്ടപ്പെടുന്ന കൃതിരശ്ശക്തി $= 0.267 - 0.2$

$= 0.067$ കു. ശ.

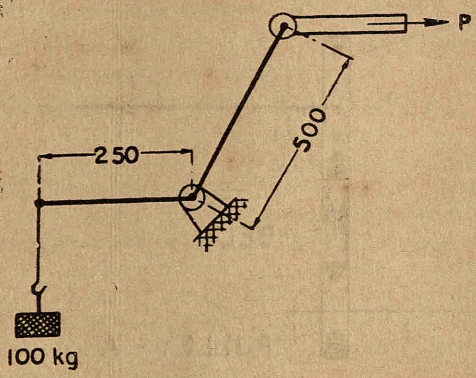
അഭ്യാസങ്ങൾ

1. പ്രവേഗാനുപാതം, യാന്ത്രികലാഭം, ഭക്ഷത എന്നിവ നിർവചിക്കുക.

(a) ചിത്രം (i) —ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു ലീവർ യന്ത്രാവലിയിൽ 100 കി. ഗ്രാം ഭാരം ഉയർത്തുന്നതിനാവശ്യമായ യത്നം കണക്കാക്കുക. പ്രയത്നം P ലീവറിന്റെ നീളം കൂടിയ ഭുജത്തിന്മേലാണ് പ്രയോഗിക്കുന്നതു്. ഈ ഉപകരണത്തിന്റെ ഭക്ഷത 90% എന്നു സങ്കല്പിക്കുക.

(b) P പ്രയോഗിച്ചു് ഉയർത്താവുന്ന ഭാരം 105 കി. ഗ്രാം ആണെങ്കിൽ ഭക്ഷത എത്ര?

[ഉത്തരം: a) 55.5 കി.
b) 94.5 %]



ചിത്രം (i)

2. 3 ടൺ ഭാരമുള്ള ഒരു മോട്ടോർകാർ മണിക്കൂറിൽ 100 കി. മീ. വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ആകെ അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്രതിരോധബലം കാറിന്റെ ഓരോ ടൺ ഭാരത്തിനും 10 കി. ഗ്രാം. വീതമാണ്. എന്നാൽ കാറിന്റെ കുതിരശക്തി കണക്കാക്കുക. [ഉത്തരം: 11.1 കു. ശ.]

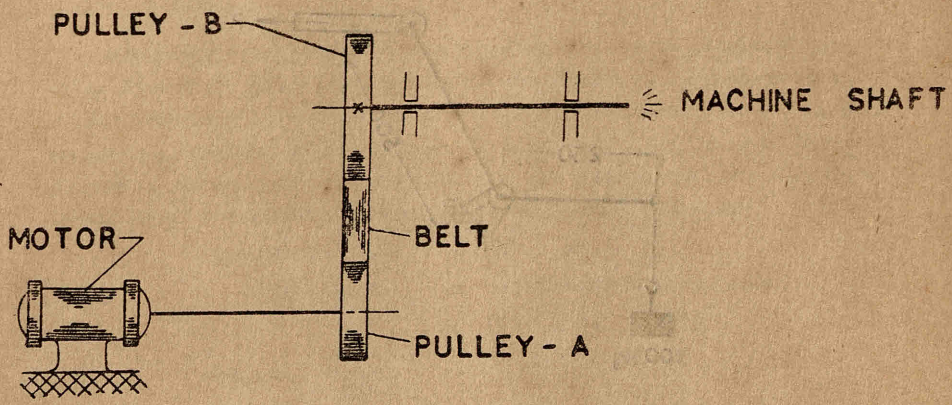
3. ഒരു കുഴിയിൽ നിന്നും മണ്ണ് കയറ്റുന്നതിനായി ഒരു ചക്രവും തണ്ടും ഉപയോഗിക്കുന്നു. മണ്ണ് കയറ്റുന്ന തൊട്ടി നിറയുമ്പോൾ അതിന്റെ ഭാരം 80 കി. ഗ്രാം ആണ്. ചക്രത്തിന്റെ വ്യാസം 100 സെ. മീ. ഉം അച്ചുതണ്ടിന്റെ വ്യാസം 30 സെ. മീ. ഉം ആണ്. ഈ ഉപയന്ത്രത്തിന്റെ ഭക്ഷത 80% ആണെങ്കിൽ ആവശ്യമായ പ്രയത്നം കണക്കാക്കുക. [ഉത്തരം: 30 കി. ഗ്രാം.]

4. W എന്ന ഭാരം ഉയർത്തുന്നതിനായി ഒരു വിൻഡ്‌ലാസ്സ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചിത്രം 2.4 നോക്കുക. തണ്ടിന്റെ ഒരറ്റത്ത് 30 സെ. മീ. നീളമുള്ള ഒരു ക്രാങ്ക് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. തണ്ടിന്റെ വ്യാസം 20 സെ. മീ. ആണ്. ക്രാങ്കിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന പ്രയത്നം P 20 കി. ഗ്രാം ആണ്. ഭക്ഷത 90% ആണെങ്കിൽ കണക്കാക്കുക. [ഉത്തരം: 54 കി. ഗ്രാം]

5. സ്ക്രൂജാക്കിന്റെ വൃത്തിയായ ഒരു ചിത്രം വരച്ച് പ്രവർത്തനതത്വം വിവരിക്കുക. 2 ടൺ ഭാരമുയർത്തുന്നതിനുള്ള ഒരു സ്ക്രൂജാക്കിൽ സ്ക്രൂവിന്റെ പിരിയകലം 6 മി. മീ. ആണ്. ടോമ്മി ദണ്ഡിന്റെ അറ്റത്ത് സ്ക്രൂവിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും 180 മി. മീ. അകലെ 20 കി. ഗ്രാം. പ്രയത്നം പ്രയോഗിക്കുന്നു. എന്നാൽ സ്ക്രൂ ജാക്കിന്റെ ഭക്ഷത കണക്കാക്കുക.

[ഉത്തരം: 53%]

6. ശക്തിപ്രേഷണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന വിവിധരീതികൾ ഏവ? തുറന്ന ബെൽട്ടുകളും പിണച്ച ബെൽട്ടുകളും ഉപയോഗിച്ചുള്ള പ്രേഷണരീതികൾ വിവരിക്കുക ?



ചിത്രം (ii)

ചിത്രം (ii) –ൽ തുറന്ന ബെൽട്ടുപയോഗിച്ച് ഒരു യന്ത്രത്തിന്റെ ഷാഫ്ടിലേയ്ക്ക് ഘൂർണനചലനം പ്രേഷണം ചെയ്യുന്ന രീതി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. മോട്ടോറിന്റെ വേഗത 1440 ക. പ്ര. മി. ആണ്. മോട്ടോർ ഷാഫ്ടിൽ ഒരു ചാലകചക്രം A ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. മറേറ ചക്രം B, യന്ത്രത്തിന്റെ ഷാഫ്ററിലും ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. രണ്ടു ചക്രങ്ങളും ബെൽട്ടുകൊണ്ട് ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. Bയുടെ വ്യാസം 250 മി.മീ.–ഉം ഘൂർണനവേഗം 400 ക.പ്ര.മി. യും ആണെങ്കിൽ Aയുടെ വ്യാസമെത്ര?

[ഉത്തരം: 69.3 മി. മീ.]

7. മേൽ ചോദ്യത്തിൽ 6% സ്ലിപ് ഉണ്ടെങ്കിൽ യന്ത്രത്തിന്റെ ഷാഫ്ടിന്റെ വേഗം കണക്കാക്കുക.

[ഉത്തരം: 376 ക. പ്ര. മി.]

8. ചിത്രങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെ ഗിയർമാലകളും ഉപയോഗിച്ചുള്ള ശക്തിപ്രേഷണരീതി വിവരിക്കുക.

A,B എന്ന രണ്ടു ഷാഫ്ടുകളും ഗിയർമാലകളും ഉപയോഗിച്ച് അന്യോന്യം യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഷാഫ്ട് A യുടെ വേഗം 900 ക.പ്ര.മി. ആണ്. B–ക്ക് 400 ക.പ്ര.മി. വേണം. ചെറിയ ഗിയറിന്മേൽ 35 പല്ലുകളുണ്ട്. എങ്കിൽ വലിയ ഗിയറിന്മേലുള്ള പല്ലുകളെത്ര? പല്ലുകളുടെ എണ്ണം ഒരു പൂർണസംഖ്യ ആയ്തു കൊണ്ട് ഷാഫ്ട് A യുടെ വ്യത്യാസപ്പെട്ട വേഗം കണക്കാക്കുക.

[ഉത്തരം: 79 പല്ലുകൾ]

9. പൊക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന കപ്പി വ്യൂഹങ്ങൾ ചുരുക്കി വിവരിക്കുക. പൂത്തിയുള്ള ചിത്രങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെ പ്രവർത്തനതത്വം വിശദമാക്കുക.

10. ശക്തി എന്നാൽ എന്ത്? സ്തൂ. കു. ശ., ബ്രേ. കു. ശ. എന്നിവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം വിശദമാക്കുക.

11. രണ്ടാം കപ്പി വ്യൂഹമുപയോഗിച്ച് 1000 കി. ഗ്രാം ഭാരം സെക്കൻറിൽ 0.2 മീറ്റർ വേഗത്തിൽ ഉയർത്തണം. താഴത്തെ ബ്ലോക്കിൽ 2 കപ്പികളും മുകളിലത്തേതിൽ 3 കപ്പികളുമുണ്ട്. 70% ദക്ഷത സങ്കല്പിച്ചുകൊണ്ട് പ്രയത്നവും നിവേശകതീരശക്തിയും കണക്കാക്കുക.

കപ്പികളുടെ സംവിധാനക്രമം ചിത്രം വരച്ചു കാണിക്കുക.

[ഉത്തരം: 286 കി. ഗ്രാം, 3.81 കി. ശ.]

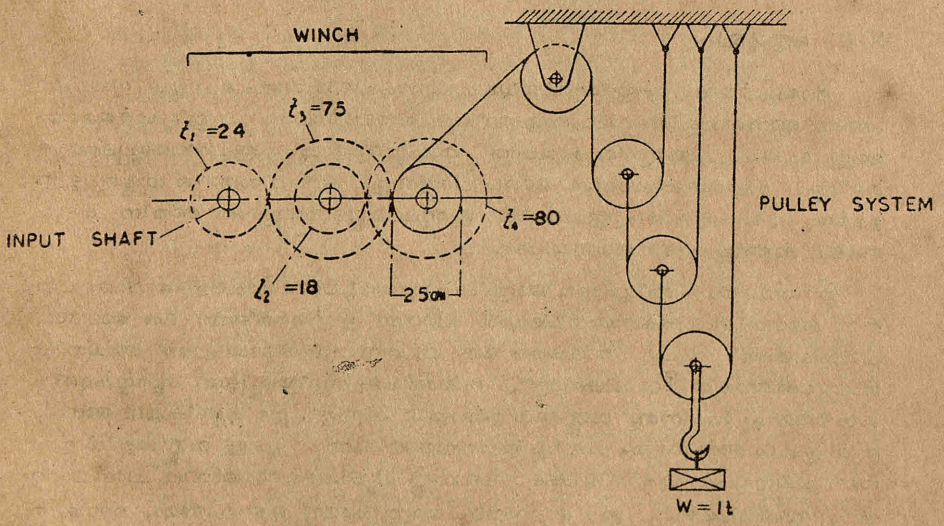
12. ചിത്രം (iii) ൽ കപ്പികളുടെ സഹായത്തോടെ ഭാരമുയർത്തുന്നതിനുള്ള ഒരു വിൻച് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. കപ്പികളിൽ നിന്നുമുള്ള കയർ വിൻചിൻെറ ചക്രത്തിന്മേൽ ചുറ്റിയിരിക്കുന്നു. നാലു ഗിയറുകളും ഉപയോഗിച്ച ഒരു സംയുക്ത ഗിയർമാല ഉൾക്കൊള്ളുന്നതാണ് വിൻച്. ഇവയിലെപല്ലുകൾ Z_1, Z_2, Z_3, Z എന്നിവ ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ചക്രത്തിൻെറ വ്യാസം 25 സെ. മീ. ആണ്. ചക്രം ഗിയർ 4 മായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഗിയർ 1 ഒരു വൈദ്യുത മോട്ടോർ ഉപയോഗിച്ച് 850 ക. പ്ര. മീ. വേഗത്തിൽ ഓടിക്കുന്നു. ഉയർത്തേണ്ട ഭാരം 1 ടണ്ണും കപ്പിവ്യൂഹത്തിൻെറ ദക്ഷത 80%-ും വിൻചിൻെറ ദക്ഷത 75%-ും ആണെങ്കിൽ താഴെ പറയുന്നവ കണക്കാക്കുക.

(a) ഭാരം ഉയരുന്ന വേഗം

(b) മോട്ടോറിനാവശ്യമായ കുതിരശക്തി

(c) മോട്ടോർ ഷാഫ്ടിന്മേൽ വരുന്ന ഫ്ലൂർണനബലം

(ഉത്തരം: (a) 6 മീ. / മിനുട്ട്
(b) 2.22 കു. ശ.
(c) 1875 കി. ഗ്രാം സെ. മീ.



ചിത്രം (iii)

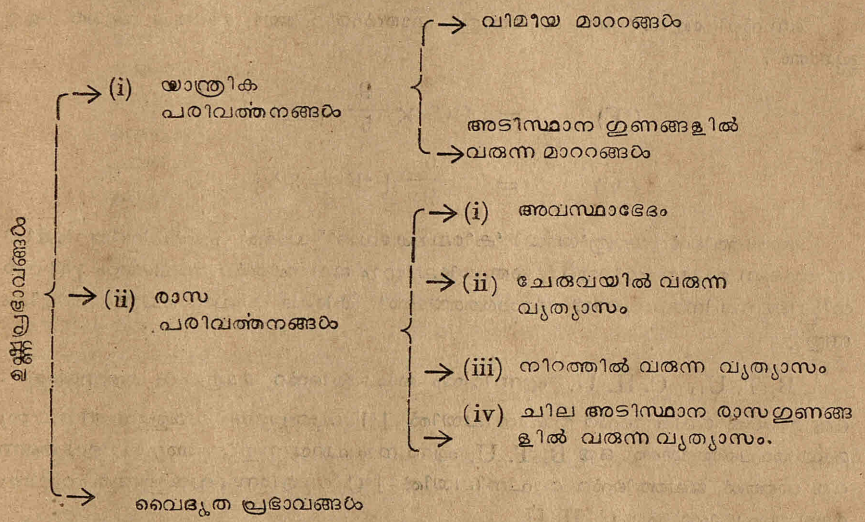
3

താപനിലയും വിശിഷ്ട താപവും—സമ്പൂർണ താപം—ചാലനം, സംവഹനം, വികിരണം—വാതകങ്ങളുടെ ഗുണവിശേഷങ്ങൾ—ഇന്ധനങ്ങളുടെ ദഹനം—കലോറിക മൂല്യം—കല്ലരി, കോക്ക്, പ്രകൃതിവാതകം, എണ്ണകൾ, പെട്രോൾ തുടങ്ങിയവ.

3.1 ആമുഖം

താപോർജവും യാന്ത്രികോർജവും പരസ്പരം പരിവർത്തനം ചെയ്യുക സാധ്യമാണെന്നു് അനുഭവത്തിൽ നിന്നും നമുക്കറിയാം. താപോർജത്തെ യാന്ത്രികോർജമായും അതു പോലെ, യാന്ത്രികോർജത്തെ താപോർജമായും രൂപാന്തരപ്പെടുത്താൻ കഴിയും. ഊർജസംരക്ഷണനിയമവും പറയുന്നതു്, ഒരു വിധത്തിൽ നഷ്ടപ്പെടുന്ന ഊർജം മറേറതെങ്കിലും രൂപത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നതല്ലാതെ അതിനു നാശം സംഭവിക്കുന്നില്ല എന്നു തന്നെയാണു്.

ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തിച്ചിട്ടോ, യാന്ത്രിക പ്രവൃത്തിമൂലമോ താപം ഉണ്ടാകുന്നു. പലതരം ആവശ്യങ്ങൾക്കുപയോഗിക്കുവാൻ പറ്റുന്ന ഊർജത്തിന്റെ ഒരു അവസ്ഥാവിശേഷമാണു് താപം. താപത്തെ ഒരു ചലനസമ്പ്രദായമായിട്ടാണു് ആധുനിക ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നിർവചിക്കുന്നതു്. തന്മാത്രകളെന്നറിയപ്പെടുന്ന സൂക്ഷ്മകണികകൾ ഒരുമിച്ചു ചേർന്നാണു് വസ്തുക്കൾ ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതു്. ഈ കണികകൾ അഥവാ തന്മാത്രകൾ അനസ്യൂതം ചലിച്ചു കൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു. ചൂടുള്ള വസ്തുക്കളിൽ ഇവയുടെ ചലനവേഗം കൂടിയിരിക്കും. ഒരു വസ്തു ചൂടാകുമ്പോൾ അതിൽ ചില മാറ്റങ്ങൾ സംഭവിക്കുന്നു. ഈ മാറ്റങ്ങൾ യാന്ത്രികമോ, രാസപരമോ, വൈദ്യുതപരമോ ആകാം.



3.2 താപനില അഥവാ താപമാനം

താപനില എന്ന സങ്കല്പം ആപേക്ഷികമാണ്. ഒരു വസ്തുവിന്റെ താപനില അതിന്റെ ശീതോഷ്ണസ്ഥിതിയുടെ കാഷ്ഠയെ കുറിക്കുന്നു. അതായത്, വസ്തുവിലെ താപത്തിന്റെ തീവ്രതയെയാണ് താപനില കാണിക്കുന്നത്. ഇപ്രകാരം താപനില മൂടിന്റെ സ്വഭാവം അഥവാ തീക്ഷ്ണതയും താപം അഥവാ ഉഷ്ണം എന്നതും അതിന്റെ പരിമാണവും ആകുന്നു. വസ്തു ചൂടാകുമ്പോൾ അതിന്റെ താപനില വർധിക്കുന്നു.

വസ്തുവിലുണ്ടാകുന്ന യാന്ത്രിക, വൈദ്യുത, രാസ മാറ്റങ്ങൾക്കെല്ലാം കാരണം മേല്പറഞ്ഞ താപനിലയാണ്. ഒരു വസ്തുവിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന താപത്തിന്റെ അളവ് അതിന്റെ താപനില, ദ്രവ്യമാനം, ആപേക്ഷികതാപം എന്നീ മൂന്ന് ഘടകങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. ആപേക്ഷികതാപം വീണ്ടും താപനിലയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. C. G. S. സമ്പ്രദായത്തിൽ ഡിഗ്രി സെൻറിഗ്രേഡ് ആയും F. P. S. സമ്പ്രദായത്തിൽ ഡിഗ്രി ഫാരൻഹീറ് ആയുമാണ് ഒരു വസ്തുവിന്റെ താപനില സൂചിപ്പിക്കുക. താപനില അളക്കുന്നതിനുള്ള ഉപകരണമാണ് ഥർമോമീറർ. സാധാരണ മർദ്ദത്തിൽ ജലത്തിന്റെ ഹിമാങ്കവും കഥനാങ്കവും യഥാക്രമം 32°F–ം 212°F–ം ആകുന്നു. സെൻറിഗ്രേഡ് അളവിൽ ഇവ യഥാക്രമം 0°C, 100°C എന്നിങ്ങനെയാണ്. സെൻറിഗ്രേഡ് വ്യവസ്ഥയിൽ അളക്കുന്ന താപനില 'C' എന്നും ഫാരൻഹീറ് വ്യവസ്ഥയിൽ അളക്കുന്ന താപനില 'F' എന്നുമാണ് എഴുതുന്നത്.

സെൻറി ഗ്രേഡ് അളവു തോതു് ഫാരൻഹീറ്റായി മാറ്റുക വളരെ എളുപ്പമാണു്.

$$(°F) = (°C) \times \frac{9}{5} + 32;$$

$$(°C) = \frac{5}{9} [°F - 32]$$

താപത്തിൻെറ 'മാത്ര'യായി 'കിലോ കലോറി' യാണു് എൻജിനീയറിങ്ങിൽ സാധാരണ ഉപയോഗിക്കാറു്. ഒരു കിലോഗ്രാം ജലത്തിൻെറ താപമാനം 1°C വർധിപ്പിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ താപത്തെയാണു് കിലോ കലോറിയെന്നു വിളിക്കുന്നതു്.

B. T. U., C. H. U. എന്നിവയും താപത്തിൻെറ മാത്രകൾ തന്നെയാണു്. ഒരു റാത്തൽ ജലത്തിൻെറ താപനിലയിൽ 1°F വ്യത്യാസം വരുത്തുന്നതിനാവശ്യമായ താപത്തെയാണു് ഒരു B. T. U. എന്നു നാം പറയുന്നതു്. അതുപോലെ തന്നെ ഒരു റാത്തൽ ജലത്തിൻെറ താപനിലയിൽ 1°C വ്യത്യാസം വരുത്തുന്നതിനാവശ്യമായ താപമാണു് ഒരു C. H. U.

1 കിലോ കലോറി = 2·2 C. H. U. = 39·6 B. T. U.

3.3 ആപേക്ഷികതാപം

ഒരു കിലോഗ്രാം ജലത്തിനു് താപനിലയിൽ 1°C വ്യത്യാസം വരുത്തുന്നതിനു വേണ്ടിവരുന്ന താപം, ഒരു കിലോഗ്രാം മറേറതെങ്കിലും വസ്തുവിൻെറ (ഇരുമ്പെന്നിരിക്കട്ടെ) താപനിലയിൽ 1°C വ്യത്യാസം വരുത്തുന്നതിനാവശ്യമായ താപത്തിൽ നിന്നും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുമെന്നതു് തികച്ചും സ്വാഭാവികമാണു്. ഇതിൻെറ കാരണം ജലത്തിൻേറയും ഇരുമ്പിൻേറയും ആപേക്ഷികതാപം വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതു കൊണ്ടാണു്.

ഒരു വസ്തുവിൻെറ ആപേക്ഷികതാപമെന്നതു് ഒരു മാത്ര ദ്രവ്യമാനമുള്ള ആ വസ്തുവിൽ 1°C താപനില വ്യത്യാസം വരുത്തുന്നതിനാവശ്യമായ താപവും അതേ ദ്രവ്യമാനം ജലത്തിൻെറ താപനില 1° വ്യത്യാസപ്പെടുത്തുന്നതിനു വേണ്ടി വരുന്ന താപവും തമ്മിലുള്ള അനുപാത സംഖ്യയാണു്.

ഒരു വസ്തുവിൻെറ ആപേക്ഷികതാപം

$$= \frac{\text{1 മാത്ര വസ്തുവിൻെറ താപനില 1°C വർധിപ്പിക്കാൻ വേണ്ടിവരുന്ന താപം}}{\text{1 മാത്ര ജലത്തിൻെറ താപനില 1°C വർധിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള താപം}}$$

ഇതിൽനിന്നും ജലത്തിൻെറ ആപേക്ഷികതാപം 1 ആണെന്നു കാണാം. വിവിധ വസ്തുക്കളുടെ ആപേക്ഷികതാപം വ്യത്യസ്തമാണെന്നു പരീക്ഷണങ്ങളും തെളിയിച്ചിരിക്കുന്നു. ചില പ്രധാന വസ്തുക്കളുടെ ആപേക്ഷിക താപം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

വസ്തു	— ആപേക്ഷിക താപം
ഇരുമ്പ്	— 0·11
അലുമിനിയം	— 0·21
ചെമ്പ്	— 0.10
മണ്ണെണ്ണ	— 0·50
കാരീയം	— 0·03
ഉരുക്ക്	— 0·12
പിച്ചള	— 0·09
നാകം	— 0·09

ഒരു വസ്തുവിന്റെ ആപേക്ഷികതാപം അറിയാമെങ്കിൽ ആ വസ്തുവിന്റെ താപനില ഒരു നിശ്ചിത അളവിൽ വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി വരുന്ന താപം എളുപ്പത്തിൽ കണക്കാക്കാം. അതുപോലെ തന്നെ വസ്തു ഒരു നിശ്ചിത അളവു തണുപ്പിക്കുന്നതിന് വസ്തുവിൽ നിന്നും നീക്കം ചെയ്യേണ്ടതായ താപവും കണ്ടുപിടിക്കാം.

ചൂടാക്കുന്നതിനാവശ്യമായ താപം

= ആപേക്ഷികതാപം × വസ്തുവിന്റെ തൂക്കം × താപനില വർധന

തണുപ്പിക്കുന്നതിനു നീക്കം ചെയ്യേണ്ടതായ താപം

= ആപേക്ഷിക താപം × വസ്തുവിന്റെ തൂക്കം × താപനില വീഴ്ച

താപനില വർധന അല്ലെങ്കിൽ താപനിലവീഴ്ച T എന്ന അക്ഷരംകൊണ്ടും, വസ്തുവിന്റെ ആപേക്ഷികതാപം K കൊണ്ടും, അതിന്റെ തൂക്കം W കൊണ്ടും കുറിക്കുകയാണെങ്കിൽ വസ്തുവിനു് നൽകുകയോ അതിൽ നിന്നും നീക്കം ചെയ്യേണ്ടി വരുകയോ ചെയ്യുന്ന താപം = K. W. T.

കണക്കു്

2 കി.ഗ്രാം തൂക്കമുള്ള ചൂട പിടിപ്പിച്ച ഒരു ഇരുമ്പു ഭണ്ഡിൽ നിന്നും 8 കിലോ കലോറി താപം നീക്കം ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ താഴെ പറയുന്നവ കണക്കാക്കുക.

(i) താപനിലയിൽ വരുന്ന കുറവു്, ഡിഗ്രി സെൻറി ഗ്രേഡിൽ.

(ii) ഇരുമ്പു ഭണ്ഡിന്റെ തുടക്കത്തിലുള്ള താപനില 200°C ആണെങ്കിൽ താപം നീക്കിയതിനു ശേഷമുള്ള താപനില ഡിഗ്രി സെൻറി ഗ്രേഡിൽ. (ഇരുമ്പിന്റെ ആപേക്ഷിക താപം = 0·11)

കണക്കു ചെയ്യൽ:

(i) $8 = 0{\cdot}11 \times 2T$

$$\therefore T = \frac{8}{0{\cdot}11 \times 2} = 36{\cdot}3^{\circ}C$$

(ii) $(200 - T_2) = 36{\cdot}3^{\circ}C$

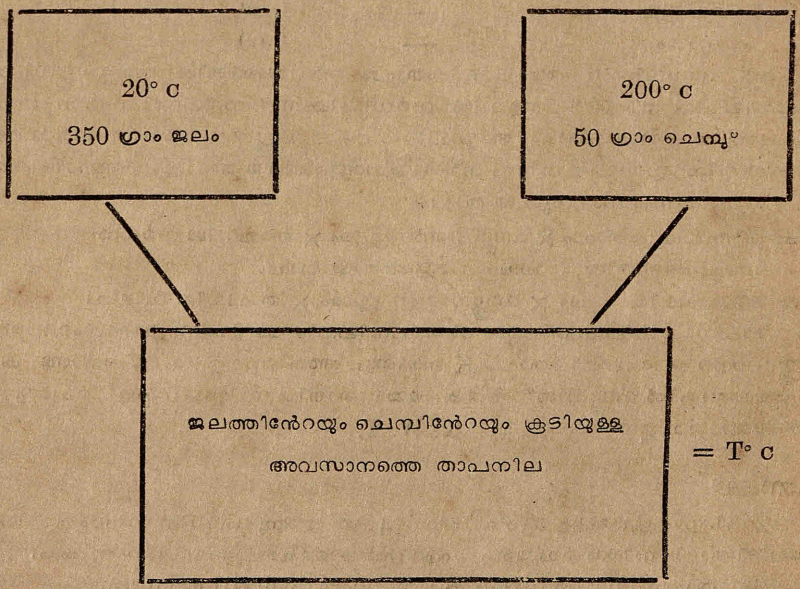
(T_2 എന്നതു് താപം നീക്കിയതിനു ശേഷമുള്ള താപനില)

$\therefore T_2 = 200 - 36{\cdot}3 = 163{\cdot}7^{\circ}C$

കണക്ക്

ഒരു പാത്രത്തിലുള്ള 350 ഗ്രാം ജലത്തിന്റെ താപനില 20°C ആണ്. അതിൽ 200C° താപനിലയോട്ടു ക്രടിയ 50 ഗ്രാം തൂക്കമുള്ള ഒരു ചെമ്പുകമ്പി മുക്കി വെയ്ക്കുന്നു. എന്നാൽ ജലത്തിന്റെ താപനിലയിൽ വരുന്ന വർധന കണക്കാക്കുക. ചെമ്പിന്റെ ആപേക്ഷിക താപം 0.1 എന്നെടുക്കാം

കണക്കുചെയ്യൽ:



ജലത്തിന്റേയും ചെമ്പിന്റേയും ക്രടിയ പരിണത താപനില

= T°C എന്നു സങ്കല്പിക്കുക.

T 20°C–ൽ ക്രട്ടതലും 200°C–ൽ കുറവുമായിരിക്കും

അന്തരീക്ഷത്തിലേയ്ക്കു താപം നഷ്ടപ്പെടുന്നില്ലെന്നു കരുതുകയാണെങ്കിൽ

ചെമ്പിൽ നിന്നും നഷ്ടപ്പെടുന്ന താപം

= ജലത്തിനു ലഭിക്കുന്ന താപം

ചെമ്പിൽനിന്നും നഷ്ടപ്പെടുന്ന താപം

= 0·1 × ·05 (200—T) കിലോ കലോറി.

ജലത്തിനു ലഭിക്കുന്ന താപം

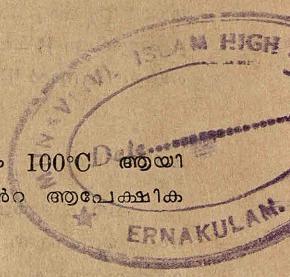
= 1 × ·35 (T—20) കിലോ കലോറി

$\therefore$ 0·1×·05×(200—T)= ·35 (T—20)

$$200 - T = 70\ T - 1400$$
$$71\ T = 1600$$
$$T = 22.5°C$$

ജലത്തിന്റെ താപനിലയിലുള്ള വർധന

$$= 22.5 - 20 = 2.5°C$$



കണക്ക്

5 കിലോഗ്രാം ചെമ്പിന്റെ താപനില 20°C –ൽ നിന്നും 100°C ആയി ഉയർത്തുന്നതിന് ആവശ്യമായ താപം കണക്കാക്കുക. ചെമ്പിന്റെ ആപേക്ഷിക താപം 0.1 എന്നു സങ്കല്പിക്കുക.

ഉത്തരം:—

താപനിലവ്യത്യാസം $= 100 - 20 = 80°C$.

ആവശ്യമായ താപം $= 0.1 \times 5 \times 80 = 40$ കിലോ കലോറി.

വാതകങ്ങൾക്ക് വ്യത്യസ്തമായ രണ്ട് ആപേക്ഷിക താപങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഒന്ന് സ്ഥിരമർദത്തിലുള്ള ആപേക്ഷിക താപം C_p –യും മറ്റേത് സ്ഥിരവ്യാപ്തത്തിലുള്ള ആപേക്ഷിക താപം C_v –യും ആണ്. വാതകങ്ങളിൽ താപനിലയനുസരിച്ച് ആപേക്ഷിക താപം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. ഇക്കാരണങ്ങളാൽ ഒരു വാതകത്തിനു നൽകേണ്ടി വരുന്നതോ അതിൽ നിന്നും നീക്കം ചെയ്യേണ്ടതോ ആയ താപം കണക്കാക്കുന്നതിന് താഴെ പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ അറിഞ്ഞിരിക്കണം.

(i) താപം നൽകുന്നത് സ്ഥിരമർദത്തിലോ സ്ഥിരവ്യാപ്തത്തിലോ എന്ന്.

(ii) ശരാശരി താപനില. (അതായത് താപം നൽകുന്നതിനു മുമ്പും അതിനു ശേഷവുമുള്ള താപനിലകളുടെ ശരാശരി.)

(iii) ഈ ശരാശരിതാപ നിലയിൽ വാതകത്തിന്റെ C_p അഥവാ C_v യുടെ മൂല്യം.

(iv) വാതകത്തിനുണ്ടാകുന്ന താപനിലാവർധനയോ താപനിലാവീഴ്ചയോ എത്രയെന്ന്.

3.4 താപപ്രേഷണം.

ഒരു വസ്തുവിൽ നിന്നും താപം മറ്റൊരു വസ്തുവിലേക്ക് പ്രസരിക്കുന്നത് സാധാരണയായി താഴെ പറയുന്ന ഒന്നോ അതിലധികമോ മാർഗങ്ങളിൽ കൂടിയാണ്.

(i) ചാലനം (ii) സംവഹനം (iii) വികിരണം.

ഒരേ ദ്രവ്യം കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതും എല്ലാ വിധത്തിലും ഒരുപോലെയുള്ളതുമായ A, B എന്നീ രണ്ട് വസ്തുക്കളുടെ താപനിലകൾ യഥാക്രമം T_A, T_B എന്നിവയാണ്.

മേൽപ്പറഞ്ഞ T_B –യെ അപേക്ഷിച്ച് T_A കൂടുതലാണെന്നിരിക്കട്ടെ. A–യും B –യും ഒരേ തൂക്കമുള്ളതും ഒരേ പദാർഥം കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ളതുമാകയാൽ, A ഉൾക്കൊള്ളുന്ന മൊത്തം താപം B –യുടേതിനെക്കാൾ കൂടിയിരിക്കും.

A–യും B–യും പരസ്പര സമ്പർക്കത്തിൽ വെച്ചാൽ A –യിൽ നിന്നും താപം നഷ്ടപ്പെടാനും B അതു സ്വീകരിക്കാനുമുള്ള ഒരു പ്രവണത കാണപ്പെടുന്നു. തത്ഫലമായി T_A താഴുകയും T_B ഉയരുകയും ചെയ്യുന്നു. താപപ്രേഷണം പൂർണമാകുമ്പോൾ A –യുടേയും B –യുടേയും താപനില തുല്യമായിത്തീരുന്നു. അതു T ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. എന്നാൽ T, T_B യെക്കാളും കൂടിയും T_A യെ അപേക്ഷിച്ചു് കുറഞ്ഞുമിരിക്കും.

ചാലനം

ഖര പദാർഥങ്ങളിൽ താപപ്രേഷണം നടക്കുന്നതു് ചാലനം അഥവാ സംനയനം എന്ന പ്രക്രിയ മൂലമാണു്. ഒരേ വസ്തുവിൽ തന്നെ ചൂടു കൂടിയ ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നും കുറഞ്ഞിടത്തേക്കും അഥവാ പരസ്പര സമ്പർക്കത്തിലുള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കളാണെങ്കിൽ ഉയർന്ന താപനിലയുള്ള വസ്തുവിൽ നിന്നും താണ താപനിലയുള്ള വസ്തുവിലേക്കും താപം പ്രവഹിക്കുന്ന പ്രക്രിയയെന്നു് ചാലനത്തെ നിർവചിക്കാം.

ചാലനവേഗത പദാർഥങ്ങൾക്കനുസരിച്ചു് വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും. ചില വസ്തുക്കൾ ചാലകങ്ങൾ എന്ന പേരിലും മറ്റു ചിലവ അചാലകങ്ങൾ എന്ന പേരിലും അറിയപ്പെടുന്നു. ചാലനം നടക്കുന്ന നിരക്കിനെ ആസ്പദമാക്കിയാണു് ഈ തരം തിരിക്കൽ നടത്തിയിരിക്കുന്നതു്. ഈ പദങ്ങൾ വൈദ്യുതചാലകങ്ങൾ, വൈദ്യുതഅചാലകങ്ങൾ എന്നിവയുമായി തെറ്റിദ്ധരിക്കപ്പെടാൻ ഇടയുണ്ടു്. താപചാലകങ്ങൾ വൈദ്യുതചാലകങ്ങളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമാണു്. ഈ പുസ്തകത്തിൽ ചാലകങ്ങൾ എന്നുമാത്രം പ്രയോഗിച്ചാൽ അതുകൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നതു് താപചാലകങ്ങളാണു്. അതു പോലെ തന്നെ അചാലകങ്ങളെന്നാൽ പ്രായേണ താപചാലനശേഷി കുറഞ്ഞ വസ്തുക്കളും.

സംവഹനം

ദ്രവകങ്ങളിലും വാതകങ്ങളിലും താപപ്രേഷണം നടക്കുന്നതു് മിക്കവാറും സംവഹനരീതിയിലാണു്. നാം വെള്ളം നിറച്ച ഒരു കെറ്റിൽ ചൂടാക്കുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കുക. കെറ്റിലിനടിയിൽ ലോഹ പ്രതലവുമായി സമ്പർക്കത്തിലുള്ള ജല കണികകൾ അതുടൻ ചൂടുപിടിക്കുന്നു. ഈ കണികകൾ താപം സ്വീകരിക്കുന്നതോടൊപ്പം മേലോട്ടുയരുന്നു. അവയുടെ സ്ഥാനത്തേയ്ക്കു് കെറ്റിലിന്റെ മുകൾ നിരപ്പിൽ നിന്നും തണുത്ത ജലം പ്രവഹിക്കുന്നു. ചൂടുപിടിക്കുന്നതോടെ അതും മുകൾപ്പരപ്പിലേക്കുയരുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഒരു സംവഹന പ്രവാഹം സംജാതമാകുന്നു. മുഴുവൻ ജലവും ഒരേ താപനിലയിലെത്തുന്നതു വരെ ഈ തരത്തിലുള്ള ചൂടുപിടിക്കൽ പ്രക്രിയ തുടരുന്നു. ഇപ്രകാരം ഒരു ദ്രവത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തു നിന്നും മറ്റൊരു ഭാഗത്തേക്കു് കണികകൾ സഞ്ചരിച്ചു് താപപ്രേഷണം നടക്കുന്ന രീതിക്കാണു് സംവഹനം എന്നു പറയുന്നതു്.

വികിരണം

സൂര്യന്റെ ചൂട് ഭൂമിയിൽ ലഭിക്കുന്നത് വികിരണം മൂലമാണ്. അതു പോലെ തന്നെ നാം ഒരു ജ്വാലയുടെ മുമ്പിൽ നിൽക്കുമ്പോൾ നമുക്ക് ചൂടനുഭവപ്പെടുന്നതും വികിരണഹേതുവാലാണ്. ചാലനത്തിനും സംവഹനത്തിനും ഒരു മാധ്യമം ആവശ്യമാണല്ലൊ. എന്നാൽ വികിരണം നടക്കുന്നതിന മാധ്യമം ആവശ്യമില്ല.

ഒരു ശൂന്യസ്ഥലത്തു കൂടെയോ, വായുപോലെ ഉള്ള ഒരു മാധ്യമത്തിൽ കൂടെയാണെങ്കിൽ അതു ചൂടാക്കാതെയോ, ഉജ്ജ്വായി താപപ്രേഷണം നടക്കുന്ന രീതിക്കാണ് വികിരണം എന്നു പറയുന്നത്. പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗതയിലാണ് വികിരണരീതിയിൽ താപം ചുറ്റുപാടുമുള്ള വസ്തുക്കളിലേക്ക് വിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നത്.

പ്രകാശ രശ്മികൾക്ക് മറുപുറക്കാഴ്ചയുള്ള വസ്തുക്കളെല്ലാം തന്നെ അവയിൽ കൂടി വികിരണ താപവും യഥേഷ്ടം കടന്നുപോകുന്നതിനനുവദിക്കുന്നു. എല്ലാ പ്രതലങ്ങളും ഒരേ ക്രമത്തിലല്ല താപം ഗ്രഹിക്കുന്നതും പുറത്തുവിടുന്നതും. ഒരു വസ്തു ഗ്രഹിക്കുന്ന താപത്തിന്റെ അളവ് അതിന്റെ പ്രതലത്തിന്റെ മിനുസത്തേയും നിറത്തേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. കറുത്ത പ്രതലങ്ങൾക്ക് താപഗ്രഹണശക്തി കൂടുതലും വെളുത്ത പ്രതലങ്ങൾക്ക് വളരെ കുറവുമാണ്. പരുപരുത്ത പ്രതലങ്ങൾക്ക് മിനുസമായ പ്രതലങ്ങളെക്കാൾ താപഗ്രഹണശക്തി കൂടുതലാണ്. അതുപോലെ തന്നെ പൊതുവെ പറയുമ്പോൾ താപഗ്രഹണശക്തി കൂടുതലുള്ള പ്രതലങ്ങൾക്ക് താപം പുറത്തു വിടുന്നതിലുള്ള സാമർഥ്യവും കൂടുതലായിരിക്കും.

പരിപൂർണമായ വികിരകത്തിൽ നിന്നും താപം പുറത്തു വിടപ്പെടുന്ന— വിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന — നിരക്ക് അതിന്റെ കേവലതാപനിലയുടെ നാലാം ഘാതത്തിനു് അനുപാതികമായിരിക്കും. ഇതിലെ അനുപാതസ്ഥിരസംഖ്യയെ സ്റ്റീഫൻ—ബോൾട്സ്മാൻ നിയതാങ്കം എന്നു വിളിക്കുന്നു.

3.5 നീരാവിയുടെ സമ്പൂർണ താപം

ജലത്തിൽ നിന്നും നീരാവി ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയ പരിശോധിക്കാം. ഒരു നിശ്ചിത അളവു ജലത്തിലേക്ക് തുടർച്ചയായി താപം നൽകിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ താപനില ഉയർന്നു കൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു. അവസാനം, ഒരു പ്രത്യേക താപനിലയിലെത്തുന്നതോടെ ജലം തിളച്ചു തുടങ്ങുന്നു. ഈ താപനിലയെ സംപൂരണ താപനില അഥവാ കഥനാങ്കം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഒരു ദ്രാവകത്തിന്റെ സംപൂരണ താപനില, അതിന്മേലുള്ള മർദത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. മർദവ്യത്യാസത്തിനനുസൃതമായി സംപൂരണ താപനിലയും വ്യത്യാസപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കും. മർദം കൂറവായിരുന്നാൽ ജലം താണ താപനിലയിൽ തിളക്കുന്നു. മർദം കൂടുന്തോറും കഥനാങ്കവും കൂടുന്നു.

തിളച്ചു തുടങ്ങുന്നതോടെ ചൂടാക്കുന്നതു നിർത്തിയില്ലെങ്കിൽ ജലം ക്രമേണ നീരാവിയായി മാറുന്നു. ഇതു സംഭവിക്കുമ്പോൾ താപനിലയിൽ വ്യത്യാസം

വരുന്നില്ല. അതു സ്ഥിരമായി നിൽക്കുന്നു. ജലം സംപൂരണ താപനിലയിലെത്തിയതിനു ശേഷം നൽകപ്പെടുന്ന താപം മുഴുവനും ഈ അവസ്ഥാഭേദം വരുത്തുന്നതിനു് വേണ്ടി വിനിയോഗിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ഉപയോഗിക്കുന്ന താപത്തെ ലീനതാപം അഥവാ ഗുപ്തതാപം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ജലം സംപൂരണ താപനിലയിൽ എത്തിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി വിനിയോഗിച്ച താപം പ്രത്യക്ഷതാപം അഥവാ ദ്രാവകതാപം എന്ന പേരിലും അറിയപ്പെടുന്നു. പ്രത്യക്ഷതാപവും ലീനതാപവും താഴെ പറയും പ്രകാരമാണു് നിർവചിച്ചിരിക്കുന്നതു്.

ഒരു നിശ്ചിത മർദത്തിൽ ഒരു മാത്ര ഭാരം ജലത്തിന്റെ താപനില 0°C –ൽ നിന്നും ആ മർദത്തിലുള്ള സംപൂരണ താപനിലയിലെത്തിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ താപത്തെ ആ മർദത്തിലുള്ള പ്രത്യക്ഷതാപമെന്നു പറയുന്നു. അതുപോലെ, ഒരു നിശ്ചിത മർദത്തിൽ സംപൂരണ താപനിലയിലുള്ള ഒരു മാത്ര ഭാരം ജലത്തെ അതേ താപനിലയിലുള്ള നീരാവിയായി മാറുന്നതിനാവശ്യമായ താപത്തെ ആ മർദത്തിലെ ലീനതാപം എന്നു വിളിക്കുന്നു.

പ്രത്യക്ഷതാപവും ലീനതാപവും ചേർന്ന തുകയെ സമ്പൂരണ താപം എന്നു പറയുന്നു.

ഒരു മാത്ര ഭാരം നീരാവിയുടെ സമ്പൂരണ താപം = പ്രത്യക്ഷതാപം + ലീനതാപം

പ്രത്യക്ഷതാപം കണക്കാക്കുന്നതിൽ എല്ലായ്പോഴും 0°C അഥവാ 32°F ആണു് അടിസ്ഥാനമായി കണക്കാക്കുന്നതു്. സംപൂരണ താപനിലയാകട്ടെ, ഏതുമർദത്തിലാണു് പ്രത്യക്ഷതാപം കണക്കാക്കുന്നതനുസരിച്ചു് വ്യത്യാസപ്പെട്ടുകൊണ്ടുമിരിക്കും.

t°C-ലുള്ള ഒരു കി.ഗ്രാം ജലത്തിന്റെ പ്രത്യക്ഷതാപം

= t കിലോ കലോറി

t°C –ലുള്ള ഒരു റാത്തൽ ജലത്തിന്റെ പ്രത്യക്ഷതാപം

= t C. H. U.

t°F –ലുള്ള ഒരു റാത്തൽ ജലത്തിന്റെ പ്രത്യക്ഷതാപം

= (t—32) B. T. U.

വിവിധ മർദങ്ങളിലുള്ള പ്രത്യക്ഷതാപവും ലീനതാപവും സംപൂരണ താപനിലയോടൊപ്പം നീരാവി പട്ടികകളിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

3.6 ഇന്ധനങ്ങളും അവയുടെ കത്തലും

ഓക്സിജനുമായി യോജിച്ചു് എളുപ്പത്തിൽ കത്തുന്ന മൂലകങ്ങളും പലതും ഇന്ധനങ്ങളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. കത്തൽ പ്രക്രിയയിൽ ബഹിർഗമിക്കുന്ന താപത്തിന്റെ അളവാണു് ഇന്ധനങ്ങളുടെ കലോറിക മൂല്യം എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്. പ്രധാനമായും കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ എന്നീ മൂലകങ്ങളും ചിലപ്പോൾ അല്പം ഗന്ധകവുമാണു് ഇന്ധനങ്ങളിലെ മുഖ്യ ജ്വലന വസ്തുക്കൾ.

കലോറിക മൂല്യം

ഒരു ഇന്ധനത്തിന്റെ കലോറിക മൂല്യമെന്നതു് ഒരു മാത്ര ഭാരം ഇന്ധനം പൂർണമായി ദഹിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന താപത്തിന്റെ അളവാണു്. വാതക—ഇന്ധന

ങ്ങളിൽ, പ്രമാണതാപനിലയിലും മർദ്ദത്തിലും ഒരു മാത്ര വ്യാപ്തം വരുന്ന ഇന്ധനം പൂർണമായി ദഹിക്കുമ്പോൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന താപത്തെയാണ് അതിന്റെ കലോറികമൂല്യമെന്നു പറയുന്നത്.

ഉച്ചതര കലോറിക മൂല്യവും നിമ്നതര കലോറിക മൂല്യവും

സാധാരണ അന്തരീക്ഷതാപനിലയിൽ ഒരു വസ്തു കത്തുകയും ദഹനോല്പന്നങ്ങൾ വസ്തുവിന്റെ പൂർവതാപനിലയിലേക്ക് തണുക്കുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ, വസ്തു കത്തുന്നതു കൊണ്ടുണ്ടാകാൻ സാധ്യതയുള്ള നീരാവി തണുത്ത് ജലകണങ്ങളാകുന്നു. തത്ഫലമായി നീരാവിയിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള ലീനതാപം കൂടി ബഹിർഗമിക്കുന്നു. ഇതും കൂടി ഉൾപ്പെട്ട ആകെ താപത്തെയാണ് ഉച്ചതര കലോറികമൂല്യം എന്നു വിളിക്കുന്നത്. എന്നാൽ സാധാരണയായി ഒരിന്ധനം ദഹിക്കുമ്പോൾ ദഹനോല്പന്നങ്ങൾ പ്രായേണ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ തന്നെ പുറത്തു പോകുന്നു. അപ്പോൾ നീരാവിയും അങ്ങിനെ തന്നെ നഷ്ടപ്പെടുന്നു. അതോടൊപ്പം നീരാവിയിലടങ്ങിയ ലീനതാപവും നഷ്ടപ്പെടുന്നു. ബാക്കി ഉപയോഗയോഗ്യമായി ലഭിക്കുന്ന താപമാണ് പ്രസ്തുത ഇന്ധനത്തിന്റെ നിമ്നതര കലോറികമൂല്യം.

ബോയ്ലർ, എൻജിൻ തുടങ്ങിയവയിൽ പരീക്ഷണ ഫലങ്ങൾ കണക്കാക്കുമ്പോൾ നിമ്നതര കലോറികമൂല്യമാണ് ഉപയോഗിക്കാറ്.

വിവിധതരം ഇന്ധനങ്ങൾ

ഇന്ധനങ്ങളെ താഴെ പറയും പ്രകാരം തരം തിരിക്കാം.

(i) ഖര ഇന്ധനങ്ങൾ

ഉദാ: തടി, പീറ്റ്, കല്ക്കരി, ലിഗ്നൈറ്റ് മുതലായവ.

(ii) ദ്രാവക ഇന്ധനങ്ങൾ

ഉദാ: പെട്രോളിയം, ടാർ, ആല്ക്കഹോൾ, തുടങ്ങിയവ.

(iii) വാതക ഇന്ധനങ്ങൾ

ഉദാ: പ്രകൃതിവാതകം, ബ്ലാസ്റ്റ്ഫർണസ് വാതകം, കല്ക്കരി വാതകം, പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം തുടങ്ങിയവ.

ഇവയിൽ നിന്നും ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ചില ഇന്ധനങ്ങൾ താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

കൽക്കരി: ഉന്നത മർദ്ദത്തിനു വിധേയമായി യുഗങ്ങളോളം മണ്ണിൽ കിടന്ന് ജീർണിച്ചുകിട്ടിയായ സസ്യപദാർഥങ്ങളാണ് കല്ക്കരി. ഇവയുടെ ആവിർഭാവത്തിനുവേണ്ടിവന്ന കാലദൈർഘ്യം, ഭ്രമിക്കടിയിൽ നേരിടേണ്ടിവന്ന മർദവും ചൂടും എന്നിവയെയെല്ലാം ആശ്രയിച്ചാണ് കല്ക്കരിയുടെ മെച്ചമിരിക്കുന്നത്.

പ്രധാനയിനം കല്ക്കരികൾ താഴെ പറയുന്നവയാണ്.

(i) ലിഗ്നൈറ്റ് അഥവാ തവിട്ടുകല്ക്കരി.

(ii) ബിറുമിനീയ കല്ക്കരി
(iii) ആൻഥ്രസൈറ്റ് കല്ക്കരി.

ലിഗ്നൈറ്റ്: കാഴ്ചയിലും ഗുണങ്ങളിലും പീറ്റിനും ശരിയായ കല്ക്കരിക്കും ഇടയിലാണ് ഇതിന്റെ സ്ഥാനം. ഇതു് ധാരാളം പുകയോടുകൂടി കത്തുന്നു. ഇതിനെ കോക്ക് ആക്കി മാറ്റുവാൻ സാധാരണരീതിയിൽ സാധ്യമല്ല. ആപേക്ഷികഘനത്വം 1·2 നും 1·3 നും ഇടയിലാണു്.

ബിറുമിനിയ കൽക്കരി: ഇതു് കത്തുമ്പോൾ പുക കാര്യമായുണ്ടാകാറില്ല. ആപേക്ഷികഘനത്വം 1·28 മുതൽ 1·42 വരെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടു കാണുന്നു.

ആൻഥ്രസൈറ്റ് കൽക്കരി: ജ്വാലയോ പുകയോ ക്ലാതെ കത്തുന്നു. എന്നാൽ അതിന്റെ ദഹനത്തിനു് ശക്തിയായ വായുപ്രവാഹം ആവശ്യമാണു്. താരതമ്യേന കാഠിന്യം ക്ലൂടുതലും, എളുപ്പത്തിൽ പൊടിയുന്നതുമാണു്. ആപേക്ഷികഘനത്വം 1·35–നും 1·7–നും ഇടയ്ക്കാണു്.

കല്ക്കരിയിലെ സാധാരണ ഉള്ളടക്കം കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, ഗന്ധകം, ചാരം എന്നിവയാണു്.

മരക്കരി, പീറ്റ്, കോക്ക് തുടങ്ങിയ കൃത്രിമമായുണ്ടാക്കിയ ചില ഖര ഇന്ധനങ്ങളും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. ഇവയിൽ ഏറ്റവും ക്ലൂടുതൽ ഉപയോഗമുള്ളതു് കോക്ക് ആണു..

അധികം വായു സമ്പർക്കമില്ലാതെ കല്ക്കരി ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ചൂടാക്കിക്കഴിയുമ്പോൾ അവശേഷിക്കുന്ന ഖരവസ്തുവാണു് കോക്ക്. ബിറുമിനീയ കല്ക്കരിയിൽ നിന്നാണു് ഏറ്റവും നല്ല കോക്ക് നിർമിക്കുന്നതു്. നല്ല ഉറപ്പുള്ളതും അതേ സമയം പൊടിക്കാവുന്നതും ലോഹങ്ങളുടെ തിളക്കമുള്ളതുമായ ഇതിനു് ഏതാണ്ടു് ഇരുണ്ട ചാരനിറമാണുള്ളതു്.

നല്ലയിനം കോക്കിന്റെ രാസയോഗം ഏതാണ്ടു താഴെ പറയും പ്രകാരമാണു്.

C	=	85 മുതൽ 95% വരെ
S	=	0·25 ,, 2% ,,
ചാരം	=	4 ,, 12% ,,

കോക്കിന്റെ കലോറികമൂല്യം കിലോഗ്രാമിനു 6600 മുതൽ 7600 കിലോകലോറി വരെയാണു്.

ദ്രവക ഇന്ധനങ്ങൾ.

ദ്രവക ഇന്ധനങ്ങൾ ഏതാണ്ടു് എല്ലാം തന്നെയും പ്രകൃതി ലഭ്യമായ പെട്രോളിയം എണ്ണയിൽ നിന്നുമാണു് ലഭിക്കുന്നതു്. കുഴിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന അസംസ്കൃത പെട്രോളിയത്തിൽ സാധാരണയായി 83 മുതൽ 87 വരെ ശതമാനം കാർ

ബണം 11 മുതൽ 14 വരെ ശതമാനം ഹൈഡ്രജനും ചെറിയ തോതിൽ ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, ഗന്ധകം എന്നീ മൂലകങ്ങളും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു, അതിന്റെ ആപേക്ഷികഘനത 0.8 നും 0.95 നും ഇടയിലും നിർമ്മിതര കലോറിക മൂല്യം ഏതാണ്ട് 10800 കി. കലോറി/കിലോഗ്രാമുമായിരിക്കും. വിവിധ ഘനത്വവും കഥനാങ്കവുമുള്ള പല ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും ചേർന്ന ഒരു മിശ്രിതമാണ് അസംസ്കൃത പെട്രോളിയം.

ഈ അസംസ്കൃത എണ്ണ ആംശികസേചനത്തിനു (വാറലിനു) വിധേയമാക്കുമ്പോൾ പല താപനിലകളിൽ പല എണ്ണകളും ലഭിക്കുന്നു. ഏകദേശം 70°C നും 80°C നും മധ്യേ പെട്രോൾ ലഭിക്കുന്നു. 80°C നും 150°C നും ഇടയിൽ വിവിധതരം നാഫ്ഥകളും ലഭിക്കുന്നു. 150°C നും 300°C നും മധ്യേയാണ് മണ്ണെണ്ണ കിട്ടുന്നതു്.

വാതക ഇന്ധനങ്ങൾ

പ്രകൃതിലഭ്യമായ ഒരു വാതക ഇന്ധനമാണ് പ്രകൃതിവാതകം. അതിൽ പ്രധാനമായും മെഥേൻ ആണ് അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതു്. കൂടാതെ മറ്റു ചില ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും, ഹൈഡ്രജൻ എന്നിവയും, ചെറിയ തോതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

വളരെ ഉപയോഗമുള്ളതും ചെലവു കുറഞ്ഞതുമായ ഒരു വാതക ഇന്ധനമാണ് പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം. നിരുപയോഗമെന്നു കരുതി തള്ളിക്കളയുന്ന കല്ക്കരിക്കട്ട, കോക്ക് തുടങ്ങിയ വസ്തുക്കളിൽ നിന്നുമാണ് ഇതുണ്ടാകുന്നതു്. ഒരു ഗ്യാസു് പ്രൊഡ്യൂസറിനുള്ളിൽ ഈ വസ്തുക്കളും അട്ടിഅട്ടിയായി അടുക്കി സാവധാനം ദഹിപ്പിക്കുന്നു. എന്നിട്ടു് അവയിൽ ക്രമേണ നീരാവി കടത്തിവിടുന്നു. മേൽപറഞ്ഞ വസ്തുക്കൾ ജ്വലിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന താപം ഈ നീരാവിയെ അതിന്റെ വിഘടന താപനിലയിലെത്തിക്കുന്നു. തന്മൂലം നീരാവി അതിന്റെ ഘടക വസ്തുക്കളായ ഓക്സിജനും ഹൈഡ്രജനുമായി വേർതിരിയുന്നു. അവ മുകളിലോട്ടുയരുന്നു. ഇന്ധനങ്ങൾ അപൂർണമായി ദഹിക്കുന്നതു കാരണം കാർബൺ മോണോക്സൈഡു് വാതകവും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതും വായുവിൽ അവശേഷിക്കുന്ന നൈട്രജനും മേൽപറഞ്ഞ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും എല്ലാം ക്രമേണ ചേർന്ന് ഒരു മിശ്രിതം രൂപീകരിക്കുന്നു. ഈ മിശ്രിതത്തിൽ CO, CO_2, H_2, N_2, O_2, ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും എന്നിവ അടങ്ങിയിരിക്കും. ഇതു് നല്ലൊരിന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കാം.

ദഹനം

ഒരിന്ധനത്തിലെ ഘടക വസ്തുക്കളും ഓക്സിജനുമായുള്ള രാസസംയോഗത്തിനാണ് ദഹനമെന്നു പറയുന്നതു്. ദഹനസമയത്തുണ്ടാകുന്ന ചില പ്രധാന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള സമീകരണങ്ങളും കാണിക്കുന്നു.

(1) $2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$

ഹൈഡ്രജൻ + ഓക്സിജൻ → ജലം.

(2) $C + O_2 \rightarrow CO_2$

കാർബൺ + ഓക്സിജൻ → കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ്

(3) $2C + O_2 \rightarrow 2CO$ [അപൂർണമായ ദഹനം]

കാർബൺ + ഓക്സിജൻ → കാർബൺമോണോക്സൈഡ്

$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$

കാർബൺമോണോക്സൈഡ് + ഓക്സിജൻ

→ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ്

(4) $S + O_2 \rightarrow SO_2$

സൽഫർ + ഓക്സിജൻ → സൽഫർഡൈഓക്സൈഡ്

(5) $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

എഥിലിൻ + ഓക്സിജൻ → കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ്

+ നീരാവി

ദഹനോല്പന്നങ്ങളുടെ വ്യാപ്തീയഘടന 'ഓർസാറ്റ്' ഉപകരണത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ കണ്ടുപിടിക്കാം.

4

ബോയ്ലറുകളും ആരോപിത്രങ്ങളും: നിർവചനവും ധർമങ്ങളും—തരംതിരിക്കൽ—തീക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകളും വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകളും അവയുടെ നിർമാണരീതിയും പ്രവർത്തനതത്വവും — ബോയ്ലർ ആരോപിത്രങ്ങൾ, മർദഗേജ്, ജലഗേജ്, സുരക്ഷാവാൽവ്, ഉരുകും പ്ളഗ്ഗ്, നീരാവി കോക്ക്, സ്റ്റോപ്പ് വാൽവ്.

4.1 ആമുഖം

പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ വ്യാവസായികവിപ്ലവം എൻജിനീയറിങ്ങിലും സാങ്കേതികവിദ്യയിലും വമ്പിച്ച പുരോഗതിക്കു കാരണമായി. അനുവരെ മനുഷ്യർ സ്വയം ചെയ്തിരുന്ന പല ജോലികളും ക്രമേണ യന്ത്രങ്ങൾ ഏറ്റെടുക്കുവാൻ തുടങ്ങി. മനുഷ്യപ്രയത്നത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തു യാന്ത്രികശക്തി വലിയ തോതിൽ ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങിയതു വാസ്തവത്തിൽ മാനവപുരോഗതിയിലെ ഒരു സുപ്രധാന ഘട്ടത്തെ കുറിക്കുന്നു. നമ്മുടെ രാജ്യത്തു ഇന്നുണ്ടായിട്ടുള്ള വ്യാവസായിക പുരോഗതി മുഖ്യമായും നീരാവിയന്ത്രങ്ങളുടെ വളർച്ച, വൈദ്യുതശക്തിയുടെ സാർവത്രികമായ ഉപയോഗം, യുദ്ധങ്ങളോടും പഴക്കമുള്ള നമ്മുടെ ശതാശതസമ്പ്രദായങ്ങളിൽ വന്ന പുതിയ പരിഷ്കാരങ്ങൾ എന്നിവ മൂലമാണുണ്ടായിട്ടുള്ളതു. ശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന് പ്രധാനമായും രണ്ടു കാര്യങ്ങൾ ആവശ്യമാണു.

1. ഊർജം ഏതെങ്കിലും രൂപത്തിൽ നൽകുന്ന ഒരു ഉറവിടം.

2. ഈ ഊർജത്തെ പ്രവൃത്തിയോഗ്യമായ യാന്ത്രികോർജമായി മാറ്റുന്നതിനുള്ള ഒരുപകരണം.

തീവണ്ടിയിലുപയോഗിക്കുന്ന ഒരു നീരാവിയന്ത്രത്തിൽ ഈ രണ്ടു ഘടകങ്ങളും ഒരേയൂണിറ്റിൽ ഒരുമിച്ചു കാണുന്നു. എല്ലാ ശക്ത്യുല്പാദനകേന്ദ്രങ്ങളിലും ഈ രണ്ടു ഘടകങ്ങളും ഒരുമിച്ചു ഒരു ഏകീകൃതയൂണിറ്റായി വർത്തിക്കുന്നതു കാണാം.

നീരാവിയിലുംക്കൊള്ളുന്ന ഊർജം ഒരു യന്ത്രം പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിനോ, വൈദ്യുതശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനോ, വസ്തുക്കൾ ചൂടാക്കുന്നതിനോ വളരെ ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുവാൻ കഴിയും.

4.2 ബോയ്ലർ — അതിന്റെ നിർവചനവും ധർമങ്ങളും.

ജലം ചൂട് പിടിപ്പിച്ച് നീരാവിയാക്കി മാറ്റുന്ന, ഉറപ്പായി അടച്ച ഏതൊരു ലോഹപാത്രത്തേയും ബോയ്ലർ എന്നു വിളിക്കാം. ബോയ്ലർ ചൂട് പിടിപ്പിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ താപം കല്ക്കരിയോ മറ്റേതെങ്കിലും ഇന്ധനങ്ങളോ കത്തിച്ചാണുണ്ടാക്കുന്നത്. ഇവ ഖരരൂപത്തിലുള്ളവയോ ദ്രാവകരൂപത്തിലുള്ളവയോ ആകാം. ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തുന്ന പ്രക്രിയയ്ക്ക് ദഹനം എന്നു പറയുന്നു. ഒരു വസ്തു ദഹിക്കുമ്പോൾ അതിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള രാസോർജം താപോർജമായി മാറുന്നു. ഇപ്രകാരം ബഹിർഗമിക്കുന്ന താപം ജലത്തെ നീരാവിയാക്കി മാറ്റുന്നതിനു് ഉപയോഗപ്പെടുത്താം. അങ്ങിനെ ഇന്ധനങ്ങളിലടങ്ങിയ രാസോർജത്തിനു് ബോയ്ലറിൽ വെച്ചു് നീരാവിയിലെ താപോർജമായി പരിണാമം സംഭവിക്കുന്നു.

ക്രിസ്തുവിനു മുൻപു് 13–ാം ശതകത്തിൽ ഹീറോ തയ്യാറാക്കിയ ഉപകരണമായിരിക്കണം ആദ്യമായി ഉപയോഗത്തിൽ വന്ന ബോയ്ലർ. വെള്ളം തിളപ്പിച്ചു നീരാവിയുണ്ടാക്കാനുപയോഗിച്ചിരുന്ന അർധഗോളാകൃതിയിലുള്ള ഒരു അടച്ച പാത്രമായിരുന്നു അതു്.

ഹീറോയുടെ ബോയ്ലറിനുശേഷം നിരവധി ബോയ്ലറുകൾ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ആധുനികരീതിയിലുള്ള പലതരം ബോയ്ലറുകളും ഇന്നു് ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്. പ്രവർത്തനതത്വം, നിർമാണരീതി തുടങ്ങിയ കാര്യങ്ങൾ ആസ്പദമാക്കി ഇവയെ നമുക്കു തരം തിരിക്കാം.

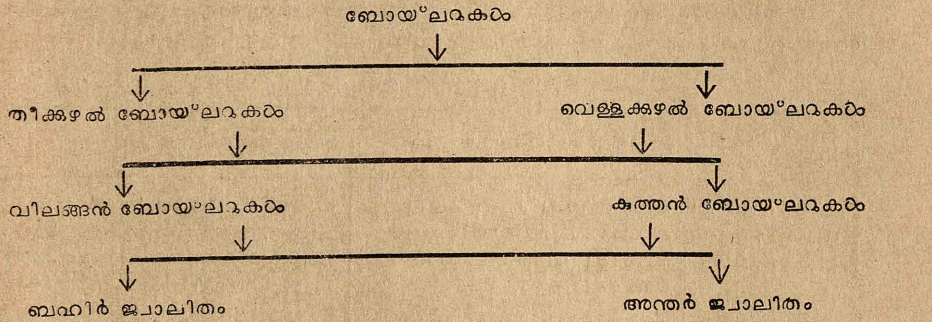
4.3 ബോയ്ലറുകളുടെ തരം തിരിക്കൽ

ബോയ്ലറുകളെ അവയുടെ നിർമാണരീതി, ഡിസൈൻ, ദഹനരീതി, ഉപയോഗിക്കുന്ന ഇന്ധനങ്ങൾ എന്നിവയെ അധികരിച്ചു് പലതായി തരം തിരിക്കാം.

അടിസ്ഥാനപരമായി ബോയ്ലറുകൾ രണ്ടു വിഭാഗങ്ങളിൽ പെടുന്നു.

1) തീക്കുഴൽ ബോയ്ലർ അഥവാ പുകക്കുഴൽ ബോയ്ലർ
2) വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്ലർ

ഒരു തീക്കുഴൽ ബോയ്ലറിൽ ഇന്ധനത്തിന്റെ ദഹനഫലമായുണ്ടാകുന്ന ചൂട് പിടിച്ച വാതകങ്ങൾ വെള്ളത്തിൽ നിമഗ്നമായ ഒരു പറ്റം കുഴലുകളിൽ കൂടി കടത്തി വിടുന്നു. എന്നാൽ വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകളിലാകട്ടെ ഈ വാതകങ്ങൾ കുഴലുകൾക്കു പുറമാണു് കടത്തി വിടുന്നതു്. കുഴലുകളിൽ വെള്ളം നിറച്ചിരിക്കും. ഈ വെള്ളം പുറമുള്ള വാതകങ്ങളിൽ നിന്നു് താപം സ്വീകരിച്ചു് നീരാവിയായി മാറുന്നു.



ബോയ്‌ലറുകളിൽ വ്യത്യസ്തമായ, വെവ്വേറെയുള്ള, രണ്ടു പ്രധാന ഭാഗങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. (1) ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തിച്ച് ചൂടുപിടിച്ച വാതകങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ചൂള. (2) വെള്ളവും നീരാവിയും ഉൾക്കൊള്ളാനുള്ള ലോഹനിർമിതമായ ഒരു അടച്ച പാത്രം. ബോയ്‌ലർ ഷെൽ എന്ന പേരിലാണ് ഇതു് അറിയപ്പെടുന്നതു്.

തീക്കുഴൽ, വെള്ളക്കുഴൽ എന്നീ വിഭജനത്തിനു പുറമേ ബോയ്‌ലർഷെൽ വിലങ്ങനെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന വിലങ്ങൻ ബോയ്‌ലറുകളെന്നും ഷെൽ കുത്തനെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന കുത്തൻ ബോയ്‌ലറുകളെന്നും വിഭജിച്ചിരിക്കുന്നു.

ബോയ്‌ലറുകളെ താഴെ പറയുന്ന വിധത്തിലും തരം തിരിക്കുന്നു. (1) ബഹിർ ജ്വാലിത ബോയ്‌ലറുകൾ. (2) അന്തർജ്വാലിത ബോയ്‌ലറുകൾ. ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തിക്കുന്ന ചൂളയുടെ സ്ഥാനം എവിടെ എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചാണ് ഈ തരം തിരിക്കൽ നടത്തിയിരിക്കുന്നതു്. ചൂള ഷെല്ലിനുള്ളിലാണെങ്കിൽ അങ്ങിനെയുള്ളവയെ അന്തർജ്വാലിത ബോയ്‌ലറുകൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ബഹിർജ്വാലിത ബോയ്‌ലറിലാകട്ടെ ചൂള ലോഹനിർമിതമായ ഷെല്ലിനു വെളിയിലാണു നിർമിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഇത്തരം ബോയ്‌ലറുകളിലെ ചൂള സാധാരണയായി ഇഷ്ടിക കൊണ്ടു് പടുത്ത ശേഷം ഉള്ളിൽ തീയിഷ്ടികകൾ പാകിയിരിക്കും. വലിയ ചൂടിനെ നേരിടാൻ ഇതു സഹായിക്കുന്നു.

അന്തർജ്വാലിത ബോയ്‌ലറുകൾ തീവണ്ടികൾ, കപ്പലുകൾ എന്നിവയിലെല്ലാം ഉപയോഗിക്കുന്നു. എന്നാൽ ബഹിർജ്വാലിത ബോയ്‌ലറുകൾ നിശ്ചലങ്ങളായി മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കാറുള്ളൂ. നിശ്ചലങ്ങളായ ബോയ്‌ലറുകൾ ശക്ത്യുല്പാദനകേന്ദ്രങ്ങൾ, വിവിധതരം വ്യവസായങ്ങൾ എന്നിവയിലെല്ലാം ധാരാളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഇന്നു് പൊതുവിപണിയിൽ കാണുന്ന തീക്കുഴൽ ബോയ്‌ലറുകളിൽ താഴെ പറയുന്നവ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. കോർണീഷ് ബോയ്‌ലർ, ലങ്കാഷയർ ബോയ്‌ലർ ലോക്കോമോട്ടീവ് ബോയ്‌ലർ, സ്കോച്ച് കപ്പൽ ബോയ്‌ലർ, തുടങ്ങിയവ. സാധാരണ കാണുന്ന വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്‌ലറുകളിൽ പ്രധാനമായവ സ്റ്റെർലിങ്ങ് ബോയ്‌ലർ, യാറോ ബോയ്‌ലർ, ബാബ് കോക്ക്—വിൽക്കോക്സ് ബോയ്‌ലർ മുതലായവയാണു്.

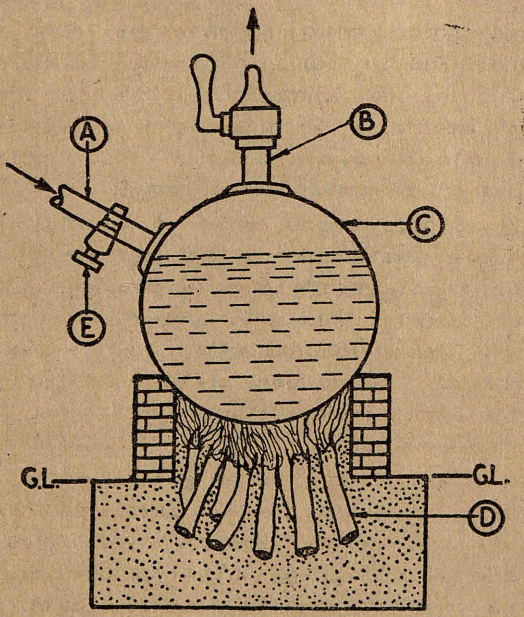
താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള പട്ടിക 4.1-ൽ തീക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകളും വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകളും തമ്മിലുള്ള താരതമ്യ ഗുണദോഷങ്ങളും കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

പട്ടിക 4.1

അടിസ്ഥാന ലക്ഷണങ്ങളും	വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്ലർ	തീക്കുഴൽ ബോയ്ലർ
ചൂട പിടിച്ച വാതകങ്ങളുടെ ഗമനമാർഗം	ജലം നിറച്ച കുറെ കുഴലുകൾക്കു ചുറ്റുമായി ചൂട പിടിച്ച വാതകങ്ങൾ കടന്നു പോകുന്നു.	അഗ്നിപ്പെട്ടിയിൽ നിന്നുവരുന്ന ചൂടുപിടിച്ച വാതകങ്ങൾ ജലത്താൽ വലയിതമായ കുറെ കുഴലുകളിൽക്കൂടി കടന്നു പോകുന്നു.
തപിപ്പിക്കുന്ന പ്രതലം	ആകെ സ്ഥലവ്യാപ്തി കണക്കിലെടുക്കുമ്പോൾ തപിപ്പിക്കുന്ന പ്രതലത്തിന്റെ വിസ്തീർണം താരതമ്യേന കുടിയിരിക്കും.	തപിപ്പിക്കുന്ന പ്രതലത്തിന്റെ വിസ്തീർണം വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്ലറിലേതിനേക്കാൾ കുറഞ്ഞിരിക്കും.
ബോയ്ലറിന്റെ ഘടക സാമഗ്രികൾ	ഇത്തരം ബോയ്ലറിന്റെ ഘടക ഭാഗങ്ങൾ എളുപ്പത്തിൽ വേർപെടുത്താവുന്നവയായിരിക്കും. തൻമൂലം ബോയ്ലർ ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നും മറെറാരു സ്ഥലത്തേക്കു് എളുപ്പത്തിൽ മാററാൻ സാധിക്കുന്നു.	തീക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകൾ ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നും മാററുന്നതു് അത്ര എളുപ്പമല്ല.
സംരക്ഷണ ച്ചെലവു്	സാധാരണയായി കുടിയിരിക്കും.	വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകളെ അപേക്ഷിച്ചു് സംരക്ഷണ ച്ചെലവു് കുറവാണു്.
താപ പ്രേഷണം	താപപ്രേഷണം താരതമ്യേന വേഗത്തിൽ നടക്കുന്നു. തന്മൂലം വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ ഏതാണ്ടു് ഏകരൂപമായ താപനില നിലനിർത്തുവാൻ പറ്റുന്നു.	താപപ്രേഷണത്തോതു് താരതമ്യേന കുറവാണു്.

4.4 വിലങ്ങൻ ബോയ്‌ലറുകളുടെ അനുക്രമമായ വളർച്ച

17-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യകാലത്ത്‌ ഫ്‌ളോറിനേ റെയ്‌വാൽട്ട്‌ എന്നയാൾ ചിത്രം 4.1 -ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള മാതിരിയിൽ ഗോളാകൃതിയിലുള്ള ഒരു ബോയ്‌ലർ നിർമിക്കുകയുണ്ടായി. ഇതു്‌ ചെമ്പു കൊണ്ടാണു്‌ ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നതു്‌. ചിത്രത്തിൽ E എന്നു കൊടുത്തിട്ടുള്ള വാൽവു്‌ തുറന്നു A എന്ന അന്തർഗമക്കുഴലിൽ കൂടിയാണു്‌ ജലം ബോയ്‌ലറിലേക്കു പ്രവേശിക്കുന്നതു്‌. ജലനിരപ്പു്‌ ഏതാണ്ടു്‌ കുഴലിന്റെ കീഴ്‌ത്തിനൊപ്പമെത്തിയാൽ വാൽവു്‌ E അടയ്ക്കുന്നു. പിന്നീടു്‌ ഇന്ധനം കത്തിച്ചു ഷെൽ ചൂടുപിടിപ്പിക്കുന്നു. B എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള നിർഗമക്കുഴൽ നീരാവി പുറത്തേക്കെടുക്കുന്നതിനു്‌ വേണ്ടിയുള്ളതാണു്‌. ബോയ്‌ലർ C-ക്കു ചുറ്റുമായി തുറന്ന അന്തരീക്ഷത്തിൽ കത്തുന്ന വീറകിൽ നിന്നുമാണു്‌ ഇതിൽ ഊർജം ലഭിക്കു



Ⓐ INLET PIPE
Ⓑ OUTLET PIPE
Ⓒ BOILER
Ⓓ WOOD
Ⓔ INLET VALVE

ചിത്രം 4.1

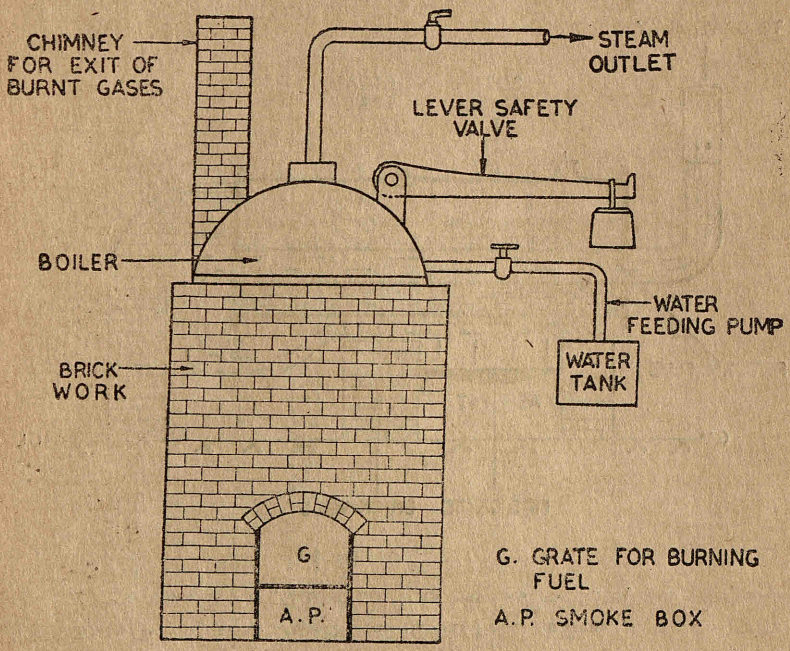
ന്നതു്. തന്മൂലം ഫ്ളൂവാതകങ്ങളിൽ അടങ്ങിയ ചൂടിന്റെ നല്ലൊരു ഭാഗം പുറപാട്ടമുള്ള അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കു് നഷ്ടപ്പെടുന്നു. 'റെയ്വാൾട്ടിന്റെ ബോംബ് ഷെൽ' എന്ന പേരിലാണു് ഈ ബോയ്ലർ അറിയപ്പെടുന്നതു്. കാരണം, നീരാവിയുടെ ഭഞ്ജകബലം കാണിച്ചു കൊടുക്കുക എന്നുള്ളതായിരുന്നു റെയ്വാൾട്ടിന്റെ ഉദ്ദേശം. അദ്ദേഹം നിർമിച്ച ബോയ്ലറിൽ നിർഗമക്കുഴൽ B താല്ക്കാലികമായി ഒരു കോക്ക് കൊണ്ടു് ഇറുക്കി അടച്ചിരുന്നു. ബോയ്ലറിലെ വെള്ളമെല്ലാം നീരാവിയായി രൂപാന്തരം പ്രാപിച്ചപ്പോൾ നീരാവിയുടെ മർദം മൂലം കോക്കു് പുറത്തേക്കു് ശക്തിയായി തള്ളപ്പെടുകയും ദൂരെ തെറിച്ചു പോകുകയും ചെയ്തു. നീരാവിക്കു് വമ്പിച്ച ഭഞ്ജകബലം ഏല്പിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്നു് ഇതു് തെളിയിച്ചു.

ഇതിനോടു് സർവപ്രകാരേണയും സാമ്യമുള്ള മറെറാന്നായ സാവാരിയുടെ ബോയ്ലർ 1702–ൽ നിർമിക്കപ്പെട്ടു. ഗോളാകൃതിയോ ഉരുണ്ട അററങ്ങളോടുകൂടിയ സിലിണ്ടറിന്റെ ആകൃതിയോ ഉള്ളതാണു് ഈ ബോയ്ലർ. റെയ്വാൾട്ടിന്റെ ബോംബ്ഷെല്ലിൽ ചൂടായ ഫ്ളൂവാതകങ്ങളിൽ ഒരു നല്ല ഭാഗം അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കു് നഷ്ടപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ സാവാരിയുടെ ബോയ്ലറിലാകട്ടെ വിറകു കത്തിക്കുന്നതു് അഗ്നിപ്പെട്ടി എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു അടച്ച സ്ഥലത്താണു്. അക്കാരണത്താൽ തീർച്ചയായും റെയ്വാൾട്ടിന്റെ ബോയ്ലറിന്റെ ഒരു പരിഷ്കരിച്ച പതിപ്പായി വേണം ഇതിനെ കണക്കാക്കുവാൻ.

ചിത്രം 4.2–ൽ സാവാരിയുടെ ബോയ്ലർ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അഗ്നിപ്പെട്ടിയിൽ ഇന്ധനം കത്തിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു തട്ടു് ഉണ്ടു്. അതിനെ ഇരുമ്പഴിക്കൂട്ടു് — ഗ്രേറ്റു് — എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇരുമ്പഴിക്കൂടിനടിയിലായി ചാരം സംഭരിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി ചാമ്പൽക്കുഴി എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന കുറച്ചു് ഒഴിഞ്ഞ ഇടമുണ്ടു്. ബോയ്ലറിനടിയിലായി ഇഷ്ടിക കൊണ്ടു് കെട്ടിയടച്ചിട്ടുള്ളതാണു് അഗ്നിപ്പെട്ടി. ബോയ്ലർഷെല്ലും കൂടുതൽ ഭാഗവും ഇഷ്ടിക കൊണ്ടു് വലയം ചെയ്തിരിക്കുന്നു. ബോയ്ലറിലേക്കാവശ്യമായ ജലം ടാങ്കിൽ നിന്നും പമ്പി കുഴൽ വഴി കടത്തിവിടുന്നു.

ചിത്രത്തിൽ G എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയ ഇരുമ്പഴിക്കൂടിന്റെ മുകളിൽ വെച്ചു് ഇന്ധനം കത്തിക്കുന്നു. തത്ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ചാമ്പൽ അടിയിലുള്ള ചാമ്പൽക്കുഴിയിൽ സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു. നീരാവിയുടെ മർദം ക്രമാധികമായി വർധിച്ചാൽ ബോയ്ലറിന്റെ മുകളിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള ലീവർ സുരക്ഷാവാൽവു് സ്വയം തുറക്കുകയും അതു വഴി കുറെ നീരാവി ബഹിർഗമിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ മർദം കുറയുന്നു. ഈ വാൽവു് ഘടിപ്പിച്ചിട്ടില്ലെങ്കിൽ ഒരു പക്ഷേ ക്രമാധികമായ മർദം മൂലം ഷെൽ പൊട്ടിത്തെറിക്കുന്നതിനിടയുണ്ടു്. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന നീരാവിക്കുഴൽ ബോയ്ലറിൽ നിന്നും നീരാവി പകർന്നെടുക്കുന്നതിനുപകരിക്കുന്നു.

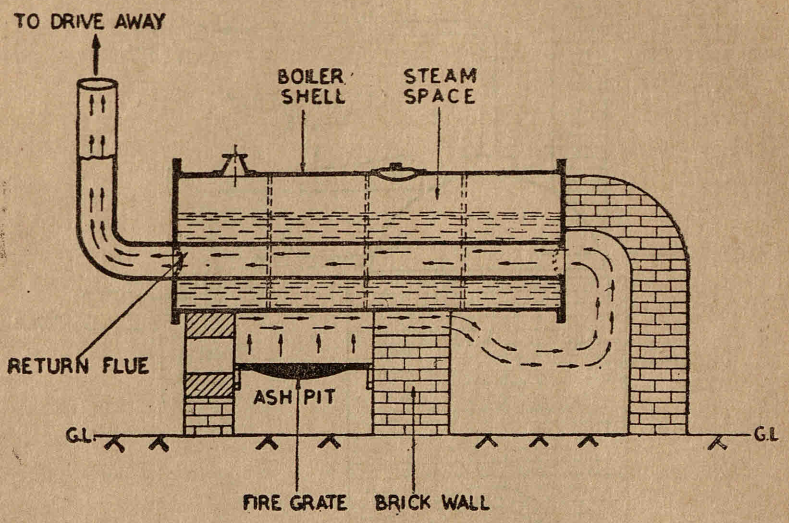
ഇന്ധനങ്ങളുടെ ദഹനഫലമായുണ്ടാകുന്ന തപിച്ച വാതകങ്ങളും ബോയ്ലർ ഷെല്ലിനേയും അതുവഴി ഉള്ളിലുള്ള വെള്ളത്തെയും ചൂടുപിടിപ്പിക്കുന്നു. അവയിലുള്ള താപോർജം ജലത്തിനു കൈമാറ്റം ചെയ്തതിനു ശേഷം ഈ വാതകങ്ങളും പുകക്കുഴൽ വഴി അന്തരീക്ഷവായുവിലേയ്ക്കു് പുറംതള്ളപ്പെടുന്നു. അതുകൊണ്ടാണു് പുകക്കു



ചിത്രം 4.2

ഴൽ തുടർച്ചയായി കറുത്ത പുക വമിക്കുന്നതായി കാണുന്നതു്. ഇരുമ്പഴിക്കൂട്ടിൽ ദഹനശേഷം അവശേഷിക്കുന്ന ചാമ്പൽ തട്ടി അടിയിലുള്ള ചാമ്പൽക്കുഴിയിൽ നിക്ഷേപിക്കുന്നു.

19–ാം ശതകത്തിന്റെ ആരംഭത്തിൽ നിശ്ചലങ്ങളായ തീക്കുഴൽ ബോയ്‌ലറുകളുടെ ഡിസൈനിൽ ഗണ്യമായ പുരോഗതി വൈവരുകയുണ്ടായി. ഒലിവർ ഇവാൻസ്‌ എന്ന ഒരു അമേരിക്കൻ എൻജിനീയർ 1800–ൽ നിർമിച്ച ഒരു നിശ്ചല വിലങ്ങൻ ബോയ്‌ലറാണു് ചിത്രം 4.3–ൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ളതു്. വാതകങ്ങൾ തിരിച്ചു പോകുന്നതിനാവശ്യമായ ഒരു കുഴൽ ക്രൂടി പ്രധാന ബോയ്‌ലർഷെല്ലിനുള്ളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നുവെന്നതാണു് ഈ ബോയ്‌ലറിന്റെ ഒരു സവിശേഷത. ബഹിർജ്വാലിത വിഭാഗത്തിൽപെട്ട ഈ ബോയ്‌ലറിൽ ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തുന്നതു് ഇഷ്ടികകളിന്മേൽ പണിതുറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ഇരുമ്പഴിക്കൂടിന്റെ മുകളിലാണു്. തപിച്ച വാതകങ്ങൾ ഇവിടേ നിന്നും, ചിത്രത്തിൽ അമ്പടയാളം കാണിച്ചിട്ടുള്ള മാർഗങ്ങളിൽ ക്രൂടി കടന്നു പോയതിന്റെ ശേഷം ഷെല്ലിനുള്ളിലുള്ള കുഴലിൽ ക്രൂടി തിരിച്ചു വരുന്നു. അവിടെ നിന്നും പുകക്കുഴൽ വഴിയായി ഫ്‌ളൂവാതകങ്ങൾ പുറത്തു പോകുന്നു. ബോയ്‌ലർ ഷെല്ലിൽ ഏതാണ്ടു മുക്കാൽ ഭാഗം വെള്ളം നിറച്ചിരിക്കും. വെള്ളവും



ചിത്രം 4.3

വാതകങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ചൂടുകൈമാറ്റം നടക്കുന്നതു് ഷെല്ലിനകത്തും വാതകങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കുമ്പോഴും അതുപോലെ തന്നെ അവയുടെ, കഴലിൽ കൂടിയുള്ള തിരിച്ചു യാത്രയിലും ആണു്.

കോർണിഷ് ബോയ്ലർ

ഇവാൻസിന്റെ ബോയ്ലർ, ബോയ്ലർ നിർമാണരംഗത്തെ ഒരു മാർഗദർശകമായ കണ്ടുപിടുത്തമായി കരുതിപ്പോരുന്നു. കാരണം പിന്നീടു നിർമിക്കപ്പെട്ട എല്ലാ വിലങ്ങൻ നിശ്ചലബോയ്ലറുകളും ഏതാണ്ടു് അതേ അടിസ്ഥാനതത്വമുപയോഗിച്ചു് നിർമിച്ചവയായിരുന്നു. ചിത്രം 4.4 –ൽ ഒരു കോർണിഷ് ബോയ്ലറിന്റെ ചേദക്കാഴ്ചയും ഓരക്കാഴ്ചയും കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഉല്പത്തിയിൽ വളരെ പഴയതാണെങ്കിൽ കൂടിയും കോർണിഷ് ബോയ്ലർ ഇപ്പോഴും വ്യവസായശാലകളിലും മറ്റും ധാരാളമായി ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നുണ്ടു്.

ഈ ഇനം ബോയ്ലറിന്റെ സവിശേഷതകൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

(i) ചതുരശ്ര സെ. മീറ്ററിനു് 10 മുതൽ 12 വരെ കിലോഗ്രാം മർദമുള്ള നീരാവി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ ഈ ബോയ്ലർ വളരെ അനുയോജ്യമാണു്.

(ii) ബോയ്ലറിന്റെ ഒരറ്റം മുതൽ മറ്റേ അറ്റം വരെയുള്ള ഒരു വലിയ ഫ്ളൂകഴൽ മാത്രമേ ഇതിലുള്ളൂ.

(iii) ഈ ഫ്ളൂകഴൽ ബോയ്ലർ ഷെല്ലിനുള്ളിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

ചിത്രം 4.4

(iv) ലോഹപലകകളും റോളർ തുല്യവ്യാസമുള്ള പല ഷെല്ലുകളാക്കി അവ റിവറ്റുകളും കൊണ്ട് യോജിപ്പിച്ചാണ് ബോയ്ലർ ഷെൽ ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത്.

(v) ഇന്ധനം കത്തിക്കുന്ന ഇരുമ്പഴിക്കൂട് ഫയർബോക്സിന്റെ ഭിത്തിയിലുറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള താങ്ങുപലകയിന്മേൽ കമ്പികളും നിരത്തി ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ളതാണ്.

(vi) ഇരുമ്പഴിക്കൂടിനടിയിലായി മറവ് ബോയ്ലറുകളിലുള്ളതു പോലെ ചാമ്പൽ സംഭരിക്കുന്നതിനുള്ള ചാമ്പൽക്കുഴിയുണ്ട്. അതിന്റെ അടപ്പു തുറന്ന് ഇടക്കെല്ലാം ചാമ്പൽ നീക്കം ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

(vii) ബോയ്ലർ പൂർണമായും ഇഷ്ടിക കൊണ്ടാണ് കെട്ടിയുറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്.

(viii) ബോയ്ലറിന്റെ പിൻഭാഗത്താണ് പുകക്കുഴൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്.

പ്രവർത്തനതത്വം:— ബോയ്ലറിന്റെ വ്യാപ്തത്തിൽ പുതാണ്ടു മുക്കാൽ ഭാഗവും ജലം നിറച്ചിരിക്കുന്നു. ബാക്കിയുള്ള ഭാഗം നീരാവി സംഭരിക്കുവാൻ ഉദ്ദേശിച്ചിട്ടുള്ളതാണ്. വേണ്ടത്ര വായുവിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ കല്ക്കരി കത്തുന്നു. തത്ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ചൂടുപിടിച്ച വാതകങ്ങളും പ്രധാന ഫ്ളൂകുഴലിൽ കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നു. ആ സമയത്ത് കുഴലിന്റെ ഭിത്തിയിൽ കൂടി ചുറ്റുമുള്ള ജലത്തിലേക്ക് താപം പ്രസരിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിൽ 1 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള സ്ഥലത്തെത്തിയതിനുശേഷം മടക്കയാത്രയിൽ ഈ വാതകങ്ങളും പാർശ്വഭാഗത്തു് ഒരറ്റം മുതൽ മറേറ അറ്റം വരെയുള്ള മാർഗങ്ങളിൽ കൂടി കടന്നു പോകുന്നു. ഈ മാർഗങ്ങളും 2, 3 എന്നിങ്ങനെ ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഈ മാർഗങ്ങളിൽ നിന്നു് വീണ്ടും അവ ബോയ്ലറിന്റെ അടിയിലുള്ള 4 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന സ്ഥലത്തേയ്ക്കു് കടക്കുന്നു. അതിൽ കൂടി സഞ്ചരിച്ചു് അവസാനമായി വാതകങ്ങളും 5 എന്ന പുകക്കുഴലിൽക്കൂടി പുറത്തു പോകുന്നു. ഫ്ളൂകുഴലിന്റെ ഭിത്തിയിൽ കൂടിയും ബോയ്ലറിന്റെ വശങ്ങളിലേയും മുവട്ടിലേയും ഭിത്തികളിൽക്കൂടിയും വാതകങ്ങളിൽ നിന്നും താപം ജലത്തിലേക്കു് പ്രവഹിക്കുന്നതു മൂലം ഫ്ളൂവാതകങ്ങളും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന താപം പരമാവധി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുവാൻ കഴിയുന്നു. അങ്ങിനെ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ചെലവു് കുഴിയുന്നത്ര ചുരുക്കുവാൻ സാധിക്കും.

ലങ്കാഷയർ ബോയ്ലർ

ലങ്കാഷയർ ബോയ്ലറിന്റെ ഒരു മാതൃകാചിത്രം 4.5—ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. കൂടുതലായി ചില മേന്മകളുണ്ടെന്നതൊഴിച്ചാൽ ഇതിനു് കോർണിഷ് ബോയ്ലറുമായി വളരെ സാമ്യമുണ്ടു്. പ്രധാന മേന്മകളും താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

(i) കോർണിഷ് ബോയ്ലറിനെ അപേക്ഷിച്ചു് അല്പം കൂടി ഉയർന്ന മർദത്തിൽ നീരാവി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ ഇതു് ഉപകരിക്കുന്നു. ചതുരശ്ര സെ. മീ.—ന് ഏതാണ്ടു് 15 കിലോഗ്രാം മർദം ഇതിൽ വളരെ സാധാരണമാണ്.

(ii) ബോയ്ലറിന്റെ ധാരിത [ഇതുകൊണ്ടു് നാം അർഥമാക്കുന്നതു് അതുകൊണ്ടു് ഉൾക്കൊള്ളാൻ പറ്റുന്ന നീരാവിയുടെ അളവാണ്.] ഇത്തരം ബോയ്ലറുകളിൽ കൂടിയിരിക്കും.

(iii) കോർണിഷ് ബോയ്ലറിൽ ഒരു ഫ്ളൂകുഴലേ ഉള്ളു; ലങ്കാഷയർ ബോയ്ലറിൽ രണ്ടു വലിയ ഫ്ളൂകുഴലുകളും ഉണ്ടു്.

(iv) താപനപ്രതലത്തിന്റെ വിസ്തീർണം ഇത്തരം ബോയ്ലറിൽ താരതമ്യേന കൂടുതലായിരിക്കും.

ചിത്രം 4.5

പ്രവർത്തന തത്വം:— ഭഹനഫലമായുണ്ടാകുന്ന തപിച്ച വാതകങ്ങളുടെ പ്രവാഹപഥത്തിൽ അല്പം ചില വ്യത്യാസങ്ങളുള്ളതൊഴിച്ചാൽ ലങ്കാഷയർ ബോയ്ലറിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം കോർണിഷ് ബോയ്ലറിന്റേതു തന്നെയാണു്.

പൂട്ടുള്ള വാതകങ്ങളും ഫ്ളൂകുഴലുകളും വഴി ബോയ്ലറിന്റെ മുൻവശത്തു നിന്നും പിൻവശത്തേയ്ക്കു് പ്രവഹിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിൽ 1 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയ ഭാഗത്തുതിച്ചേർന്നാൽ ഇവയെ അടിയിലുള്ള 4 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന ചാലിലേക്കു തിരിച്ചു വിടുന്നു. ഈ ചാൽ വഴി ബോയ്ലറിന്റെ മുൻ ഭാഗത്തെത്തിച്ചേരുന്ന വാതകങ്ങളും രണ്ടായി പിരിയുന്നു. ഒരു ഭാഗം ഉയർന്നു 2 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള പാർശ്വചാലിലേക്കും മറേറ ഭാഗം 3 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയ ചാലിലേക്കും കടക്കുന്നു. ഈ രണ്ടു ധാരകളും ബോയ്ലറിന്റെ ഒരറ്റത്തു നിന്നും മേൽപറഞ്ഞ ചാലുകൾ വഴി മറേറ അറ്റത്തെത്തിച്ചേർന്നു് 5 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയ സ്ഥലത്തുവച്ചു് സന്ധിക്കുന്നു. അവിടെ നിന്നും അവ പുകക്കുഴൽ മാർഗം വെളിയിൽ പോകുന്നു.

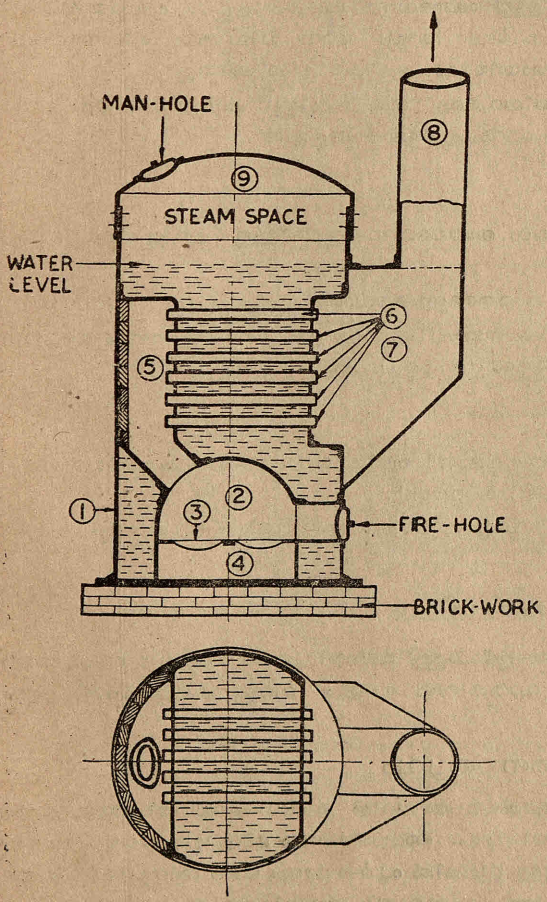
മേൽ വിവരിച്ച എല്ലാത്തരം ബോയ്ലറുകളിലും നീരാവി വെളിയിലെടുക്കുന്നതു് ഷെല്ലിന്റെ മുകളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന നീരാവിക്കുഴലുകൾ വഴിയാണു്. ആരോപിത്രുങ്ങൾ എന്ന പൊതുനാമത്തിലറിയപ്പെടുന്ന മറേറ പല സാമഗ്രികളും ബോയ്ലറുകളിലുണ്ടെങ്കിലും അവയോരോന്നിനെപ്പററിയും വേറൊരവസരത്തിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നുണ്ടു്.

4.5 കുത്തൻ ബോയ്ലറുകൾ

ഇതു വരെ വിവരിയ്ക്കപ്പെട്ട എല്ലാ ബോയ്ലറുകളും നിശ്ചലമായ വിലങ്ങൻ വിഭാഗത്തിൽ പെട്ടവയാണു്. ഇനി ഒന്നോ രണ്ടോ കുത്തൻ ബോയ്ലറുകളുടെ—അതായതു് ബോയ്ലർ ഷെൽ കുത്തനെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ബോയ്ലറുകളുടെ—പ്രവർത്തനരീതി പരിശോധിക്കാം. വിലങ്ങൻ ബോയ്ലറുകളെ അപേക്ഷിച്ചു് വളരെ കുറച്ചു സ്ഥലം മാത്രമേ എടുക്കുന്നുള്ളുവെന്നതാണു് ഇത്തരം ബോയ്ലറുകളുടെ പ്രധാന മെച്ചം. ഈ വിഭാഗത്തിൽ പെട്ട ബോയ്ലറുകൾ കപ്പലുകളിൽ ധാരാളമായി ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു.

പ്രവർത്തന തത്വം:— കൊക്രാൻ ബോയ്ലർ എന്ന പേരോടുകൂടിയ ഒരു തരം കുത്തൻ ബോയ്ലറാണു് ചിത്രം 4.6—ൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ളതു്. 2 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള പൂട്ടുകളുള്ളിലായി ഇന്ധനം കത്തിക്കുന്നതിനു വേണ്ടിയുള്ള ഇരുമ്പഴക്കൂടു് ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നു. ഇതു് ചിത്രത്തിൽ 3 എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിനു താഴെയായി ചാമ്പൽ സംഭരിക്കുന്നതിനുള്ള സ്ഥലം ചിത്രത്തിൽ 4 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഇന്ധനമായി കല്ക്കരിയാണു് ഇത്തരം ബോയ്ലറുകളിൽ സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. കൽക്കരിയുടെ ഭഹനഫലമായുണ്ടാകുന്ന തപിച്ച ഫ്ളൂ വാതകങ്ങളും ആദ്യം 5 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന പ്രധാന കുഴലിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. അവിടെ നിന്നും ചിത്രത്തിൽ C എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്ന തീക്കുഴൽ വഴി

7 എന്ന പുകപ്പെട്ടിയിൽ കടക്കുന്നു. ഈ തീക്കുഴലുകളും പുകപ്പെട്ടിയെ പ്രധാന ഫ്ളൂ കുഴലുമായി യോജിപ്പിക്കുന്നു. പുകപ്പെട്ടിയിൽ നിന്നും പുകക്കുഴൽ വഴി ഈ വാതകങ്ങളും വെളിയിൽ പോകുന്നു.



1. ബോയ്‌ലർ ഷെൽ
2. ഫൂള
3. ഇരുമ്പഴിക്കൂട്‌
4. ചാമ്പൽക്കുഴി
5. ഫ്ളൂ പൈപ്പ്‌
6. ഫ്ളൂ കുഴലുകൾ
7. പുകപ്പെട്ടി
8. പുകക്കുഴൽ
9. നീരാവി പ്രദേശം

ചിത്രം 46

മേൽ പറഞ്ഞ തീക്കുഴലുകളെല്ലാം വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങിക്കിടക്കുന്നു. ബോയ്‌ലർ ഷെല്ലിൽ ഏതാണ്ട്‌ മുക്കാൽ ഭാഗത്തോളം വെള്ളമുണ്ടായിരിക്കും. ഫൂളയിൽ നിന്നും വാതകങ്ങൾ പ്രധാനഫ്ളൂ കുഴലിൽ കൂടിയും പിന്നീട്‌ മറ്റു തീക്കുഴലുകൾ വഴിയായും പുകപ്പെട്ടിയിൽ എത്തുന്നതോടെ അവയിലെ താപം മുഴുവനും പുറമുള്ള ജല

ത്തിലേക്കു് പ്രേഷണം ചെയ്തിരിക്കും. അപ്രകാരം ജലത്തിനു നീരാവിയായി മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നു. ജലവിതാനത്തിനു മുകളിലായി 9 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന സ്ഥലത്തു് ഈ നീരാവി സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു.

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ തീക്കുഴലുകളെല്ലാം എല്ലായ്പോഴും വിലങ്ങനെയിരിക്കണമെന്നു് നിർബന്ധമില്ല. മറ്റു ചില തരം ബോയ്ലറുകളിൽ തീക്കുഴലുകളും കുത്തനെയായിരിക്കും ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നതു്.

വിലങ്ങൻതീക്കുഴൽബോയ്ലറുകളെ അപേക്ഷിച്ചു് കുത്തൻതീക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകൾക്കു് താഴെ പറയുന്ന മേന്മകളും ദോഷങ്ങളുമുണ്ടു്.

മേന്മകൾ

(i) കുത്തൻബോയ്ലറുകൾ താരതമ്യേന ഒതുക്കമുള്ളതും കുറച്ചു സ്ഥലം മാത്രം എടുക്കുന്നവയുമാണു്.

(ii) നിർമാണച്ചെലവു് താരതമ്യേന കുറവാണു്.

(iii) കുത്തൻബോയ്ലറുകൾ സ്ഥാപിക്കുന്നതും ഒരു സ്ഥലത്തു നിന്നും മറ്റൊരു സ്ഥലത്തേയ്ക്കു് മാറ്റുന്നതും താരതമ്യേന എളുപ്പമാണു്.

ദോഷങ്ങൾ

(i) വിലങ്ങൻബോയ്ലറുകളുമായി തട്ടിച്ചു നോക്കുമ്പോൾ കുത്തൻബോയ്ലറുകളുടെ നീരാവിയുല്പാദനശേഷി കുറവാണു്.

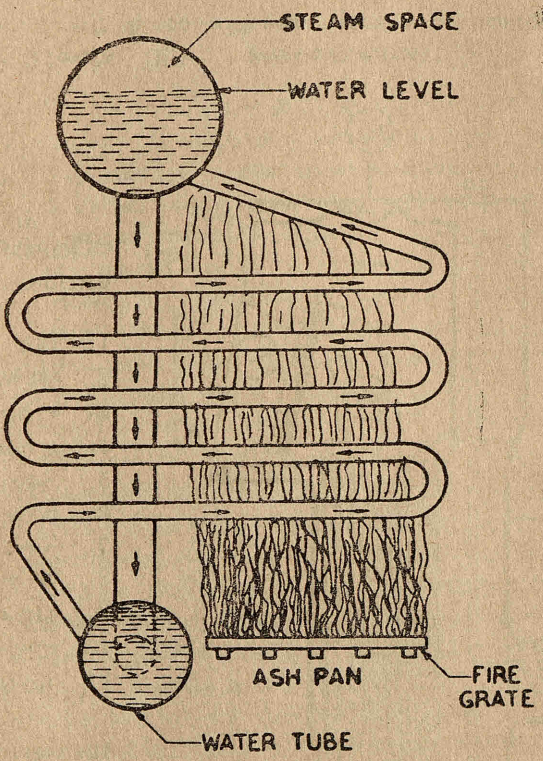
(ii) കുത്തൻബോയ്ലറുകൾ വൃത്തിയാക്കുന്നതും പരിശോധിക്കുന്നതും വളരെ ശ്രമകരമാണു്.

4.6 വെള്ളക്കുഴൽബോയ്ലറുകൾ

ഈ അധ്യായത്തിന്റെ ആദ്യഭാഗത്തു് വിവരിച്ചതു പോലെ ഒരു വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്ലറിൽ ചൂടായ ഫ്ളൂവാതകങ്ങൾ വെള്ളം നിറച്ച കുഴലുകൾക്കു് ചുറ്റുമാണു് പ്രവഹിക്കുന്നതു്.

നിർമാണവും പ്രവർത്തനതത്ത്വവും

ലഘുവായ ഒരു വെള്ളക്കുഴൽബോയ്ലറിൽ സാധാരണയായി ജലമുൾക്കൊള്ളുന്ന രണ്ടു ഡ്രമ്മുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. അവയിലൊന്നു മുകളിലും മറ്റേതു താഴെയുമായിരിക്കും. ഇതിൽ താഴെയുള്ള ഡ്രമ്മിൽ പൂർണമായും ജലം നിറച്ചിരിക്കും. കുഴലുകൾ വഴി അതു് മുകളിലത്തെ ഡ്രമ്മുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കും. മുകളിലത്തെ ഡ്രമ്മിൽ ഭാഗികമായി വെള്ളമുണ്ടായിരിക്കും. വെള്ളത്തിനു മുകളിലുള്ള ഒഴിഞ്ഞ സ്ഥലം നീരാവി ശേഖരിക്കുന്നതിനു വേണ്ടിയുള്ളതാണു്. ചൂടു പിടിച്ച ഫ്ളൂവാതകങ്ങൾ കുഴലുകളെ സ്പർശിച്ചു കൊണ്ടു് മുകളിലേക്കുയർന്നു് കുഴലുകൾക്കകത്തുള്ള ജലത്തെ ചൂടു പിടിപ്പിക്കുന്നു. തത്ഫലമായി ചിത്രത്തിൽ അമ്പടയാളമിട്ടു കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ദിശയിൽ ഒരു സംവഹനപ്രവാഹം സംജാതമാകുന്നു. തുടർച്ചയായി



ചിത്രം 4.7

ജലം ചൂടാറിത്തിരിഞ്ഞു കൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ ഇത്തരം ബോയ്‌ലറുകളും താപോർജം ഏറ്റവും ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

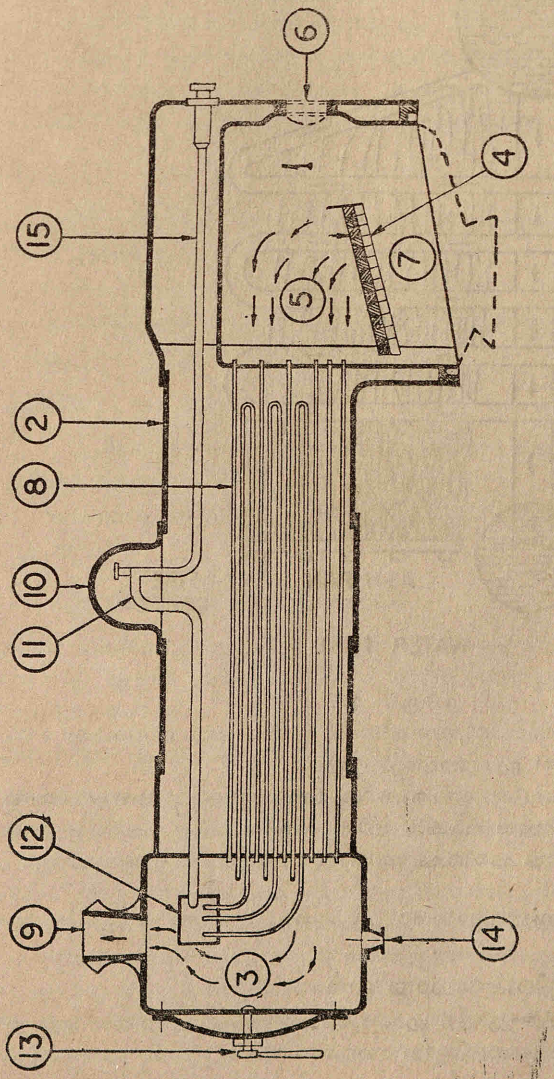
ഉയർന്ന മർദത്തിൽ വലിയ തോതിൽ നീരാവിയുല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ യോജിച്ച രീതിയിൽ വെള്ളക്കുഴൽബോയ്‌ലറുകളും നിർമ്മിക്കാൻ പറ്റും. എന്നാൽ അത്തരം ബോയ്‌ലറുകൾക്ക്‌ വിലയും പരിരക്ഷണത്തിൽ നേരിടാവുന്ന പ്രയാസങ്ങളും ഏറിയിരിക്കും.

ഒരു വെള്ളക്കുഴൽ ബോയ്‌ലറിന്റെ വ്യവസ്ഥാചിത്രമാണ്‌ 4.7–ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്.

4.7 ലോക്കൊമോട്ടീവ്‌ ബോയ്‌ലർ

ചതുരശ്ര സെ. മീ. നു് 25 കി. ഗ്രാം വരെ മർദത്തിലുള്ള നീരാവിയുല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ പറ്റിയ ഒരു ലോക്കൊമോട്ടീവ്‌ബോയ്‌ലറിന്റെ ലഘു ചിത്രം 4.8 –ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഒരു ലോക്കൊമോട്ടീവ് ബോയ്ലറിൽ പ്രധാനമായും മൂന്ന ഭാഗങ്ങളാണുള്ളത്.
(i) ഫൂള (ii) ബോയ്ലർഷെൽ (iii) പുകപ്പെട്ടി.



ചിത്രം 4.8
തീവണ്ടി എൻജിൻ ബോയിലർ

1. ഫൂള
2. ബോയ്ലർ ഷെൽ
3. പുകപ്പെട്ടി
4. ഇരുമ്പഴിക്കൂട്
5. കമാനം
6. തീയിടൽ
7. ചാമ്പൽക്കുഴി
8. തീക്കുഴലുകൾ
9. പുകകുഴൽ
10. ഡോം
11. റഗുലേറ്റർ (നിയന്ത്രകം)
12. സൂപ്പർഹീറ്റർ യോജനങ്ങൾ
13. പുകപ്പെട്ടിവാതിൽ
14. ശുദ്ധീകരണ നിർഗമനം
15. റഗുലേറ്റർ നിയന്ത്രണം

ലോക്കൊമോട്ടീവ്‌ ബോയ്‌ലർ ഒരു അന്തർജ്വാലിതതീക്കുഴൽബോയ്‌ലറായി കണക്കാക്കാം.

പ്രവർത്തനതത്വം:— ചിത്രത്തിൽ(6) എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വാതിലിൽ കൂടി ഇരുമ്പഴിക്കൂട്ടിലേക്ക്‌ (4) കല്ലരിയിട്ടു കൊടുക്കുന്നു. ഈ പ്രവൃത്തി യന്ത്രങ്ങളും കൊണ്ടും ചെയ്യാം. ഇരുമ്പഴിക്കൂടിനടിയിലായി ചാമ്പൽക്കുഴിയുണ്ട്‌ (7). പുകപ്പെട്ടിയുമായി തീക്കുഴൽ വഴി ബന്ധപ്പെട്ടതായിരിക്കുന്ന (1) എന്ന അറയാണു ഇവിടത്തെ മുഖ്യ ഭാഗം. ഇതു ബോയ്‌ലറിന്റെ ഷെല്ലുമായി സ്റ്റേയ്‌കൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഉറപ്പുബന്ധങ്ങളും മുഖേനയാണു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ചൂളയുടെ ഭിത്തിക്കും ബോയ്‌ലർ ഷെൽ താഴോട്ടു നീട്ടിയെടുത്തിരിക്കുന്നതിനും ഇടയിലുള്ള വലയാകാരമായ സ്ഥലവും ബോയ്‌ലറിലെ ജലസ്ഥലവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടതായിരിക്കുന്നു. അഗ്നിസഹഇഷ്ടികകൾ കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്ന കമാനം (5) ദഹനഫലമായുണ്ടാകുന്ന വാതകങ്ങളെ തിരിച്ചു വിടുന്നതിനു വേണ്ടിയുള്ളതാണു്. ബോയ്‌ലർഷെൽ (2) സിലിണ്ടർ ആകൃതിയിൽ ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നു. ചൂളയെ പുകപ്പെട്ടിയുമായി ബന്ധിക്കുന്ന നിരവധി കുഴലുകൾ ഇതിലുൾക്കൊള്ളിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഈ കുഴലുകൾ (8) ഷെല്ലിൽ ഏതാണ്ടു് മുക്കാൽ ഭാഗം നിറച്ചിട്ടുള്ള ജലത്തിൽ മുങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

ഷെല്ലിന്റെ മുകൾ ഭാഗത്തായി കുംഭാകൃതിയിലുള്ള ഭാഗം ഈർപ്പരഹിതമായ നീരാവി ശേഖരിക്കുന്നതിനുള്ളതാണു്. ഈ കുംഭത്തിനുള്ളിൽ ഒരു ഉപരോധവാൽവു് കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. അതു് നീരാവിക്കുഴലുമായി ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. 15 എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന ലീവർ മൂലം ഈ വാൽവു് ആവശ്യാനുസരണം നിയന്ത്രിച്ചു് കുഴലിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന നീരാവിയുടെ അളവു് വ്യത്യാസപ്പെടുത്താം. ഈ നീരാവി വീണ്ടും സൂപ്പർഹീറ്ററിൽ കൂടി കടന്നു പോകുന്നു. തീക്കുഴലുകൾക്കുള്ളിലായി സംവിധാനം ചെയ്‌തിരിക്കുന്ന ഏതാനും ചെറിയ കുഴലുകളുൾക്കൊണ്ടതാണു് സൂപ്പർഹീറ്റർ. അവയിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്ന നീരാവി വീണ്ടും ചൂടു പിടിച്ചു് താപനില വർധിക്കുന്നു.

ചൂളയിൽ നിന്നുമുള്ള വാതകങ്ങൾ തീക്കുഴലുകളിൽ കൂടി കടന്നു് പുകപ്പെട്ടിയിലെത്തുന്നു. അവിടെ നിന്നും പുകക്കുഴൽ വഴി അവ പുറത്തു പോകുന്നു. പുകപ്പെട്ടി കാലാകാലം കടന്നു് വൃത്തിയാക്കുന്നതിനു വേണ്ടി ഒരു വാതിൽ പിടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

4.8 ബോയ്‌ലർ ആരോപിത്രങ്ങൾ

ചില പ്രത്യേക ധർമങ്ങൾ നിർവ്വഹിക്കുന്നതിനായി ബോയ്‌ലറിന്മേൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള വിവിധോപകരണങ്ങളാണു് ബോയ്‌ലർ ആരോപിത്രങ്ങൾ എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്നതു്.

ഈ അധ്യായത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ബോയ്‌ലറുകളുടെ ചിത്രങ്ങളിലൊന്നും ആരോപിത്രങ്ങൾ കാണിച്ചിട്ടില്ല. ഉപയോഗിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ബോയ്‌ലറിൽ സാധാരണയായി കണ്ടു വരുന്ന ആരോപിത്രങ്ങൾ വളരെയധികം

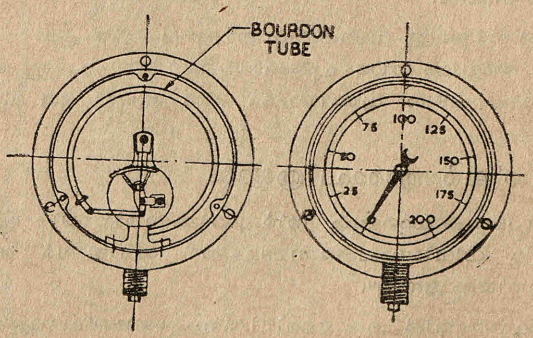
മുണ്ട്. അവയിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ചില ആരോപിത്രങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

1) മർദ്ദഗേജ്
2) ജലഗേജ്
3) സുരക്ഷാവാൽവ്
4) ജലനീയപ്പ് അഥവാ ഉരുകുംപ്ലഗ്
5) നീരാവി കോക്ക്
6) സ്റ്റോപ് വാൽവ്

മേൽ പറഞ്ഞവയിലോരോന്നും ഓരോ പ്രത്യേക ധർമം നിർവഹിക്കുന്നു. ബോയ്ലറിന്റെ സുരക്ഷിതമായ പ്രവർത്തനത്തിനു് അവയോരോന്നും അത്യന്താപേക്ഷിതമാണു്.

ഈ ആരോപിത്രങ്ങൾ ഓരോന്നിന്റേയും പ്രവർത്തനതത്വം വെവ്വേറെ വിവരിക്കാം.

4.8-1. മർദ്ദഗേജ് പേരു സൂചിപ്പിക്കുന്നതു പോലെ, ഇതു് ബോയ്ലറിലെ നീരാവിയുടെ മർദ്ദം അളക്കുന്നതിനു വേണ്ടിയുള്ളതാണു്. നീരാവിഗേജ് എന്ന പേരിലാണു് പലരുടെയിടയിലും ഈ ഉപകരണം അറിയപ്പെടുന്നതു്. പക്ഷേ ഈ പേർ തികച്ചും ശരിയല്ല; കാരണം ഈ ഉപകരണം കൊണ്ടു് മർദ്ദം മാത്രമേ അളക്കാൻ പറ്റുകയുള്ളു. ശ്രുഷ്ണത തുടങ്ങിയ നീരാവിയുടെ മറ്റു ഗുണങ്ങൾ ഇതു കൊണ്ടളക്കാൻസാധ്യമല്ല. അതിനാൽ നമുക്കതിനെ മർദ്ദഗേജ് എന്നു വിളിക്കാം. സാധാരണയായി കാണപ്പെടുന്ന ഒരു മർദ്ദഗേജ് ചിത്രം 4.9-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഒരു സൈഫൺ വഴിയോ അഥവാ ഒരു U-കുഴൽ വഴിയോ ഇതു് ബോയ്ലറിലെ നീരാവിസ്ഥലവുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. നീരാവി സാന്ദ്രീകരിച്ചു് ശേഖരിക്കപ്പെ



ചിത്രം 4.9

ട്ടുന്ന ജലം കുഴലിൽ നിൽക്കുന്നതു കൊണ്ടു് ഉന്നതോഷ്ണതയിലുള്ള നീരാവി, മർദ്ദ ഗേജിൽ പ്രവേശിക്കുന്നില്ല.

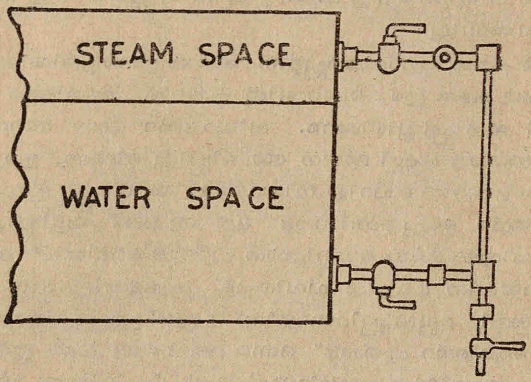
ബോർഡൺ കുഴൽ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ദീർഘവൃത്താകൃതിയിലുള്ള പരിഛേദ ത്തോടു കൂടിയ ഒരു കുഴൽ ഈ മർദ്ദഗേജിൽ കാണാം. അതിന്റെ അടച്ച അറ്റം ഒരു ലീവറുമായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ലീവറിന്റെ മറേറ അറ്റം ഒരു ഗിയർ ഖണ്ഡവുമായി മറെറാരു കണ്ണി മുഖേന യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ ഗിയർ ഖണ്ഡ ത്തിലെ പല്ലുകളെ മറെറാരു ചെറിയ ഗിയറുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഈ ചെറിയ ഗിയറിന്റെ അച്ചുതണ്ടിനോടു് ഒരു സൂചകം ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഈ സൂചകം, നീരാവിയുടെ മർദ്ദം കാണിക്കാൻ പറഞ്ഞ രീതിയിൽ അങ്കനം ചെയ് തിട്ടുള്ള ഒരു ഡയലിനു മുകളിൽ ചലിക്കുന്നു. ഏതെങ്കിലുമൊരു നിശ്ചിതമർദ്ദം വരെയുള്ള നീരാവി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനു് ഉദ്ദേശിച്ചിട്ടുള്ളവയായിരിക്കും ഓരോ ബോയ്ലറും. അതിന്റെ ഏതാണ്ടു് ഒന്നര മുതൽ രണ്ടു വരെ ഇരട്ടി മർദ്ദം അള ക്കാൻ കഴിവുള്ളവയായിരിക്കും അതിന്മേൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന മർദ്ദഗേജു്. ഡയ ലിൽ ഈ നിശ്ചിതമർദ്ദത്തിനു ശേഷമുള്ള ഭാഗം ഒരു പ്രത്യേകനിറത്തിലായി രിക്കും അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുക.

ഇത്തരം മർദ്ദഗേജുകളുടെ പ്രവർത്തനതത്വം വളരെ ലളിതമാണു്. നീരാവി യുടെ മർദ്ദം മൂലം ബോർഡൻകുഴൽ നിവരാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. തന്മൂലം കുഴലിന്റെ സ്വതന്ത്രമായ അഗ്രം ചലിക്കുന്നു. ഈ ചലനം ലീവർ വഴി അനേകമിരട്ടി വലു തായിത്തീരുന്നു. ലീവർ ചലിക്കുന്നതോടൊപ്പം ഗിയർ ഖണ്ഡം അല്പം കറങ്ങുന്നു. തത്സമയം അതുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ചെറിയ ഗിയറും അതോടൊന്നിച്ചു് സൂചകവും കൂടുതൽ കറങ്ങുന്നു. ബോർഡൺകുഴലിന്റെ അറ്റം ചലിക്കുന്നതു് കുഴലിൽ നീരാവിയേല്പിക്കുന്ന മർദ്ദത്തിനു് ആനുപാതികമായിട്ടായിരിക്കും. അതു കൊണ്ടു് സൂചകത്തിന്റെ കറക്കവും നീരാവിയുടെ മർദ്ദത്തിനനുസരിച്ചു് വ്യത്യാ സപ്പെടുന്നു.

നീരാവിയുടെ ഗേജ്മർദ്ദം [അതായതു് അന്തരീക്ഷമർദ്ദത്തിനുപരിയായി ഉള്ള മർദ്ദം] ചതുരശ്ര സെ. മീ. നു് എത്ര കി. ഗ്രാം എന്ന കണക്കിൽ സൂചി പ്പിക്കത്തക്ക വണ്ണമുള്ളതാണു് മർദ്ദഗേജിന്റെ ഡയൽ. ബോയ്ലറിലെ സാധാരണ പ്രവർത്തനമർദ്ദം വരെയുള്ള അങ്കനങ്ങളും കുറച്ചുനിറത്തിലും അതിനു ശേഷമുള്ളവ പലപ്പോഴും ചുവപ്പുവർണത്തിലുമായിരിക്കും അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുക.

4.8–2 ജലഗേജ്:— ബോയ്ലറിലെ മറെറാരു പ്രധാനപ്പെട്ട ആരോപിത്രമാണു് ജലഗേജ്. പേർ സൂചിപ്പിക്കുന്നതു പോലെ ജലനിരപ്പു് അളക്കുന്നതിനുള്ള ഒരുപകരണമാണിതു്. ബോയ്ലർഷെല്ലിനകത്തെ ജലവിതാനം ഒരു പരിധി വിട്ടു് താഴാൻ അനുവദിച്ചു കൂടാ. അങ്ങിനെ സംഭവിച്ചാൽ കുഴലുകളെല്ലാം കണ ക്കിലേറെ ചൂടാകുവാൻ സാധ്യതയുണ്ടു്.

ബോയ്ലറിനകത്തു് ഏതു നിരപ്പു വരെ ജലം ഉണ്ടെന്നറിയുന്നതിനാണു് ജല ഗേജ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.



ചിത്രം 4.10

4.8–3 സുരക്ഷാവാൽവ് ബോയ്ലറിന്റെ മുകളിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ഉപകരണങ്ങളിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ് സുരക്ഷാവാൽവ്. നീരാവിയുടെ മർദ്ദം കണക്കിലേറെ വർധിച്ചാൽ അപകടം ഉണ്ടാകാതെ ബോയ്ലറിനെ രക്ഷിക്കുകയെന്നതാണ് ഇതിന്റെ ധർമം. മർദ്ദം ക്രമാധികം വർധിക്കുമ്പോൾ ഈ വാൽവ് തുറക്കുകയും അതിൽ കൂടി അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് കുറെ നീരാവി രക്ഷപ്പെട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു. തത്ഫലമായി ബോയ്ലറിലെ മർദ്ദം കുറയുന്നു. വീണ്ടും നിശ്ചിതമർദ്ദത്തിലെത്തുമ്പോൾ വാൽവ് സ്വയം അടയുന്നു.

സുരക്ഷാവാൽവ് ഇപ്രകാരം രണ്ടു പ്രധാനധർമങ്ങളാണ് അനുഷ്ഠിക്കുന്നത്:—

(i) മർദ്ദം ക്രമാധികം വർധിച്ച് ബോയ്ലർ പൊട്ടിത്തെറിക്കാതെ അതിനെ രക്ഷിക്കുന്നു.

(ii) ഏകദേശം സ്ഥിരമായ ഒരു മർദ്ദത്തിൽ നീരാവി നൽകുന്നതിനു ബോയ്ലറിനെ സഹായിക്കുന്നു.

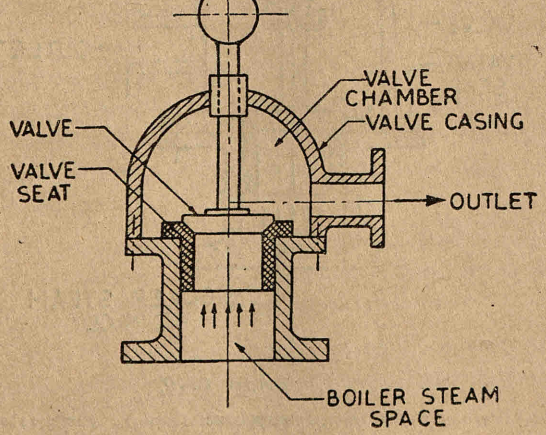
ബോയ്ലറിന്റെ നീരാവിസ്ഥലത്തിന്റെ മുകളിൽ ആണ് സുരക്ഷാവാൽവ് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുക. അതിനുള്ളിൽ വൃത്താകാരമായ ഒരു വാൽവുണ്ട്. ഒരു പ്രത്യേകമർദ്ദമെത്തുമ്പോൾ തുറക്കത്തക്ക വണ്ണം സ്പ്രിങ്ങുകളുടെ മുഖേന ഈ വാൽവ് ക്രമപ്പെടുത്തിയിരിക്കും. നീരാവിയുടെ മർദ്ദം ഈ നിശ്ചിതപരിധി കടന്നാൽ ഉടൻ വാൽവ് തുറക്കുകയും നീരാവിക്ക് പുറത്തേക്ക് പോകുവാൻ ഒരു മാർഗം തുറന്നു കിട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു. കുറച്ചു നീരാവി പുറത്തു പോയിക്കഴിയുമ്പോൾ സ്വാഭാവിക

മായും മർദ്ദം കുറയുന്നു. മർദ്ദം മേൽപറഞ്ഞ പരിധിയെത്തുമ്പോൾ വാൽവ് വീണ്ടും അടയുന്നു.

സാധാരണയായി ബോയ്‌ലറുകളിലുപയോഗിക്കുന്ന സുരക്ഷാവാൽവുകൾ പ്രധാനമായും മൂന്നു വിഭാഗങ്ങളിൽ പെടുന്നു.

1) ജഡഭാരസുരക്ഷാവാൽവ്
2) സ്പ്രിങ്ങ് ലോഡിതസുരക്ഷാവാൽവ്
3) ലീവർ സുരക്ഷാവാൽവ്

ഈ എല്ലാ വിഭാഗങ്ങളുടെയും അടിസ്ഥാനപരമായ പ്രവർത്തനതത്വം ഒന്നുതന്നെയാണ്. ലോഡുവാനുപയോഗിക്കുന്ന രീതികളിലാണ് കാര്യമായ വ്യത്യാസമുള്ളതു്. വാൽവ് അതിന്റെ സീറ്റിൽ ഉറച്ചിരിക്കത്തക്കവണ്ണവും നിശ്ചിതമർദ്ദത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കത്തക്ക രീതിയിലുമാണ് ഭാരം കയറ്റുന്നതു്. ഈ ബലത്തിനെതിർ ദിശയിൽ നീരാവി, വാൽവിന്മേൽ മർദ്ദം പ്രയോഗിക്കുന്നു. നീരാവിയുടെ മർദ്ദം മൂലം വാൽവിന്മേൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലം മേൽപറഞ്ഞ ഭാരത്തെ അപേക്ഷിച്ച് കൂടിയിരുന്നാൽ വാൽവ് തുറക്കുന്നു. തത്ഫലമായി കുറച്ചു നീരാവി പുറത്തു പോകുന്നു. അപ്പോൾ നീരാവിയുടെ മർദ്ദം കുറയുകയും വാൽവ് പൂർവസ്ഥിതി പ്രാപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.



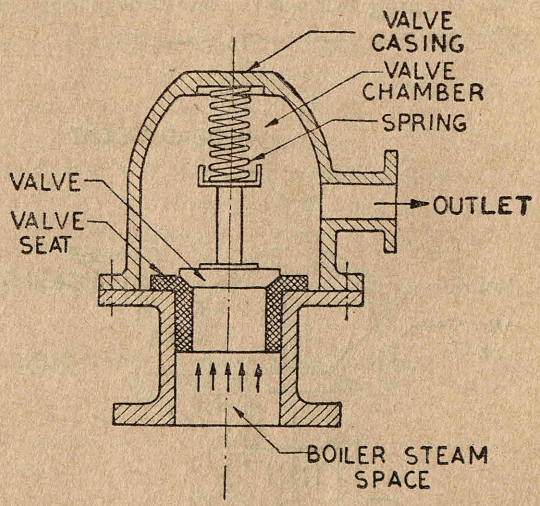
ചിത്രം 4.11

ചിത്രം 4.11 –ൽ ജഡഭാരസുരക്ഷാവാൽവ് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ പ്രവർത്തനരീതി ചുരുക്കി വിവരിക്കാം.

ബോയ്ലറിലെ നീരാവിസ്ഥലത്തിനും പുറത്തേക്കുള്ള ഭാരത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള മർദ്ദം ഒരു വാൽവ് മുഖേന അടച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ വാൽവ് അതിന്റെ സീറ്റിൽ ഉറച്ചു നിൽക്കുന്നു. അതായതു് മുകളിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന ഭാരം വാൽവിനെ അതിന്റെ സീറ്റിൽ അമത്തി നിത്തിയിരിക്കുന്നു.

ബോയ്ലറിലെ നീരാവിയുടെ മർദ്ദം ഉയരുന്നതോടൊപ്പം വാൽവിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലവും വർധിക്കുന്നു. ഈ ബലം വാൽവിനെ അതിന്റെ സീറ്റിൽ നിന്നും ഉയത്തുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. ഒടുവിൽ നീരാവി പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം വാൽവിനു മുകളിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന W എന്ന ഭാരത്തിനേക്കാൾ കൂടുതലാകുന്നതോടെ വാൽവ് സീറ്റിൽ നിന്നും ഉയരുന്നു. അതു മൂലമുണ്ടാകുന്ന വിടവിൽ കൂടി നീരാവി പുറത്തു പോകുന്നു. നിശ്ചിതപരിധി വിട്ട് മർദ്ദം കുറയുന്നതോടെ മുകളിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന ഭാരം മൂലം വാൽവ് വീണ്ടും അടയുന്നു.

സ്പ്രിങ്ങ് ലോഡിത സുരക്ഷാവാൽവു്



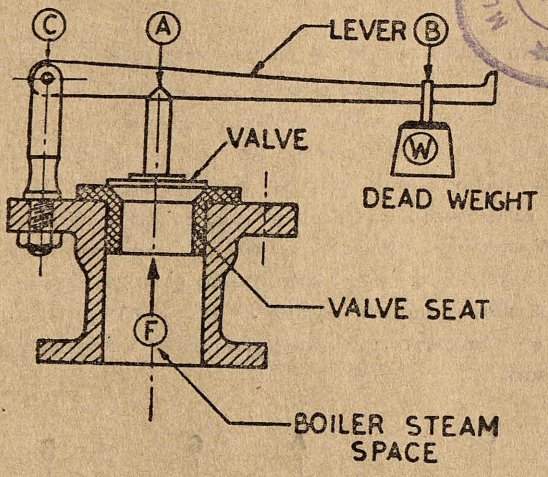
ചിത്രം 4.12

ഒരു സ്പ്രിങ്ങ് ലോഡിതസുരക്ഷാവാൽവിന്റെ ലഘുചിത്രമാണ് 4.12-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്. ഇതിന്റെ പ്രവത്തനതത്വം ജഡഭാരസുരക്ഷാവാൽവിന്റേതു തന്നെയാണു്. ഭാരത്തിനു പകരമായി ഒരു സ്പ്രിങ്ങ് ഉപയോഗിച്ചാണു് ഇതിൽ വാൽവിന്മേൽ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതു്. ആവിയുടെ മർദ്ദം നിശ്ചിത അളവിൽ കൂടിയാൽ വാൽവിന്മേൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന വർധിച്ച ബലം മൂലം സ്പ്രിങ്ങ് ചുരുങ്ങുകയും തത്ഫലമായി വാൽവ് തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ISLAM HIGH SCHOOL, Date..... ERNAKULAM.

ലീവർ സുരക്ഷാവാൽവ്‌

ചിത്രം 4.13 –ൽ ഒരു ലീവർ സുരക്ഷാവാൽവ്‌ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ വാൽവിനു മുകളിലായി നേരിട്ടു ഭാരം വെച്ചിരിക്കുകയല്ല ചെയ്തിട്ടുള്ളതു്. അതിനു



ചിത്രം 4.13

പകരം, വാൽവിന്മേൽ ബലം പ്രയോഗിക്കാൻ വേണ്ടി സജ്ജീകരിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ലീവറിന്റെ ഒരറ്റത്താണു് ഭാരം തൂക്കിയിരിക്കുന്നതു്. ഈ ലീവറിന്റെ ഫുൾക്രം ചിത്രത്തിൽ C എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ലീവറിന്റെ അറ്റത്തു തൂക്കിയിട്ടുള്ള ഭാരം, W താരതമ്യേന വളരെ കുറച്ചു മതിയെന്നുള്ളതാണു് ഇത്തരം വാൽവുകളുടെ ഏറ്റവും വലിയ മെച്ചം.

ഒരു ജഡഭാര സുരക്ഷാവാൽവിൽ നീരാവി പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം F അതു് പോലും വാൽവു് തുറക്കുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കുക. എന്നാൽ വാൽവിനു മുകളിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന W എന്ന ഭാരം F–നു തുല്യമായിരിക്കണം.

എന്നാൽ ഒരു ലീവർ സുരക്ഷാ വാൽവിലാകട്ടെ F എന്ന ബലത്തിനെതിരായി വാൽവു് അതിന്റെ സീറ്റിൽ ചേർന്നിരിക്കുന്നതിനു് ആവശ്യമായ കുറഞ്ഞ ഭാരം

$$W = K.F. \quad \ldots\ldots \qquad (4.1)$$

ഇവിടെ K എന്നതു് എല്ലായ്പോഴും ഒന്നിൽ കുറവായിരിക്കും.

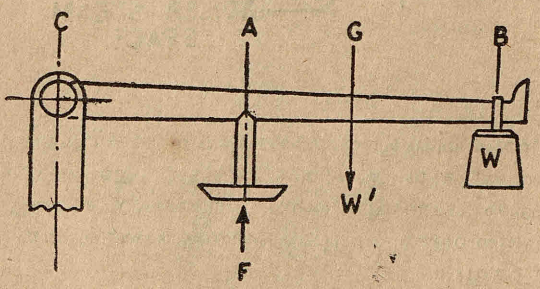
C എന്ന ഫുൾക്രത്തെ ആധാരമാക്കി ലീവറിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങളുടെ ആഘൂർണം കണക്കാക്കിയാൽ ഇതു വളരെ എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാം. ലീവറിന്റെ B എന്ന ബിന്ദുവിൽ W എന്ന ബലം താഴോട്ടും A എന്ന ബിന്ദുവിൽ F

എന്ന ബലം മുകളിലോട്ടും പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. C–യെ ആധാരമാക്കി അവയുടെ ആഘൂർണം കണക്കാക്കുമ്പോൾ

$$W \times BC = F \times AC \text{ എന്നു ലഭിക്കുന്നു.}$$

$$\text{അതായതു് } W = \frac{AC}{BC} \times F \quad \ldots\ldots \qquad (4.2)$$

(4.1) എന്ന സമീകരണത്തിൽ പരാമർശിച്ചിട്ടുള്ള K, $\frac{AC}{BC}$ എന്ന അനുപാതസംഖ്യയാണു്. AC, BC–യേക്കാൾ കുറവായതു കൊണ്ടു് ഈ അനുപാതസംഖ്യ എല്ലായ്പോഴും ഒന്നിൽ കുറവായിരിക്കും. ഇപ്രകാരം ഒരു ലീവർ സുരക്ഷാവാൽവിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഭാരം അതേ മർദത്തിൽ പ്രവഹിക്കുന്ന ജഡഭാര സുരക്ഷാവാൽവിലെ ഭാരത്തെക്കാൾ തുലോം കുറവായിരിക്കും. W, F എന്നിവയെ അപേക്ഷിച്ചു് ലീവറിന്റെ ഭാരം വളരെ തുച്ഛമായതിനാൽ മേൽ കാണിച്ച കണക്കുകൂട്ടലുകളിൽ അതു നാം കണക്കിലെടുത്തിട്ടില്ല. എന്നാൽ അതും ഗണ്യമാണെങ്കിൽ കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതാണു്. ലീവറിന്റെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽ ക്രിയാണു് അതിന്റെ ഭാരം താഴോട്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്. അതു കൂടി കണക്കിലെടുത്തു കൊണ്ടു് ലീവറിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലങ്ങളെല്ലാം താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 4.14

ചിത്രം 4.14–ൽ G എന്നതു് ലീവറിന്റെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രവും W' എന്നതു് ഭാരവുമാണു്. B യിൽ തൂക്കിയിട്ടിരിക്കുന്ന ഭാരം W –ം നീരാവി വാൽവിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം F –മാണു്. C എന്ന ബിന്ദു ആധാരമാക്കി ഇവയുടെ ആഘൂർണം കണക്കാക്കുമ്പോൾ

$$F \times AC = W' \times GC + W \times BC \quad \text{എന്നു ലഭിക്കുന്നു.}$$

$$\therefore W = F \times \frac{AC}{BC} - W' \times \frac{GC}{BC} \quad \ldots\ldots \ldots\ldots \qquad (4.3)$$

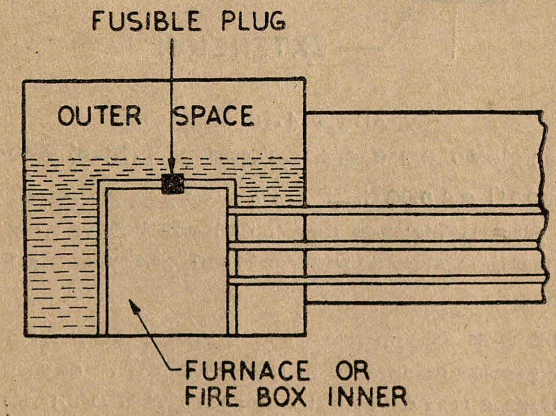
B യിൽ നിന്നും W ലീവറിന്റെ സ്വതന്ത്രമായ അഗ്രത്തിലേക്കു് ഇനിയും മാറ്റുകയാണെങ്കിൽ അതിന്റെ പരിമാണം വീണ്ടും കുറയ്ക്കാം.

നിശ്ചലങ്ങളായ ബോയ്‌ലറുകളിൽ ലീവർ സുരക്ഷാവാൽവ്‌ ധാരാളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതു്‌ കാണാം. എന്നാൽ അതിന്റെ ഉപയോഗം അടുത്ത കാലത്തു്‌ കുറഞ്ഞു കൊണ്ടിരിക്കുകയാണു്‌. ജഡഭാരസുരക്ഷാവാൽവാകട്ടെ സാധാരണ കുറഞ്ഞ മർദ്ദങ്ങൾക്കു മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കാവുള്ളൂ. അതായതു്‌ F ന്റെ മൂല്യം വളരെ കുറവായിരിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ W–ം അതനുസരിച്ചു്‌ വളരെ വലുതായിരിക്കണം.

ആധുനിക ബോയ്‌ലറുകളിൽ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്ന സുരക്ഷാവാൽവുകളും സ്‌പ്രിങ്ങു്‌ ഉപയോഗിച്ചുള്ളവയാണു്‌. കാരണം, സ്‌പ്രിങ്ങുകൾക്കു്‌ ആവശ്യമായ സ്ഥലവും അവയുടെ ഭാരവും താരതമ്യേന വളരെ കുറവാണു്‌. സ്‌പ്രിങ്ങും ലീവറും ഉപയോഗിച്ചുള്ള 'സംയുക്തസുരക്ഷാവാൽവു'കളും ആധുനിക ബോയ്‌ലറുകളിൽ പലപ്പോഴും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്‌.

സുരക്ഷാവാൽവുകൾക്കു പുറമേ ബോയ്‌ലറുകളോടു്‌ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള നിർഗമനാളിയുടെ തുടക്കത്തിൽ സ്റ്റോപ്‌വാൽവുകളും പിടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടായിരിക്കും. ഇത്തരം വാൽവുകളിൽ മിക്കവാറും പിന്നൊഴുക്കു തടയുന്ന വിഭാഗത്തിൽ പെട്ടവയായിരിക്കും. അതായതു്‌ ഒരു ദിശയിൽ മാത്രമേ ഇവയിൽക്കൂടി പ്രവാഹം സാധ്യമാകുകയുള്ളൂ. നീരാവി പുറത്തേക്കൊട്ടക്കാൻ മാത്രം ഇവ അനുവദിക്കുന്നു. നിർഗമനാളിയിലെ മർദ്ദം ബോയിലറിലേതിനെക്കാൾ കൂടിയാൽ ഈ വാൽവുകൾ തുറക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല. ഇവ കുമീകരിച്ചു്‌ പുറത്തേക്കൊട്ടക്കുന്ന നീരാവിയുടെ അളവു്‌ ആവശ്യാനുസരണം നിയന്ത്രിക്കാം.

4.8–4 ഗലനീയ പ്ലഗ്ഗു്‌ അഥവാ ഉരുകും പ്ലഗ്ഗു്‌:— ലോക്കോമോട്ടീവു്‌ വിഭാഗത്തിൽ പെട്ട എല്ലാ ബോയ്‌ലറുകളുടേയും ചൂളയ്ക്കു മുകളിലായി



ചിത്രം 4.15

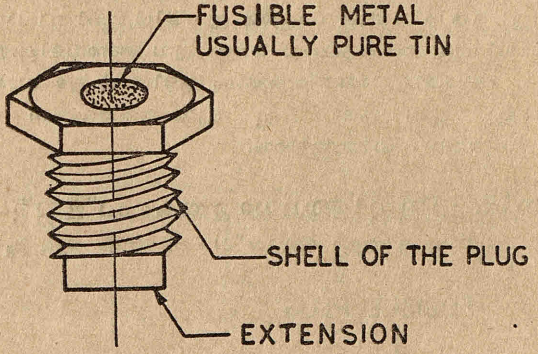
ഒരു ഉരുകും പ്ലഗ്ഗ് പിടിപ്പിച്ചിരിക്കും. ചൂളയെ വലയം ചെയ്തിരിക്കുന്ന അറയിൽ സാധാരണ നിലയിൽ ഒരു നിശ്ചിതഉയരം വരെ ജലമുണ്ടായിരിക്കും. ചൂളയുടെ നേരേ മുകളിലായി ഉരുകും പ്ലഗ്ഗ് പിടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന രീതി ചിത്രം 4.15 ൽ-കാണാം.

200°C–നും 250°C–നും ഇടയ്ക്ക് ഉരുകൽ നിലയുള്ള ഈയം കൊണ്ട് ഉരുണ്ട ഭാഗം നിറച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ഓട്ടുകഴലാണ് ഉരുകും പ്ലഗ്ഗ്. താഴെ പറയുന്ന രണ്ടു കാരണങ്ങളിലേതെങ്കിലും മൂലം ഇതു ക്രമാധികം ചൂടു പിടിക്കാനിടയുണ്ട്.

(i) ജലവിതാനം വളരെ താഴ്ന്നതു കൊണ്ട്

(ii) ചൂളയിലെ താപനില ക്രമാധികം വർധിക്കുന്നതു കൊണ്ട്

ഏതു വിധത്തിലായാലും ക്രമാധികം ചൂടുപിടിച്ചാൽ ഉരുകും പ്ലഗ്ഗ് ഉരുകുന്നു. അപ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ഭാരത്തിൽ ക്രൂടി ജലം നേരിട്ട് ചൂളയിലെ തീയ്യുമുകളിൽ പതിക്കുന്നു. തൽഫലമായി തീ അണഞ്ഞുപോകുന്നു. ശലനീയ പ്ലഗ്ഗ് ഇപ്രകാരം ഒരു രക്ഷോപാധിയായി വർത്തിക്കുന്നു.

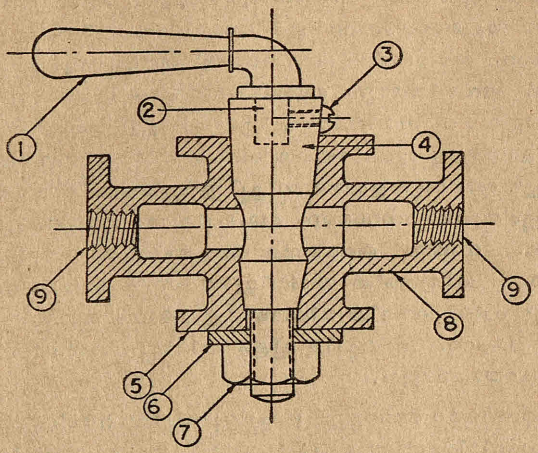


ചിത്രം 4.16

ഉരുകും പ്ലഗ്ഗിന്റെ ഒരു മാതൃകാ ചിത്രമാണ് 4.16–ൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ളതു്.

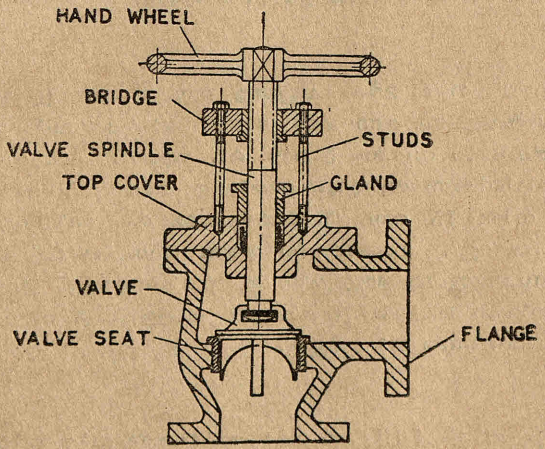
4.8–5. നീരാവി കോക്ക്:— ഫ്ളാൻജ് ഉള്ള അഗ്രങ്ങളോടു ക്രൂടിയതും കഴലുകളുമായി യോജിപ്പിക്കത്തക്ക വണ്ണം പിരി വെട്ടിയിട്ടുള്ളതും അഴിച്ചു മാറാവുന്ന കൈപ്പിടിയോടു ക്രൂടിയതുമായ ഒരു നീരാവി കോക്കാണ് ചിത്രം 4.17 –ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്.

കഴലുകളിൽ ക്രൂടി ഒഴുകുന്ന ദ്രവങ്ങളുടെ പ്രവാഹം ആവശ്യാനുസരണം ക്രമപ്പെടുത്താനാണ് ഇത്തരം കോക്കുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. കൈപ്പിടി 90° തിരിക്കുമ്പോൾ പ്ലഗ്ഗിലുള്ള ഭാരം ഷെല്ലിലെ തദനുരൂപമായ ഭാരവുമായി നേർക്കുനേർ വരുകയും പ്രവാഹം സാധ്യമാകുകയും ചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം 4.17

4.8–6 സ്റ്റോപ്പ്‌ വാൽവ്‌:— ബോയ്‌ലറിൽ നിന്നും നീരാവി എൻജിനി ലേക്ക്‌ നീരാവി വഹിച്ചു കൊണ്ടു പോകുന്ന കുഴലിനാണ്‌ നീരാവിക്കുഴൽ എന്നു പറയുന്നത്‌. ഈ കുഴലിന്റേയും ബോയ്‌ലറിന്റേയും സംഗമസ്ഥാനത്തു ഒരു



ചിത്രം 4.18

വാൽവ് പിടിപ്പിച്ചിരിക്കും. നീരാവിയുടെ അളവ് ആവശ്യാനുസരണം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന ഈ വാൽവിനെ നീരാവി സ്റ്റോപ് വാൽവ് എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഈ വാൽവ് കൈ കൊണ്ടു് അടയ്ക്കുകയും തുറക്കുകയും ചെയ്യാം. നീരാവിക്കുഴൽ എൻജിനുമായി യോജിക്കുന്നിടത്തും ഇത്തരം വാൽവ് കൊടുക്കാറുണ്ടു്. ഒരു സ്റ്റോപ്വാൽവിന്റെ ചിത്രമാണു് 4.18 –ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്. ഇതിന്റെ ഫ്ളാൻജുള്ള ഭാഗം ബോയ്ലറിലെ നീരാവി സ്ഥലത്തിന്റെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഭാഗത്തു് ബോൾട്ടുകളുപയോഗിച്ചു് ഉറപ്പിക്കുന്നു. വാൽവ്തണ്ടു് മുകളിലോട്ടും താഴോട്ടും ആവശ്യാനുസരണം ചലിപ്പിച്ചാണു് വാൽവ് തുറക്കുകയും അടക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. വാൽവ് തണ്ടിന്റെ അഗ്രത്തിലായി ഒരു കൈപ്പിടിച്ചക്രം ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ വാൽവ്തണ്ടിന്റെ കുറെ ഭാഗത്തു് പിരി വെട്ടിയിരിക്കുന്നു. ഈ ഭാഗം ബ്രിഡ്ജിലുള്ള ഒരു നട്ടിൽ കൂടി കടന്നു പോകുന്നു. കൈപ്പിടിച്ചക്രം തിരിച്ചു വാൽവ് വേണ്ടതു ഉയർത്തുകയോ താഴ്ത്തുകയോ ചെയ്യാം.

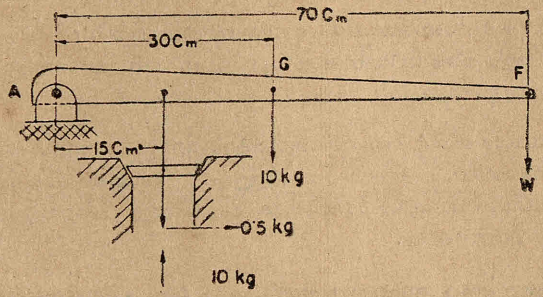
വാൽവുതണ്ടിന്റെ അറ്റത്തു് ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന വാൽവ്, അതിന്റെ ഇരിപ്പിടത്തിൽ ചേർന്നിരിക്കത്തക്ക വണ്ണമുള്ളതാണു്. ആവശ്യമെന്നു തോന്നിയാൽ ഇരിപ്പിടം എടുത്തു മാറ്റാൻ സാധിക്കും. ഇന്നു് പല ഡിസൈനുകളിലുള്ള സ്റ്റോപ് വാൽവുകളും പൊതുവിപണിയിൽ ലഭിക്കുന്നു. ഇവയുടെയെല്ലാം പ്രവർത്തനതത്വം ഒന്നു തന്നെയാണു്. വാൽവ്തണ്ടു് കടന്നു പോകുന്ന നട്ടു് ഓട്ട കൊണ്ടോ ഗൺമെറ്റൽ കൊണ്ടോ ആയിരിക്കും നിർമിച്ചിരിക്കുക. വാൽവുതണ്ടു് പ്രത്യേകതരം ഉരുക്കു കൊണ്ടാണു് ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. വാൽവ് ഇരിപ്പിടവും ഓട്ട കൊണ്ടാണു് സാധാരണയായി നിർമിക്കുന്നതു്. നീരാവി അല്പം പോലും ചോർന്നു പോകാതിരിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി ഗ്രാൻഡുകളും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കണക്കു്

ഒരു ബോയ്ലറിലെ മർദ്ദം ചതുരശ്ര സെ. മീ. നു് 10 കി. ഗ്രാമിൽ കൂട്ടാതെ പ്രവർത്തനക്ഷമമാകുന്ന ഒരു സുരക്ഷാവാൽവ് ഡിസൈനിയിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ വാൽവിന്റെ വ്യാസം 5 സെ. മീ. ആണു്. ലീവറിന്റെ ഫുൾക്രവും ഭാരം തൂക്കിയിട്ടിരിക്കുന്ന ബിന്ദുവും തമ്മിലുള്ള അകലം 70 സെ. മീ. ആകുന്നു. ഫുൾക്രത്തിൽ നിന്നും 15 സെ. മീ. അകലെയുള്ള ഒരു ബിന്ദുവിലാണു് വാൽവ് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. വാൽവിന്റെ തന്നെ ജഡഭാരം 0.5 കി. ഗ്രാം ആണു്. ലീവറിന്റെ സ്വതന്ത്രമായ അഗ്രത്തിൽ തൂക്കിയിടേണ്ടുന്ന W എന്ന ഭാരം കണക്കാക്കുക. ലീവറിന്റെ ഭാരമായ 10 കി. ഗ്രാം ഫുൾക്രത്തിൽ നിന്നും 30 സെ. മീ. അകലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നതായി കരുതുക.

ചെയ്യൽ:

ഈ പ്രശ്നം ചിത്രം 4.19 –ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചിത്രത്തിൽ വരച്ചു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 4·15

AF = ലീവറിന്റെ സ്ഥലനീളം = 70 സെ. മീ.

G എന്നതു് ലീവറിന്റെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രമാണു്. അതായതു് ലീവറിന്റെ ഭാരമായ 10 കി. ഗ്രാം, G–ൽ കൂടി താഴോട്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

B എന്ന ബിന്ദുവ്‌ൽ കൂടി രണ്ടു ബലങ്ങളും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. (i) നീരാവിയുടെ മർദ്ദം മൂലമുള്ള 10 കി. ഗ്രാം ബലം മുകളിലോട്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്നു. (ii) വാൽവിന്റെ ഭാരമായ 0·5 കി. ഗ്രാം താഴോട്ടും പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

ലീവറിന്റെ ഫുൾക്രം F എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. F–ൽ നിന്നും മറ്റു ബിന്ദുക്കളിലേക്കുള്ള ദൂരം ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിട്ടുണ്ടു്.

വാൽവിന്റെ വിസ്തീർണം $= \frac{\pi}{4} . d^2$ [d എന്നതു് വാൽവിന്റെ വ്യാസം]

$= \frac{\pi}{4} . 5^2 = 19.6$ ച. സെ. മീ.

നീരാവി പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം = നീരാവിയുടെ മർദ്ദം × വാൽവിന്റെ വിസ്തീർണം

$= 10 \times 19.6 = 196$ കി. ഗ്രാം.

F എന്ന ഫുൾക്രത്തെ ആധാരമാക്കി, ലീവറിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ടന്ന എല്ലാ ബലങ്ങളുടേയും ആഘൂർണം കണക്കാക്കുമ്പോൾ,

$$W \times 70 + 10 \times 30 + 0.5 \times 15 = P \times 15$$

അതായതു് $W \times 70 + 10 \times 30 + 0.5 \times 15 = 196 \times 15$

ie $W \times 70 + 300 + 7.5 = 2940$

$\therefore W = \frac{2940 - 300 - 7.5}{70} = \frac{2632.5}{70}$

$= 37.61$ കി. ഗ്രാം.

$\therefore$ ലീവറിന്റെ അഗ്രത്തിൽ പ്രയോഗിക്കേണ്ട ഭാരം = 37.61 കി. ഗ്രാം.

അഭ്യാസം

1. ഒരു തീക്കുഴൽബോയ്ലറും വെള്ളക്കുഴൽബോയ്ലറും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളും ഏവ? ഈ രണ്ടു വിഭാഗങ്ങളിലും പെട്ട ബോയ്ലറുകളുടെ താരതമ്യഗുണദോഷങ്ങളും വിവരിക്കുക.

2. ഒരു ലങ്കാഷെയർ ബോയ്ലറിന്റെ (ആരോപിതുങ്ങളും ഒഴിച്ചു) ചിത്രം വരച്ചു പ്രധാനഭാഗങ്ങളും അടയാളപ്പെടുത്തുക. വാതകങ്ങളും ചൂളയിൽ നിന്നും പുറപ്പെട്ടു പുകക്കുഴലിൽ കൂടി പുറത്തേക്കു പോകുന്നതു വരെയുള്ള പ്രവാഹപഥം അമ്പടയാളമിട്ടു കാണിക്കുക.

3. ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടു കൂടി ഒരു കുത്തൻബ്ലൂനാളിബോയ്ലറിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം ചുരുക്കി വിവരിക്കുക. വിലങ്ങൻബോയ്ലറുകളെ അപേക്ഷിച്ചു ഇതിന്റെ മേന്മകളും ഏവ?

4. വൃത്തിയുള്ള വിവരണാത്മകമായ ഒരു ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടു കൂടി ഒരു ലോക്കൊമോട്ടീവ്ബോയ്ലറിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം വിവരിക്കുക. അതിന്റെ ഓരോ ഭാഗത്തിന്റേയും ധർമങ്ങളും ഏവ?

5. മർദഗേജ് എന്നാൽ എന്തു? അതൊരു രക്ഷോപാധിയായിട്ടാണോ, അഥവാ അളവുപകരണമായിട്ടാണോ അതോ രണ്ടുമായിട്ടാണോ കണക്കാക്കപ്പെടുന്നതു? നീരാവിയുടെ മർദമളക്കാനുള്ള ഒരു മർദഗേജിന്റെ പ്രവർത്തനം ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടു കൂടി വിവരിക്കുക.

6. ബോയ്ലറുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന വിവിധതരം സുരക്ഷാവാൽവുകളും ഏതെല്ലാം? യുക്തമായ ചിത്രങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെ അവയുടെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുക.

7. ജഡഭാരസുരക്ഷാവാൽവ് എന്നാൽ എന്താണു? ച. സെ. മീ. നു 15 കി. ഗ്രാം മർദമുള്ള ഒരു ബോയ്ലറിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതിനായി ഒരു ജഡഭാര സുരക്ഷാവാൽവു സംവിധാനം ചെയ്തിരിക്കുന്നു. വാൽവിന്റെ വ്യാസം 4 സെ. മീ. ഉം അതിന്റെ ഭാരം 10 കി. ഗ്രാമുമാണു. വാൽവിനു മുകളിൽ വെയ്ക്കേണ്ട ഭാരം കണക്കാക്കുക.

[ഉത്തരം: 178·55 കി.]

8. 5 സെ. മീ. വ്യാസമുള്ള വാൽവോടു കൂടിയ ഒരു ലീവർസുരക്ഷാവാൽവു ച. സെ. മീററിനു 15 കി. ഗ്രാം മർദമുള്ള ഒരു ബോയ്ലറിൽ ഉപയോഗിക്കാൻ ഉദ്ദേശിച്ചിട്ടുണ്ടു. ലീവറിന്റെ ഫൾക്രത്തിന്റേയും ഭാരം തൂക്കിയിട്ടുന്ന ബിന്ദുവിന്റേയും ഇടയ്ക്കുള്ള ദൂരം 100 സെ. മീ. ആണു. ലീവറിന്റെ ഭാരമായ 15 കി. ഗ്രാം ഫൾക്രത്തിൽ നിന്നും 15 സെ. മീ. അകലെയുള്ള ഒരു ബിന്ദുവിൽ കൂടി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഫൾക്രത്തിൽ നിന്നും 20 സെ. മീ. അകലെയാണു വാൽവു ഉറപ്പി

ച്ചീരിക്കുന്നതു്. വാൽവിന്റെ ഭാരം 5 കി. ഗ്രാം. ആണെങ്കിൽ ലീവറിന്റെ അറ്റത്തു തൂക്കിയിടേണ്ട ഭാരം എത്ര?

[ഉത്തരം: 51.05 കി. ഗ്രാം]

9. ബോയ്‌ലറിൽ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്ന ഉരുക്കും പ്ലഗ്ഗും എന്തെന്നു വിശദമാക്കുക. എപ്രകാരം അതൊരു രക്ഷോപാധിയായി വർത്തിക്കുന്നു?

10. സ്റ്റോപ്പ് വാൽവു് എന്നാൽ എന്തു്? എവിടെയാണു് സ്റ്റോപ്പ് വാൽവും സാധാരണയായി ഘടിപ്പിയ്ക്കുന്നതു്. അതിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം മുരുക്കി പ്രതിപാദിക്കുക.

11. ഒരു ബോയ്‌ലറിലുപയോഗിക്കുന്ന ജഡഭാരസുരക്ഷാവാൽവിൽ വാൽവു വ്യാസം 50 മി. മീ. ആണു്. ബോയ്‌ലറിലെ മർദ്ദം ച. സെ. മീ. നു് 10 കി. ഗ്രാം ആണു്. വാൽവിനു മുകളിൽ വയ്ക്കേണ്ട ഭാരമെത്ര? വാൽവിന്റെ വ്യാസം 50 മി. മീ. – ൽ നിന്നും 70 മി. മീ. ആയി വർധിപ്പിച്ചാൽ, വേണ്ടി വരുന്ന ഭാരം എത്ര ശതമാനം വർധിയ്ക്കും?

[ഉത്തരം: 196 കി. ഗ്രാം 385 കി.ഗ്രാം. 96%]

[വാൽവിന്റെ വ്യാസത്തിൽ ചെറിയ വർധനവുണ്ടായാൽ ജഡഭാരസുരക്ഷാവാൽവിൽ ആവശ്യമായ ഭാരം വളരെയധികം വർധിക്കുമെന്നു് ഈ ചോദ്യത്തിൽ നിന്നു കാണാം. ഇത്തരം വാൽവുകളുടെ ഒരു പ്രധാനദോഷമാണിതു്.]

5

നീരാവിയും അതിന്റെ ഗുണങ്ങളും—നീരാവി എൻജിനുകളുടെ വിവരണവും പ്രവർത്തനവും — പിസ്റ്റൺ ദണ്ഡു്, സിലിണ്ഡർ, വാൽവു് അറ, ക്രോസ്ഹെഡു്, യോജകദണ്ഡു്, ക്രാങ്കു്, ഫ്ളൈ വീൽ എന്നീ നീരാവി എൻജിൻ ഭാഗങ്ങളും.

5.0 ആമുഖം.

താപവും യാന്ത്രികോർജവും പരസ്പരം രൂപാന്തരപ്പെടുത്താവുന്നവയാണു്. താപത്തെ യാന്ത്രികോർജമായും യാന്ത്രികോർജത്തെ താപമായും രൂപാന്തരപ്പെടുത്താം. ഒരു മാത്ര താപത്തെ രൂപാന്തരപ്പെടുത്തിയാൽ ലഭ്യമാകുന്ന യാന്ത്രികോർജ്ജത്തിനു് താപത്തിന്റെ യാന്ത്രികതുല്യാങ്കം എന്നു പറയുന്നു. 'J' എന്ന ചിഹ്നമാണു് ഇതിനുപയോഗിക്കുന്നതു്. നാം നേരത്തേ പഠിച്ചതു പോലെ താപത്തിന്റെ മാത്ര 1 കി. ക. (കിലോ കലോറി) - യോ 1 ബ്രി. താ. മാ. (ബ്രിട്ടീഷു് താപ മാത്ര - B. T. U.) യോ 1 സെൻറീഗ്രേഡു് താപമാത്ര (C. H. U.) - യോ ആണു്. ഒരു കി. ക. താപത്തെ രൂപാന്തരപ്പെടുത്തിയാൽ 427 കി. ഗ്രാം. മീ. (കിലോഗ്രാം മീറ്റർ) യാന്ത്രികോർജവും ഒരു B. T. U. താപത്തെ രൂപാന്തരപ്പെടുത്തിയാൽ 778 റാത്തൽ അടി യാന്ത്രികോർജവും ഒരു C. H. U. താപത്തെ രൂപാന്തരപ്പെടുത്തിയാൽ 1404 റാത്തൽ അടി യാന്ത്രികോർജവും ലഭ്യമാകുമെന്നു് പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നും കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

താപത്തെ യാന്ത്രികപ്രവൃത്തിയായി രൂപാന്തരപ്പെടുത്താൻ കഴിയുന്ന യാന്ത്രികോപകരണത്തിനാണു് താപഎൻജിൻ എന്നു പറയുന്നതു്.

താപഎൻജിനുകളെ നീരാവി എൻജിനുകൾ എന്നും അന്തർദഹന എൻജിനുകൾ എന്നും രണ്ടു ഇനങ്ങളായി തരം തിരിക്കാം. നീരാവി എൻജിനിലെ പ്രചാലകവസ്തു നീരാവിയാണു്. കല്ക്കരി കത്തിക്കുന്നതിൽ നിന്നു കിട്ടുന്ന താപമുപയോഗിച്ചു് ബോയ്ലറിൽ വെള്ളം ആവിയാക്കിയാണു് വലിയ മർദത്തിലും താപനിലയിലുമുള്ള നീരാവിയുല്പാദിപ്പിയ്ക്കുന്നതു്. ബോയ്ലറുകളുടെ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ

വിശദവിവരങ്ങൾ നാലാം അധ്യായത്തിൽ വിവരിച്ചിരുന്നുവല്ലോ. ബോയ്‌ലറിൽ നിന്നുള്ള നീരാവി, എൻജിനിലേയ്ക്ക് കടത്തി വിടുന്നു. എൻജിനിൽ വച്ച് നീരാവിയിലുള്ള താപോർജ്ജത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം യാന്ത്രികപ്രവൃത്തിയായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു. താപം യാന്ത്രികോർജ്ജമായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്ന പ്രതിഭാസത്തിന്റെ വിശദവിവരങ്ങൾ നീരാവി എൻജിനുകളോടനുബന്ധിച്ച് പിന്നീട് പഠിയ്ക്കുന്നതാണ്. യാന്ത്രികപ്രവൃത്തി ചെയ്ത ശേഷം ബാക്കിയുള്ള താപത്തോടുകൂടിയ നീരാവി അന്തരീക്ഷത്തിലേയ്ക്ക് പുറംതള്ളപ്പെടുന്നു.

അന്തർദഹനഎൻജിനുകളിൽ എൻജിന്റെ അന്തർഭാഗത്താണ് ഇന്ധനത്തിന്റെ ദഹനം നടക്കുന്നതും താപം യാന്ത്രികപ്രവൃത്തിയായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നതും. നീരാവി എൻജിനും അന്തർദഹനഎൻജിനും തമ്മിലുള്ള പ്രധാന വ്യത്യാസവും ഇതാണ്.

ആവി എൻജിനുകളുടെ പ്രവർത്തനവും നിർമാണവിവരങ്ങളുമാണ് ഈ അധ്യായത്തിൽ വിവരിച്ചിരിയ്ക്കുന്നത്. അതിനു മുമ്പ് നീരാവിയുടെ ഗുണധർമങ്ങൾ വിശദമായി അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതു് ആവശ്യമാണ്.

ആപേക്ഷികതാപം, ലീനതാപം, സംപൂരണതാപം എന്നിവയെക്കുറിച്ച് മൂന്നാം അധ്യായത്തിൽ ചുരുക്കി വിവരിച്ചിരുന്നു. അവയെപ്പറ്റിയും നീരാവിയുടെ മറ്റു ഗുണങ്ങളെപ്പറ്റിയും നമുക്ക് കൂടുതൽ വിസ്തരിച്ചു പഠിക്കാം.

5.1 നീരാവിയുടെ ഗുണങ്ങൾ.

ദ്രവ്യത്തിനു് ഖരം, ദ്രാവകം, വാതകം എന്നിങ്ങനെ മൂന്നു അവസ്ഥകൾ ഉണ്ടല്ലൊ. വെള്ളം തണുപ്പിച്ചാൽ ഉറച്ചു ഐസാകുന്നു. ചൂടാക്കിയാലൊ, തിളച്ചു നീരാവിയുണ്ടാകുന്നു. അങ്ങിനെ ഒരു ദ്രവ്യത്തിലേക്കു താപം നൽകുകയോ അതിൽ നിന്നു് താപം നീക്കുകയോ ചെയ്യുമ്പോഴാണ് അവസ്ഥാഭേദം സംഭവിക്കുന്നതു്.

വെള്ളത്തിന്റെ ലീനതാപം:— ഐസ് ചൂടായി ഉരുകുമ്പോൾ അതിന്റെ താപനില സ്ഥിരമായി നില കൊള്ളുന്നു. ഈ താപനിലയ്ക്കു് ഉരുകൽ നില എന്നു പറയുന്നു. ഐസ് മുഴുവൻ ഉരുകിക്കഴിയുന്നതു വരെയും നൽകുന്ന താപമെല്ലാം ഖരാവസ്ഥയിൽ നിന്നും — ഐസും — അതിനെ ദ്രാവകാവസ്ഥയിലേക്കു് —വെള്ളം— മാറുന്നതിനു് വേണ്ടിയാണ് വിനിയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്. ഇങ്ങിനെ ഒരു വസ്തുവിനെ താപനിലയിൽ മാറ്റമില്ലാതെ ഒരു അവസ്ഥയിൽ നിന്നും മറ്റൊരു അവസ്ഥയിലേക്കു് മാറുവാനായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന താപത്തെ ലീനതാപം അഥവാ ഒളിച്ചുകൂട്ട് എന്നു പറയുന്നു. ഈ താപം ലീനമാണു്, ഒളിഞ്ഞു കിടക്കുന്നതാണു്. എന്തെന്നാൽ താപം നൽകിയിട്ടും സാധാരണ പതിവുള്ള പോലെ ഇവിടെ താപനില വർധിക്കുന്നില്ല; നൽകിയ ചൂടെല്ലാം ഉള്ളിൽ എവിടെയോ പോയി ഒളിഞ്ഞു കിടക്കുന്ന പോലെ.

ഒരു മാത്ര ഭാരം ഖരപദാർഥത്തെ അതിന്റെ ഉരുകൽ നിലയിൽ എത്തിച്ചതിനു ശേഷം താപനിലക്കു മാറ്റമൊന്നും വരുത്താതെ, മുഴുവൻ ഉരുക്കി ദ്രാവകമാക്കു

വാൻ എത്ര താപം നൽകണമോ അതിനു് ആ വസ്തുവിന്റെ "ഉരുകൽ ലീനതാപം" അഥവാ "ഉരുകൽഒളിച്ചൂട്" എന്നു പറയുന്നു. ഇതു് പദാർഥങ്ങളുടെ തനതു് ഗുണങ്ങളിൽ ഒന്നാണു്-ഘനത്വം, അപേക്ഷികതാപം മുതലായവ പോലെയുള്ള തനതു ഗുണങ്ങളിൽ ഒന്നു്. 0°C -ലുള്ള ഒരു കിലോഗ്രാം ഐസു് മുഴുവൻ ഉരുക്കി 0°C-ലുള്ള വെള്ളമാക്കുവാൻ 80 കിലോ കലോറി താപം വേണം. അതായതു് വെള്ളത്തിന്റെ ലീനതാപം —ഒളിച്ചൂട്— 80 കിലോ കലോറി / കിലോഗ്രാം ആകുന്നു.

നീരാവിയുടെ ലീനതാപം:— ഈ വെള്ളം പിന്നെയും ചൂടാക്കുകയാണെങ്കിൽ അതിന്റെ താപനില വർധിക്കുവാൻ തുടങ്ങുന്നു. തിളക്കുവാൻ തുടങ്ങുന്നതു വരെ ഈ വർധനവു് തുടരുന്നതാണു്. തിളയ്ക്കുവാൻ തുടങ്ങിയാലാകട്ടെ, പിന്നീടു് മുഴുവൻ വെള്ളവും നീരാവിയാകുന്നതു വരെ, താപനിലയ്ക്കു് യാതൊരു മാറ്റവും വരുന്നതല്ല. അതായതു് വീണ്ടും കുറേ ചൂടു് 'ഒളിവിൽ' പോകുന്നു. ഈ താപത്തിനു് ബാഷ്പീകരണലീനതാപം അഥവാ 'നീരാവിയുടെ ഒളിച്ചൂടു്' എന്നു പറയാം. 'L' എന്ന സംജ്ഞ കൊണ്ടാണു് ഇതു് സാധാരണയായി കുറിക്കപ്പെടുന്നതു്. ഒരു കിലോഗ്രാം വെള്ളത്തെ അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ ചൂടാക്കി, 100°C എത്തിയ ശേഷം മുഴുവനും നീരാവിയാക്കി മാറ്റുവാൻ 540 കിലോ കലോറി താപം വേണം. അതായതു് 'അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ' നീരാവിയുടെ ലീനതാപം 540 കി. കലോറി / കി. ഗ്രാം. ആകുന്നുവെന്നർഥം. 'അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ' എന്നു് എടുത്തു പറഞ്ഞതിനു കാരണമുണ്ടു്; എന്തെന്നാൽ മർദത്തിനു് വ്യത്യാസം വരുമ്പോൾ തിളനിലക്കും (കഥനാങ്കം) ബാഷ്പീകരണലീനതാപത്തിനും വ്യത്യാസം വരുന്നു. വെള്ളത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ മർദം വർധിക്കുന്തോറും, തിളനില ഉയരുന്നു. എന്നാൽ ബാഷ്പീകരണലീനതാപം കുറയുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്. ഉരുകൽ നിലയ്ക്കും ദ്രാവകത്തിന്റെ ലീനതാപത്തിനും മർദം കൊണ്ടു വരുന്ന മാറ്റങ്ങൾ താരതമ്യേന കുറവാണു്.

പ്രത്യക്ഷതാപം:— ഐസു് ഉരുകി വെള്ളമായതിനു ശേഷം, 0°c-ൽ നിന്നു് അതിന്റെ തിളനിലയായ 100°c-ലേക്കെത്തിക്കുവാൻ കുറെ താപം നൽകുന്നുണ്ടല്ലോ. വെള്ളത്തിലുള്ള ഈ ചൂടിന്റെ അസ്തിത്വം നമുക്കു് പ്രത്യക്ഷമായി കാണാവുന്നതാണു്. കൈകൊണ്ടു്-അല്ലെങ്കിൽ ഥർമോമീറ്ററിനു്-പ്രത്യക്ഷമായിരിക്കും. ഈ താപമത്രയും വെള്ളത്തിന്റെ താപനില വർധിപ്പിക്കുവാനാണു് ഉപകരിക്കുന്നതു്. അതിനാൽ ഈ താപത്തിനു് പ്രത്യക്ഷതാപം എന്നു പറയുന്നു. t°c-ൽ ഉള്ള വെള്ളത്തിന്റെ പ്രത്യക്ഷതാപം അതിനെ, 0°c-ൽ നിന്നു് t°c-ലേയ്ക്കുയർത്തുവാൻ എത്ര താപം നൽകേണ്ടി വന്നുവോ, അതാണു്. വെള്ളത്തിന്റെ ആപേക്ഷിക താപം—ഇതിനു് K എന്ന സംജ്ഞ കൊടുക്കുന്നു—സ്ഥിരമാണെന്നു സങ്കല്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ, ഒരു കിലോഗ്രാം വെള്ളത്തെ 0°c-ൽ നിന്നും t°c-ലേക്കു് ഉയർത്തുവാൻ K.t കിലോ കലോറി താപം ആവശ്യമായി വരുന്നു. വെള്ളത്തിന്റെ ആപേക്ഷികതാപം 1.0 ആണല്ലോ. അതിനാൽ t°c-ലുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ പ്രത്യക്ഷതാപം=t കി. ക./കി. ഗ്രാം ആണെന്നു വരുന്നു.

ഇവിടെ K 'സ്ഥിരമാണെന്ന സങ്കല്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ' എന്നൊരു നിബന്ധന പറഞ്ഞുവല്ലോ. സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിക്കുകയാണെങ്കിൽ K സ്ഥിരമല്ലെന്നു കാണാം. താപനിലയനുസരിച്ചും മർദ്ദമനുസരിച്ചും അതിനു് മാറ്റം വരുന്നുണ്ടു്. അതായതു്, വെള്ളത്തിന്റെ ഉദാഹരണത്തിൽ, ഒരു കി.ഗ്രാം വെള്ളത്തിന്റെ താപനിലയെ 4°C-ൽ നിന്നു് 5°C-ലേക്കു ഉയർത്തുവാനും 60°C-ൽ നിന്നും 61°C-ലേക്കു് ഉയർത്തുവാനും ആവശ്യമായ താപം തുല്യമല്ല. അതു പോലെ തന്നെ, 1 കി.ഗ്രാം/സെ. മീ.2 മർദ്ദത്തിൽ ഒരു കി. ഗ്രാം വെള്ളത്തിന്റെ താപനില 4°C-ൽ നിന്നും 5°C-ലേക്കു ഉയർത്തുവാനാവശ്യമായ താപവും 10 കി.ഗ്രാം/സെ.മീ.2 മർദ്ദത്തിലാണെങ്കിൽ വേണ്ട താപവും തുല്യമല്ല. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പട്ടിക നോക്കുക:

പട്ടിക 5.1

താപനില	ഒരു കി. ഗ്രാം വെള്ളത്തിന്റെ താപനില പത്തു ഡിഗ്രി സെ. ഗ്രേഡു് ഉയർത്തുവാൻ വേണ്ട താപം		
മർദ്ദം	0—10	20—30	40—50
1 കി. ഗ്രാം/സെ. മീ.2	10·1	9·9	10·0
50 കി. ഗ്രാം/സെ. മീ.2	10·0	10·0	10·0
100 കി. ഗ്രാം/സെ. മീ.2	9·91	9·93	9·94

വളരെ സൂക്ഷ്മമായ കണക്കുകൂട്ടലുകൾ ആവശ്യം വരുമ്പോൾ മാത്രമേ പ്രത്യക്ഷതാപത്തിലുള്ള ഈ വ്യത്യാസങ്ങൾ ഗൗനിക്കേണ്ടതുള്ളൂ. പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കൂടി എല്ലാം തീട്ടപ്പെടുത്തി ഈ മൂല്യങ്ങളെല്ലാം പട്ടികകളിലായി പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ടു്. 'സ്റ്റീം ടേബിൾ' അഥവാ നീരാവിപ്പട്ടിക എന്ന പേരിൽ ഇതറിയപ്പെടുന്നു.

സംപൂരണതാപം:— വെള്ളം ചൂടായി തിളയ്ക്കുവാൻ തുടങ്ങിയാൽ പിന്നെ അതിന്റെ താപനിലക്കു മാറ്റമൊന്നും വരികയില്ലെന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. ഈ

താപനിലക്കു് തിളനില അഥവാ കഥനാങ്കമെന്നതിനു പുറമേ സംപൂരണതാപനില എന്നും ക്രൂടി പേർ ഉണ്ടു്. ഈ താപനിലയിൽ വെള്ളവും കാണാം, നീരാവിയും കാണാം. ഈ താപനിലയിൽ വെള്ളത്തിലുള്ള പ്രത്യക്ഷതാപത്തെ സംപൂരണപ്രത്യക്ഷതാപം എന്നു പറയാം. വെള്ളത്തിൽ പ്രത്യക്ഷമായി പരമാവധി പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്ന താപമാണിതു്. 'h' എന്ന സംജ്ഞ കൊണ്ടാണിതു സാധാരണ കുറിക്കപ്പെടുന്നതു്. ക്രൂടൽ ചേക്കുന്ന താപമെല്ലാം നീരാവിയിലെ ഒളിച്ചൂടായി മാറുകയാണു്. അങ്ങിനെ ഒരു കിലോഗ്രാം വെള്ളത്തെ 0°c യിൽ നിന്നു് ചൂടാക്കി തിളപ്പിച്ചു് മുഴുവൻ ആവിയാക്കുവാൻ വേണ്ട ചൂടിനെ നീരാവിയുടെ സംപൂരണതാപം അഥവാ മുഴുതാപം എന്നു പറയുന്നു. ഇതു് H എന്ന അക്ഷരത്തിൽ കുറിക്കുന്നു.

നീരാവിയുടെ സംപൂരണതാപം = വെള്ളത്തിന്റെ സംപൂരണപ്രത്യക്ഷതാപം + നീരാവിയുടെ ലീനതാപം

അതായതു് $H = h + L$

ശുഷ്കത:— വെള്ളം തിളപ്പിച്ചു് നീരാവി ആക്കുമ്പോൾ, നീരാവിയുടെ കൂടെ പലപ്പോഴും കുറെ വെള്ളത്തുള്ളികളും വരുന്നതാണു്. അങ്ങിനെയുള്ള നീരാവിയെ 'നനഞ്ഞ നീരാവി' എന്നു പറയുന്നു. തീരെ വെള്ളത്തുള്ളികളില്ലാത്ത നീരാവിയെ 'വരണ്ട നീരാവി' എന്നും പറയുന്നു. നീരാവിയുടെ നനവിനെയും വരൾച്ചയെയും കാണിക്കുന്ന രാശികളാണു് 'ആർദ്രത' അഥവാ നനവും, 'ശുഷ്കത' അഥവാ വരൾച്ചയും.

ഒരു ബോയ്ലറിൽ നിന്നും പുറത്തു വരുന്ന നീരാവിയിൽ കുറേശ്ശെ വെള്ളത്തുള്ളികളുമുണ്ടെന്നു കരുതുക. മൊത്തം അയിരം ഗ്രാം നീരാവിയിൽ X ഗ്രാം വെള്ളത്തുള്ളികളാണെങ്കിൽ,

ആർദ്രത അഥവാ നനവു് $x = \frac{X}{1000}$

ശുഷ്കത അഥവാ വരൾച്ച $= 1 - x$

ശുഷ്കതക്കു് 'q' എന്ന ചിഹ്നമാണു് സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുക. അപ്പോൾ,

ആർദ്രത $= 1 - q$

q സാധാരണ 1.00 ൽ കുറവായിരിക്കുമല്ലൊ. പരമാവധി മൂല്യം 1.00 ആണു്.

ഒരു കിലോഗ്രാം വരണ്ട നീരാവിയിലും, ഒരു കിലോഗ്രാം നനവുള്ള നീരാവിയിലുമുള്ള താപത്തിന്റെ തുക സമമല്ല; നനവുള്ള നീരാവിയിൽ കുറഞ്ഞിരിക്കും. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ, നനവുള്ള നീരാവിയിൽ നീരാവിയുടെ തുകയും അതിലുള്ള ലീനതാപത്തിന്റെ തുകയും കുറഞ്ഞിരിക്കുമല്ലൊ. ഒരു കിലോഗ്രാം നനഞ്ഞ നീരാവിയിലുള്ള സംപൂരണതാപം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ കണക്കാക്കാം:

നീരാവിയുടെ ശുഷ്കത 'q' ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. നീരാവിയും അതിലുള്ള വെള്ളവും സംപൂരണ താപനിലയിലാണു്. അപ്പോൾ 0°C ൽ നിന്നു് ഒരു കിലോഗ്രാം വെള്ളത്തെ സംപൂരണ താപനിലയിൽ എത്തിക്കുവാൻ നൽകിയ താപം = h. അതിലെ 'q' കിലോഗ്രാം ($q < 1.00$) വെള്ളം മാത്രമാണു് നീരാവിയായി മാറിയിട്ടുള്ളതു്. ഇതിലുള്ള ലീനതാപം = $q \cdot L$. അപ്പോൾ ഒരു കിലോഗ്രാം നനഞ്ഞ നീരാവിയിലുള്ള സംപൂർണ താപം $H = h + q \cdot L$.

അതിതപ്തനീരാവി:— ആവിയെൻജിനുകളിലും ടർബൈനുകളിലും മറ്റും ഉപയോഗിക്കുവാൻ നനവുള്ള നീരാവി നന്നല്ല. നീരാവിയിൽ നിന്നു വെള്ളത്തുള്ളികളെ നീക്കുവാനായി പല മാർഗങ്ങളുമുണ്ടു്. 'സൈക്ലോൺ' എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്ന ഒരു ഉപകരണത്തിൽ ക്രൂടെ കടത്തി വിടുമ്പോൾ, നീരാവി ഒരു ചുഴലി മാതിരി ഒഴുകുകയും ഭാരമേറിയ വെള്ളത്തുള്ളികൾ നാലുപുറവും തെറിച്ചു പോകുകയും നടുവിൽ ശുഷ്കമായ നീരാവി ലഭിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

നനഞ്ഞ നീരാവിയെ ചൂടാക്കി, ബാക്കിയുള്ള വെള്ളത്തുള്ളികളെ ക്രൂടി ബാഷ്പീകരിച്ചും നനവു നീക്കം ചെയ്യാം. ഇങ്ങിനെയുള്ള ശുഷ്കമായ നീരാവി വീണ്ടും ചൂടാക്കുകയാണെങ്കിൽ അതിന്റെ താപനില വർധിക്കുവാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഇങ്ങിനെയുള്ള നീരാവിയെ — അതായതു് സംപൂരണ താപനിലയിൽ ക്രൂടുതൽ താപനിലയുള്ള നീരാവിയെ — അതിതപ്തനീരാവി എന്നു വിളിക്കുന്നു. ടർബൈനുകളിലും നീരാവി എൻജിനുകളിലും അതിതപ്തനീരാവിയാണു് സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുക. അതിതപ്തനീരാവിയിലെ സംപൂർണതാപം സ്വാഭാവികമായും, സംപൂരണ താപനിലയിലുള്ള വരണ്ട നീരാവിയിലെ സംപൂർണ താപത്തേക്കാൾ ക്രൂടിയിരിക്കും. സ്ഥിരമർദത്തിൽ ഒരു കിലോഗ്രാം നീരാവിയുടെ താപനില 1°C വർധിപ്പിക്കുവാൻ ആവശ്യമായ തുകയെ, C_p എന്ന സംജ്ഞ കൊണ്ടു് കുറിക്കാം. അതിതപ്തനീരാവിയുടെ താപനില 't' ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. ആ മർദത്തിൽ അതിന്റെ സംപൂരണ താപനില 't_s' ആകുന്നു. എങ്കിൽ ശുഷ്കമായ നീരാവിയിൽ ക്രൂട്ടിച്ചേർത്ത താപം $= C_p (t - t_s)$ കി. ക. / കി. ഗ്രാം.

അപ്പോൾ അതിതപ്തനീരാവിയുടെ സംപൂർണ താപം

$$H_s = h + L + C_p (t - t_s)$$

വെള്ളത്തിന്റെ ലീനതാപം കാണുവാൻ:— 0.120 കി. ഗ്രാം ഭാരമുള്ള ഒരു ചെമ്പു കലോറിമീറ്ററിൽ 0.080 കി. ഗ്രാം വെള്ളമുണ്ടു്. അതിന്റെ താപനില 30.6°C ആകുന്നു. തീരെ നനവില്ലാത്ത 0°C –ലുള്ള കുറച്ചു് ഐസു് അതിലിട്ടു നന്നായി ഇളക്കി. ഐസെല്ലാം ഉരുകിയപ്പോൾ വെള്ളത്തിന്റെ താപനില 25°C ആയി കുറഞ്ഞിരുന്നു. കലോറിമീറ്ററും വെള്ളവും ക്രൂടി തൂക്കി നോക്കിയപ്പോൾ മൊത്തം 0.205 കി. ഗ്രാം. ഭാരമുള്ളതായി കണ്ടു. ഇതിൽ നിന്നും വെള്ളത്തിന്റെ ലീനതാപം, അതായതു് ഐസു് ഉരുകുമ്പോഴത്തെ ഒളിച്ചുവു് കാണാം. ഐസു് ഇട്ടും മുമ്പെയുള്ള മൊത്തം ഭാരം $= 0.120 + 0.080 = 0.200$ കി. ഗ്രാം

അപ്പോൾ ചേർന്ന ഐസിന്റെ തൂക $= 0.005$ കി. ഗ്രാം.

വെള്ളത്തിലും കലോറി മീറർ പാത്രത്തിലുമുള്ള ചൂടിന്റെ ഒരു ഭാഗം ചൂട് ഉപയോഗിച്ചാണ് ഐസുരുകുകയും 25°C വരെ താപനില ഉയരുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ ഇവക്കു നഷ്ടപ്പെട്ട താപവും ഉരുകിയ ഐസിൽ ഒളിഞ്ഞു കിടപ്പുള്ള താപവും സമമായിരിക്കണം. കലോറി മീറർ പാത്രം ചെമ്പു കൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ളതു്.

ചെമ്പിന്റെ ആപേക്ഷികതാപം = 0·10

കലോറിമീറർനു നഷ്ടപ്പെട്ട താപം = 0·120 × 0·10 (30·6—25·0)

= 0·0672 കി. കലോറി.

വെള്ളത്തിനു നഷ്ടപ്പെട്ട താപം = 0·080 × 1·0 × (30·6—25·0)

= 0·448 കി. കലോറി

മൊത്തം = 0·5152 കി. കലോറി

ഐസിനു ലഭിച്ച താപം = 0·005 (L+25)

ഇവിടെ, L = ലീനതാപം

∴ 0·005 (L + 25) = 0·5152 കി. ക.

∴ L + 25 = 103·4 കി. ക.

∴ L = 103·4—25

= 78·4 കി.ക. / കി. ഗ്രാം.

നീരാവിയുടെ ഒളിച്ചൂടു്:— 200 ഗ്രാം ഭാരമുള്ള ഒരു ചെമ്പു കലോറിമീററിൽ 28°C താപനിലയിലുള്ള 120 ഗ്രാം വെള്ളമുണ്ടു്. 100°C താപനിലയിലുള്ള നീരാവി അതിലൂടെ കുറച്ചുനേരം കടത്തിവിട്ടപ്പോൾ താപനില 40°C ആയി ഉയർന്നു. പിന്നീടു് കലോറിമീറർ തൂക്കി നോക്കിയപ്പോൾ മൊത്തം 322·805 ഗ്രാം ഭാരമുള്ളതായിക്കണ്ടു. നീരാവിയുടെ ലീനതാപം കണ്ടുപിടിക്കുക. ചെമ്പിന്റെ ആപേക്ഷികതാപം = 0·1

ഘനീഭവിച്ച നീരാവിയുടെ ഭാരം = 322·805—(200+120)

= 2·805 ഗ്രാം.

നീരാവി ഘനീഭവിച്ചപ്പോൾ നഷ്ടപ്പെട്ട താപം $= \frac{L \times 2.805}{1000}$ കി. ക.

ഘനീഭവിച്ച നീരാവിയുടെ താപനില 100°C ൽ നിന്നു് 40°C ആയി കുറഞ്ഞപ്പോൾ നഷ്ടപ്പെട്ട താപം $= \frac{2.805}{1000}(100—40)$ കി. ക.

നീരാവിക്കു് ആകെ നഷ്ടപ്പെട്ട താപം $= \frac{2.805}{1000}\left[L + (100—40) \right]$

കലോറിമീറ്ററിനും വെള്ളത്തിനും കൂടി ലഭിച്ച താപം $= \frac{200}{1000} \times 0.1\ (40-28) + \frac{120}{1000} \times (40-28)$

$= 1.68$ കി. ക.

തുലനം ചെയ്യുമ്പോൾ,

$$\frac{2.805}{1000}\left[\ L + 60\ \right] = 1.68 \text{ കി. ക.}$$

$$L + 60 = \frac{1.68 \times 1000}{2.805}$$

$= 599$ കി. ക.

$L = (599-60)$

$= 539$ കി. ക. / കി. ഗ്രാം.

നനഞ്ഞ നീരാവിയുടെ സംപൂർണ താപം: അന്തരീക്ഷ മർദത്തിൽ 0.6 ശുഷ്കതയുള്ള ഒരു കി. ഗ്രാം നീരാവിയിലെ സംപൂർണതാപം കണക്കാക്കണം.

പ്രത്യക്ഷ താപം $= 100$ കി. ക.

ലീനതാപം $= 540$ കി. ക.

സംപൂർണതാപം $= 100 + 0.6 \times 540$

$100 + 324 = 424$ കി. ക.

ഈ നീരാവിയെ 120° വരെ ചൂടാവാൻ ഇനിയും എത്ര താപം നൽകേണ്ടിവരും ?

നീരാവിയുടെ ആപേക്ഷികതാപം $= 0.5$

0.4 കി. ഗ്രാം ജലത്തെ കൂടി

നീരാവിയാക്കാൻ വേണ്ട താപം $= 0.4 \times 540 = 216$ കി. ക.

1 കി. ഗ്രാം നീരാവിയെ 100°C-ൽ നിന്നും 120°C-ലേയ്ക്ക് ഉയർത്താൻ

$= (120-100)\ 0.5 = 10$ കി. ക.

മൊത്തം $= 226$ കി. ക.

5.2 മുൻപിൻ ചലന നീരാവിഎൻജിനുകളും അവയുടെ വർഗീകരണവും

മുൻപിൻ ചലന നീരാവിഎൻജിനിൽ നീരാവിയുടെ മർദം കൊണ്ട് ഒരു സിലിണ്ടറിനകത്തുള്ള പിസ്റ്റൺ മുന്നോട്ടും പിന്നോട്ടും ചലിക്കുന്നു. പിസ്റ്റണിന്റെ ഈ മുൻപിൻ ചലനത്തെ ഒരു ക്രാങ്ക്-യോജനദണ്ഡ് യന്ത്രാവലി ഉപയോഗിച്ച് കറക്കു ചലനമായി രൂപാന്തരപ്പെടുത്തുന്നു.

സാധാരണ കാണാവുള്ള മൻപിൻ ചലന എൻജിനുകളെ താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധം തരം തിരിക്കാം.

മൻപിൻചലന നീരാവിഎൻജിൻ



വിഭാഗം–a	വിഭാഗം–b	വിഭാഗം–c	വിഭാഗം–d	വിഭാഗം–e
(i) ഏകക്രിയാ എൻജിൻ	(i) വിലങ്ങൻ എൻജിൻ	(i) അസംഘനന എൻജിൻ	(i) സരള എൻജിൻ	(i) മന്ദവേഗ എൻജിൻ
(ii) ഉഭയ ക്രിയാ എൻജിൻ	(ii) കുത്തൻ എൻജിൻ	(ii) സംഘനന എൻജിൻ	(ii) ബഹുപദ എൻജിൻ	(ii) മധ്യവേഗ എൻജിൻ
				(iii) ഉയർന്ന വേഗ എൻജിൻ

മുകളിൽ പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഓരോ വിഭാഗത്തെയും പറ്റി പറയുന്നതിനു മുൻപായി ഒരു സരള മൻപിൻചലന നീരാവിഎൻജിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം വിവരിക്കാം.

5.1–ൽ ഒരു മൻപിൻചലന എൻജിന്റെ ചിത്രം കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

നീരാവിയുടെ മർദ്ദത്താൽ സിലണ്ടറിൽ (1) പിസ്റ്റൺ (4) മുന്നോട്ടും പിന്നോട്ടും ചലിക്കുന്നു. പിസ്റ്റണിന്മേൽ ഒന്നോ അതിലധികമോ (സാധാരണയായി ഒന്നിലധികം) പിസ്റ്റൺ വലയങ്ങൾ (6) ഇട്ടിരിക്കും. പിസ്റ്റൺ ദണ്ഡിന്റെ (5) മുൻ അറ്റത്താണു് പിസ്റ്റൺ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. പിൻ അറ്റം ക്രോസ് ഹെഡും (12) എന്ന ഭാഗത്തോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. പിസ്റ്റണിന്റെ ചലനത്തിനനുസരിച്ചു് ക്രോസ്ഹെഡും, സൈഡുകളിന്മേൽ (13) കൂടി നീങ്ങുന്നു.

സൈഡു് ക്രോസ് ഹെഡിനെ ഒരേ രേഖയിൽ കൂടി നയിക്കുന്നു. ക്രോസ് ഹെഡിനോടു് ഒരു യോജകദണ്ഡു് ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. യോജകദണ്ഡിന്റെ, ക്രോസ്ഹെഡിനോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന അറ്റത്തിനു് 'ചെറിയ അറ്റം' എന്നും ക്രാങ്കിനോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന മറ്റെ അറ്റത്തിനു് 'വലിയ അറ്റം' എന്നും പറയുന്നു. പിന്നത്തേതു് ഉപയോഗിച്ചാണു് യോജകദണ്ഡിനെ ക്രോസ്ഹെഡിനോടും ക്രാങ്കിനോടും ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. അതിനാൽ യോജകദണ്ഡിന്റെ അഗ്രഭാഗങ്ങൾക്കു് പിന്നിനെ അവലംബമാക്കി തിരിയുന്നതിനു് സാധിക്കുന്നു. പടത്തിൽ (11) എന്നതായാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതു് വാൽവു് അറ അഥവാ നീരാവി അറ ആകുന്നു. ഇതിനുള്ളിലാണു് D–സ്ലൈഡ് വാൽവു് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു്. D–യുടെ ആകൃതിയുള്ളതിനാലാണു് അതിനു് ഈ പേർ ലഭിച്ചതു്. ലീവർ യന്ത്രാവലി

ചിത്രം 5.1

(കുറിപ്പു്:— Staffings എന്നതിനെ ചുരുക്കം Stuffings എന്നു വായിക്കുക.)

ഉപയോഗിച്ചു് ചലിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു വാൽവു് ഞണ്ടിലാണു് D-സ്ലൈഡു് വാൽവു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഇതിന്റെ മുൻപിൻ ചലനം നിമിത്തം പിസ്റ്റണിന്റെ ഇടത്തും വലത്തും ഉള്ള സ്ഥലങ്ങൾ (7) ഇടവിട്ടു് നിരാവി അറയും നിർഗമനഭാരവുമായി ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു.

പിസ്റ്റൺ ദണ്ഡ് കടന്നു പോകുന്ന ഭാഗത്തിൽക്കൂടി നീരാവി പുറത്തേയ്ക്കു പോകാൻ സാധ്യതയുണ്ട്. എന്നാൽ ഒരു സ്റ്റഫിങ്ങ് ബോക്സിൽ ഗ്ലാൻഡ്, രോധകവസ്തുക്കൾ ഇവ ഉപയോഗിച്ചു ഇതു തടഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

വാൽവുദണ്ഡ് കടന്നു പോകുന്ന ഭാഗത്തിലും ഈ രീതിയിലുള്ള ഒരു ഗ്ലാൻഡു രോധനം (10) ഉപയോഗിച്ചാണ് നീരാവി അറയിൽ നിന്നും നീരാവി പുറത്തേക്കു പോകാതെ തടയുന്നതു്.

നീരാവി അറയിൽ നിന്നും സിലിണ്ടറിനകത്തേക്കു് നീരാവി കടന്നു പോകുന്ന മാർഗങ്ങൾക്കു് (7) നീരാവിദ്വാരങ്ങൾ എന്നു പറയും. ചിത്രത്തിൽ രണ്ടു നീരാവിദ്വാരങ്ങൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒന്നു സിലിണ്ടറിന്റെ ഇടതു വശത്തും മറ്റതു് വലതു വശത്തും. നീരാവി സിലിണ്ടറിനുള്ളിൽ നിന്നും പുറത്തേക്കു പോകുന്ന മാർഗത്തിനു് നിർഗമന ദ്വാരം (8) എന്നു പറയുന്നു. നീരാവിമാർഗങ്ങൾ കഴിയുന്നതും നീളം കുറഞ്ഞതായിരിക്കണം. അസംഘനന എൻജിനുകളിൽ നിർഗമന ദ്വാരം അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കു തുറന്നിരിക്കും. എന്നാൽ സംഘനന എൻജിനുകളിൽ ഈ ദ്വാരം ഒരു സംഘനിത്രവുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കും.

ഇങ്ങിനെയുള്ള ഒരു മുൻപിൻ ചലന എൻജിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

ബോയ്ലറിൽ നിന്നും നീരാവി ഒരു കുഴലിൽക്കൂടി നീരാവി അറയിലേക്കു വരുന്നു.

സ്ലൈഡ് വാൽവ് വലതു വശത്തേക്കു് നീങ്ങുമ്പോൾ അതു സിലിണ്ടറിന്റെ ഇടതു വശത്തുള്ള നീരാവി ദ്വാരത്തെ ക്രമേണ തുറക്കുന്നു. നീരാവി ഈ ദ്വാരത്തിൽ കൂടി സിലിണ്ടറിൽ കടന്നു് പിസ്റ്റണിന്മേൽ മർദം ചെലുത്തുന്നു. തത്ഫലമായി പിസ്റ്റൺ വലതു വശത്തേക്കു നീങ്ങുന്നു. അപ്പോൾ പിസ്റ്റണിന്റെ വലതു ഭാഗത്തുള്ള നീരാവി, വികസിച്ചതിനു ശേഷം മർദം കുറഞ്ഞ അവസ്ഥയിലായിരിക്കും. ഈ നീരാവി വലതു നീരാവിദ്വാരം വഴി നിർഗമനദ്വാരത്തിൽക്കൂടി അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കു പോകുന്നു. വാൽവ് തിരിച്ചു ഇടതു വശത്തേക്കു നീങ്ങുമ്പോൾ നീരാവി, വലതുനീരാവിദ്വാരത്തിൽക്കൂടി സിലിണ്ടറിൽ പ്രവേശിച്ചു് പിസ്റ്റണിനെ ഇടതു വശത്തേക്കു തള്ളുന്നു. ഈ സമയത്തു് ഇടതുനീരാവിദ്വാരം നിർഗമനദ്വാരത്തിലേക്കു തുറന്നിരിക്കും. ഇങ്ങനെ ഒരു തുടർച്ചയായ മുൻപിൻ ചലനം കിട്ടുന്നു.

സിലിണ്ടറിൽ കടക്കുന്ന നീരാവി പിസ്റ്റണിനെ തള്ളി നീക്കി വികസിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി അതിന്റെ മർദം കുറയുന്നു. അതിനാൽ സിലിണ്ടറിൽ നിന്നും പുറത്തേയ്ക്കു പോകുന്ന നീരാവിയുടെ മർദം, ഉള്ളിലേക്കു വരുന്ന നീരാവിയുടെ മർദത്തേക്കാൾ വളരെ കുറഞ്ഞിരിക്കും.

പിസ്റ്റൺ സിലിണ്ടറിനകത്തു മുൻപിൻ ചലിയ്ക്കുമ്പോൾ അതിനോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ക്രോസ്ഹെഡ്, സൈഡുകൾക്കിടയിൽ മുമ്പോട്ടും, പിറകോട്ടും ചലിക്കുന്നു. ഈ സൈഡുകളെ സ്ലൈഡ് ബാറുകൾ എന്നും വിളിക്കാറുണ്ട്. ക്രോസ്ഹെഡ് മുമ്പോട്ടും പിറകോട്ടും ചലിക്കുമ്പോൾ അതിനോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന

ക്രാങ്ക്പിൻ, വൃത്തം (18) –ൽ ക്രമേണ സഞ്ചരിക്കുന്നു. അതായത്, ക്രാങ്കിനു് ഒരു കറക്കഗതി ലഭിക്കുന്നു.

ഈ ചലനം ഒരു തീവണ്ടിയുടെ ചക്രങ്ങളെയോ ഒരു ജനിത്രത്തിന്റെ ആർമെച്ചറിനെയോ തിരിക്കുന്നതിനു് ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്. നീരാവിഎൻജിനുകളുടെ മുൻപിൻചലനത്തെ നേരിട്ടോ കറക്കചലനമായി രൂപാന്തരപ്പെട്ടത്തിയോ വ്യാവസായികാവശ്യങ്ങൾക്കും ഉപയോഗപ്പെടുത്താം. ഈ നീരാവി എൻജിനുകളെ സാധാരണ പ്രവർത്തകങ്ങൾ എന്നാണു് വിളിക്കുന്നതു്.

നീരാവിയുടെ ഉല്പാദനത്തെയും വൈദ്യുതോർജമോ യാന്ത്രികോർജമോ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള അതിന്റെ ഉപയോഗത്തെയും പറ്റി പ്രതിപാദിക്കുന്ന എൻജിനീയറിങ്ങു് വിഭാഗത്തിനു് ശക്തിസംയന്ത്ര എൻജിനീയറിങ്ങു് എന്നു പറയുന്നു. നാം തരം തിരിച്ചിട്ടുള്ള വിവിധ ഇനത്തിൽ പെട്ട നീരാവിഎൻജിനുകൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എന്തെന്നു ഇനി നമുക്കു പഠിക്കാം.

(a) ഏകക്രിയാ എൻജിനും ഉഭയക്രിയാ എൻജിനും: ഒരു ഏകക്രിയാ എൻജിനിൽ നീരാവി ഒരു പിസ്റ്റണിന്റെ ഒരു വശത്തു മാത്രം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. പിസ്റ്റണിന്റെ മറേറ വശത്തു നീരാവി ഉണ്ടായിരിക്കയില്ല. അന്തരീക്ഷമർദത്തിലുള്ള വായു മാത്രമെ ഉണ്ടായിരിക്കയുള്ളു. ഏകക്രിയാ എൻജിനുകൾ ഇപ്പോൾ ഉപയോഗിക്കാറില്ല.

ഉഭയക്രിയാ എൻജിനിൽ പിസ്റ്റണിന്റെ രണ്ടു വശത്തും നീരാവി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇതു് ഒരു ഏകക്രിയാ എൻജിന്റെ രണ്ടിരട്ടി ശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കും.

(b) വിലങ്ങൻ എൻജിനും കുത്തൻ എൻജിനും: എൻജിൻ സിലിണ്ടറിന്റെ അക്ഷം വിലങ്ങൻ ദിശയിലാണെങ്കിൽ അതു എൻജിനു് വിലങ്ങൻ എൻജിനെന്നും, സിലിണ്ടറിന്റെ അക്ഷം കുത്തൻ ദിശയിലാണെങ്കിൽ അതിനെ കുത്തൻ എൻജിനെന്നും പറയുന്നു. ഈ രണ്ടിനങ്ങളും ധാരാളമായി ഉപയോഗത്തിലുണ്ടു്. കുത്തൻ എൻജിനുകൾക്കു താരതമ്യേന കുറച്ചു തറവിസ്തീർണം മാത്രമേ ആവശ്യമുള്ളു. അതിനാൽ സ്ഥലപരിമിതിയുള്ളിടത്തു് ഈയിനം എൻജിനുകളാണു് ഉത്തമം.

(c) സംഘനന എൻജിനും അസംഘനന എൻജിനും: സിലിണ്ടറിനകത്തു പ്രവേശിക്കുന്ന നീരാവിയുടെ മർദം ഏതാണ്ടു് ബോയ്ലറിനകത്തുള്ള നീരാവിയുടെ മർദത്തോടു തുല്യമായിരിക്കും.

സിലിണ്ടറിൽ നിന്നും പുറത്തേക്കു പോകുന്ന നീരാവിയുടെ മർദം അസംഘനന എൻജിനിൽ അന്തരീക്ഷമർദത്തെക്കാൾ അല്പം മാത്രം കൂടിയിരിക്കും. സംഘനന എൻജിനിലാകട്ടെ നീരാവി അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കു പോകാതെ സംഘനിത്രം എന്ന അറയിലേക്കാണു് പോകുന്നതു്. അതിനുള്ളിലെ മർദം അന്തരീക്ഷമർദത്തെക്കാൾ വളരെ കുറവായിരിക്കും. അതായതു് സംഘനിത്രത്തിനകത്തു് ഒരു ചൂഷണമർദം നിലനിൽത്തിയിരിക്കുന്നു. നീരാവിയിൽ നിന്നും കൂടുതൽ പ്രവൃത്തി ലഭിക്കുന്നതിനു വേണ്ടിയാണു് ഇപ്രകാരം ചെയ്തിരിക്കുന്നതു്.

ഒരു സംഘനന എൻജിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഒരു അസംഘനന എൻജിൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ശക്തി കുറവായിരിക്കും.

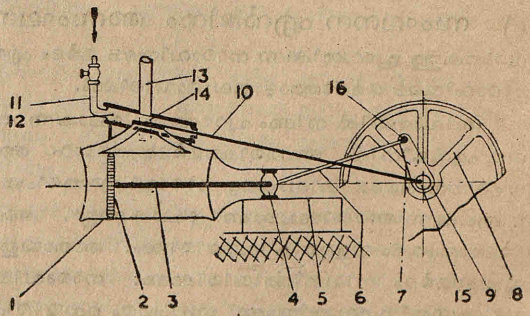
(d) സരള എൻജിനുകളും ബഹുപദ എൻജിനുകളും: ഒരു ബഹുപദ എൻജിനിൽ ഒന്നിലധികം (രണ്ടോ മൂന്നോ) സിലിണ്ടറുകളും ഉണ്ടായിരിക്കും. ബോയ്ലറിൽ നിന്നും വലിയ മർദത്തിലുള്ള നീരാവി, ഉന്നത മർദ സിലിണ്ടർ എന്ന ഒന്നാമത്തെ സിലിണ്ടറിലേക്കു വരുന്നു. ഈ സിലിണ്ടറിൽ കുറച്ചു പ്രവൃത്തി ചെയ്ത ശേഷം നീരാവി അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കോ, സംഘനിത്രത്തിലേക്കോ പോകാതെ രണ്ടാമത്തെ സിലിണ്ടറിലേക്കു പോകുന്നു. ഈ സിലിണ്ടറിനു് താണ മർദ സിലിണ്ടർ എന്നു പറയുന്നു. രണ്ടിൽ കൂടുതൽ സിലിണ്ടറുകളുള്ള എൻജിനിൽ ഒന്നാമത്തെ സിലിണ്ടറിനു് "ഉയന്ന മർദ സിലിണ്ടർ" എന്നും അവസാനത്തേതിനു് "താണ മർദ സിലിണ്ടർ" എന്നും പറയുന്നു. മറ്റു സിലിണ്ടറുകൾക്കു് "ഇടനില സിലിണ്ടറുകൾ" എന്നും പറയുന്നു. സാധാരണയായി ബഹുപദ എൻജിനിൽ നീരാവി അവസാനത്തെ സിലിണ്ടറിൽ നിന്നും ഒരു സംഘനിത്രത്തിലേക്കു പോകുന്നു.

സരള എൻജിനിലാകട്ടെ ആദ്യത്തെ സിലിണ്ടറിൽ നിന്നു തന്നെ നീരാവി സംഘനിത്രത്തിലേക്കു പോകുന്നു.

(e) ഉയർന്നവേഗ എൻജിനുകളും താണവേഗ എൻജിനുകളും: ഉയന്നവേഗ എൻജിൻ, താണവേഗ എൻജിൻ എന്നീ പേരുകൾ ക്രാങ്കിന്റെ കറക്കവേഗത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളതാണു്. വേഗം വളരെ കൂടുതലോ വളരെ കുറവോ അല്ലെങ്കിൽ ആ എൻജിനെ മധ്യമവേഗ എൻജിൻ എന്നു പറയുന്നു. ക്രാങ്കുഭണ്ഡത്തിന്റെ കറക്കവേഗം "കറക്കം പ്രതിമിനിറ്റ്" എന്ന മാത്രയിലാണു് സാധാരണ പറയാറുള്ളതു്.

ഉയന്ന-മധ്യമ-താണവേഗ-ഇനങ്ങൾ തമ്മിൽ കൃത്യമായ അതിരുകളൊന്നുമില്ല. സാധാരണയായി ക്രാങ്കുഭണ്ഡത്തിന്റെ കറക്കവേഗം 100 കറക്കം പ്രതിമിനിറ്റിൽ കുറവാണെങ്കിൽ ആ എൻജിനെ താണവേഗഎൻജിൻ എന്നു വിളിക്കാം. കറക്കവേഗം 100-നും 300-നും ഇടക്കാണെങ്കിൽ അതിനെ മധ്യമവേഗഎൻജിൻ എന്നും 300-ൽ കൂടുതലാണെങ്കിൽ ഉയന്നവേഗഎൻജിൻ എന്നും പറയുന്നു.

5.4 വിശദവിവരണം



ചിത്രം 5·2

ചിത്രം 5.2 നോക്കുക.

1 — നീരാവി എൻജിൻ സിലിണ്ടർ
2 — പിസ്റ്റൺ
3 — പിസ്റ്റൺ ദണ്ഡ്
4 — ക്രോസ് ഹെഡ്
5 — സ്ലൈഡ് ബാറുകൾ അഥവാ ക്രോസ് ഹെഡ് ഗൈഡുകൾ
6 — യോജക ദണ്ഡ്
7 — ക്രാങ്ക്
8 — ചാലിതചക്രം
9 — ഉൽകേന്ദ്രകം അഥവാ എക്സെൻട്രിക്
10 — ഉൽകേന്ദ്രകത്താൽ ചലിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന വാൽവ്
11 — ബോയ്ലറിൽ നിന്നും നീരാവി വരുന്ന കുഴൽ
12 — വാൽവ് അറ അഥവാ നീരാവി അറ
13 — എൻജിനിൽ നിന്നും നീരാവി പുറത്തേയ്ക്കു പോകുന്ന കുഴൽ
14 — സ്ലൈഡ് വാൽവ്
15 — ഷാഫ്ട് അഥവാ അച്ചുതണ്ട്
16 — ക്രാങ്ക് പിൻ

മുൻപിൻചലന നീരാവി എൻജിനുകളുടെ പ്രവർത്തനതത്വത്തെപ്പറ്റി നമുക്കു ലഭിച്ച അറിവിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഇനി ഒരു റെയിൽ വണ്ടിയുടെ പ്രവർത്തനതത്വം പഠിക്കാം.

ഒരു റെയിൽ വണ്ടിക്ക് പ്രധാനമായി താഴെ പറയുന്ന ഭാഗങ്ങളാണുള്ളതു്:

(i) ചൂള അടക്കമുള്ള ലോക്കോമോട്ടീവ് ബോയ്ലർ
(ii) ജോലിക്കാരുടെ മുറി, കല്ക്കരിട്ടാങ്ക്, വെള്ളട്ടാങ്ക് എന്നിവ
(iii) അസംഘനനനീരാവി എൻജിൻ
(iv) പിസ്റ്റണേയും ചക്രങ്ങളേയും യോജിപ്പിക്കുന്ന ഭാഗങ്ങൾ, വാൽവ് ചലിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള യന്ത്രാവലി

സാധാരണയായി ഒരു റെയിൽ വണ്ടിക്ക് പ്രത്യേകം പ്രത്യേകം പേരുകളുള്ള പല ജോടി ചക്രങ്ങളുണ്ടായിരിക്കും. ഓരോ ജോടി ചക്രങ്ങളും ഓരോ ദണ്ഡിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ ദണ്ഡിനെ അച്ചുതണ്ട് എന്നു പറയുന്നു. ചക്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം പാളങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തോടു തുല്യമായിരിക്കും. (ഈ ദൂരത്തിനു് ഗേജ് എന്നു പറയുന്നു.)

ഒരു ചട്ടക്കൂട്ടിൽ തയ്യാറാക്കിയിരിക്കുന്ന ഒരു പ്ലാറ്റ്ഫാറത്തിലാണ് ബോയ്ലർ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. രണ്ടു സിലിണ്ടറുകളും ഉണ്ടെങ്കിൽ ചട്ടക്കൂടിന്റെ പുറത്തായി രണ്ടു വശത്തും ഓരോന്നു വെച്ചിരിക്കും. ബോയ്ലറിൽ നിന്നുള്ള നീരാവി രണ്ടു കുഴലുകളും വഴി എൻജിനിലേക്കു വരുന്നു.

എൻജിന്റെ പ്രവത്തനതത്വം നേരത്തേ വിവരിച്ചിരുന്ന പ്രകാരം തന്നെയാണു്. അതു മനസ്സിലാക്കുവാൻ ചിത്രം 5.2 കൂടുതൽ സഹായകരമായിരിക്കും.

ക്രാങ്കും ചക്രങ്ങളും തമ്മിൽ ആപേക്ഷികചലനമില്ലാത്ത രീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ ക്രാങ്കിനോടു കൂടി ചക്രങ്ങളും (8) കറങ്ങുന്നു. ഈ ചക്രങ്ങളും എൻജിനാൽ ചലിപ്പിക്കപ്പെടുന്നവയാണെങ്കിലും ഇവയെ ചാലനചക്രങ്ങളും എന്നാണു് വിളിക്കുന്നതു്. കാരണം, ഈ ചക്രങ്ങളുടെ കറക്കം നിമിത്തമാണു് മുഴുവൻ റെയിൽ വണ്ടിയും ചലിക്കുന്നതു്. ചക്രങ്ങളെ താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധം തരം തിരിക്കാം.

(a) മുൻനിലചക്രങ്ങൾ

(b) ശക്തീകൃതചക്രങ്ങൾ { (1) ചാലന ചക്രങ്ങൾ, (2) യുഗ്മിത ചക്രങ്ങൾ

(c) പിൻനിലചക്രങ്ങൾ

ചിത്രം 5.2-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ചക്രങ്ങളെപ്പോലെ തന്നെ വേറൊരു ജോടി ചക്രങ്ങളും കൂടിയുണ്ടായിരിക്കും. ഈ രണ്ടു ജോടി ചക്രങ്ങളുടെയും ക്രാങ്കുകളും തമ്മിൽ ഒരു കപ്ലിങ്ങ് ബണ്ടു് മുഖേന ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കും. ആ നിലയിൽ ഈ ചക്രങ്ങളെ യുഗ്മിതചക്രങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു.

ബോഗി മുഖാന്തിരം യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഒന്നോ രണ്ടോ ജോടി ചക്രങ്ങളാണു് മുൻനിലച്ചക്രങ്ങൾ. ഇവയും പിൻനിലച്ചക്രങ്ങളും വലുപ്പം കുറഞ്ഞതായിരിക്കും. ഈ ചക്രങ്ങൾക്കു് പല ഉപയോഗങ്ങളുമുണ്ടു്. അവയെല്ലാം ഇവിടെ വിവരിക്കുക അസാധ്യമാണു്.

ചക്രങ്ങളുടെ ക്രമീകരണമനുസരിച്ചു് ലോക്കോമോട്ടീവു് എൻജിനീയർമാർ റെയിൽ വണ്ടിയെ തരം തിരിക്കാറുണ്ടു്. മുൻനില, യുഗ്മിത, പിൻനിലചക്രങ്ങളുടെ എണ്ണമാണു് ഇതിനു വേണ്ടി കണക്കിലെടുക്കുന്നതു്.

ഉദാഹരണമായി ചിത്രം 5.3-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ചക്രങ്ങൾ ക്രമീകരിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു റെയിൽ വണ്ടിക്കു് 2-4-2 എന്നു പറയാം. അതു പോലെ ചിത്രം 5.4-ലെ ക്രമീകരണത്തിനു് 4-6-2 എന്നും പറയാം.

റെയിൽ എൻജിനിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന വാൽവു് D-സ്ലൈഡു് വാൽവു് അല്ല. പിസ്റ്റണിന്റെ ആകൃതിയിലുള്ള ഒന്നാണു്. അതിനാൽ ആ വാൽവിനെ പിസ്റ്റൺ വാൽവു് എന്നു പറയുന്നു.

റെയിൽ എൻജിന്റെ കർഷണബലം : ഒരു റെയിൽ എൻജിൻ, അതോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന വണ്ടിയെ വലിക്കുന്ന ബലത്തിനു് അതിന്റെ കർഷണബലം എന്നു പറയുന്നു. അതു് 'T' കി. ഗ്രാമും ചാലകചക്രത്തിന്റെ വ്യാസം D സെ. മീ.–ഉം ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ ചാലനചക്രത്തിന്റെ ഒരു കറക്കത്തിൽ കർഷണബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി = T × ചാലനചക്രത്തിന്റെ പരിധി

$$= T \times \frac{\pi D}{100} \text{ കി. ഗ്രാം.}$$

ചിത്രം 5.3

ചിത്രം 5.4

MUSLIM VIDYAL ISLAM HIGH SCHOOL, ERNAKULAM.

ക്രാങ്കിന്റെ ഒരു കറക്കത്തിൽ നീരാവി, എൻജിൻ സിലിണ്ടറിനകത്തു ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയാണ് ഇത്.

p = എൻജിൻ സിലിണ്ടറിലുള്ള നീരാവിയുടെ മർദ്ദം, കി. ഗ്രാം / സെ. മീ.^{2} -ലും

L = പിസ്റ്റണിന്റെ സ്ട്രോക്ക്, സെ. മീ. -ലും

d = സിലിണ്ടറിന്റെ വ്യാസം, സെ. മീ. -ലും

ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ, ക്രാങ്കിന്റെ ഒരു കറക്കത്തിൽ, രണ്ടു സിലിണ്ടറുകളിലും ക്രടി ചെയ്യപ്പെടുന്ന ജോലി

$$= 2\left(p \times \frac{\pi}{4} d^2 \times L\right) \times 2 \text{ കി. ഗ്രാം. സെ. മീ.}$$

$$= \frac{\pi}{100} pd^2L \text{ കി. ഗ്രാം. മീ.}$$

$$\therefore \quad T \times \frac{\pi D}{100} = \frac{\pi}{100} pd^2L$$

$$T = \frac{pd^2 \cdot L}{D} \text{ കി. ഗ്രാം.}$$

കണക്കു്

ഒരു റെയിൽ എൻജിന്റെ രണ്ടു സിലിണ്ടറുകളിലെ ശരാശരി മർദ്ദം 10 കി. ഗ്രാം / (സെ. മീ.)^2 ആണു്. സിലിണ്ടറിന്റെ വ്യാസം 40 സെ. മീ. -ഉം സ്ട്രോക്ക് 60 സെ. മീ. -ഉം ചക്രങ്ങളുടെ വ്യാസം 225 സെ. മീ. -ഉം ആണെങ്കിൽ റെയിൽ എൻജിന്റെ കർഷണബലം കി. ഗ്രാമിൽ കണ്ടു പിടിക്കുക.

D = 225 സെ. മീ.

d = 40 സെ. മീ.

L = 60 സെ. മീ.

p = 10 കി. ഗ്രാം. / (സെ. മീ.)^2

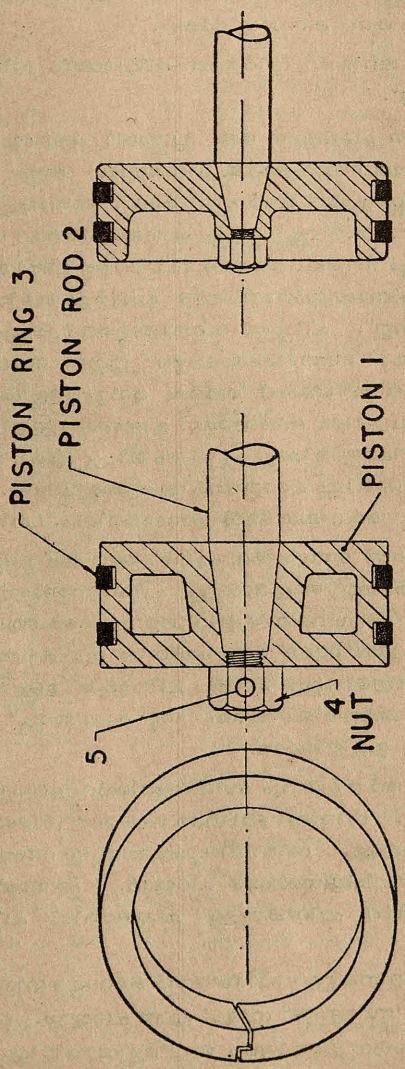
$$T = \frac{10 \times 40^2 \times 60}{225} = \frac{1600 \times 600}{225}$$

$$= 4256 \text{ കി. ഗ്രാം.}$$

സിലിണ്ടർ:— ഒരു നീരാവി എൻജിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഭാഗമാണു് സിലിണ്ടർ. അതു് സാധാരണയായി വാർപ്പിരുമ്പു കൊണ്ടാണു് ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. എന്നാൽ അടുത്ത കാലത്തായി പല സിലിണ്ടറുകളും വാർപ്പുരുക്കു് കൊണ്ടാണു് ഉണ്ടാക്കാറുള്ളതു്. മിക്ക നീരാവി എൻജിനുകളിലും സിലിണ്ടറും, നീരാവി അറയും ഒറ്റ ഭാഗമായി ഉണ്ടാക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ ആകൃതി സങ്കീർണമായിത്തീരുന്നു. സങ്കീർണമായ ഉരുക്കുവാർപ്പുകളും, വാർപ്പിരുമ്പുകൊണ്ടുവയേക്കാളും വിഷമകരമാണു്.

അടഞ്ഞിരിക്കുന്നതും പൊള്ളയായതുമായ വൃത്തസ്തംഭാകൃതിയിലുള്ള ഒരു അറയാണു് നീരാവി എൻജിൻ സിലിണ്ടർ. സിലിണ്ടറിലേക്കു് ഒരു പിസ്റ്റണും, സ്ലൈഡ് നീരാവി മർദ്ദത്താൽ മുൻപിൻ ചലിക്കുന്നു.

വാത്തതിനുശേഷം യന്ത്രമുപയോഗിച്ചു് ഉൾപ്രതലം ശരിയാക്കിയാണു് സിലിണ്ടർ ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. പിസ്റ്റൺ, സിലിണ്ടറിനകത്തു മുന്നോട്ടും പിന്നോട്ടും ചലിക്കുമ്പോൾ സിലിണ്ടറിന്റെ ഉൾപ്രതലവുമായി തുടർച്ചയായി ഉരഞ്ഞു കൊണ്ടിരിക്കും. അതിന്റെ ഫലമായി സിലിണ്ടറിന്റെ ഉൾപ്രതലം തേഞ്ഞുപോകുന്നു. എന്നാൽ സിലിണ്ടർ വളരെ വിലപിടിപ്പുള്ള ഒരു ഭാഗമാകയാൽ ക്രൂടെക്കൂടെ സിലിണ്ടർ മുഴുവൻ മാറ്റിവയ്ക്കുക പ്രായോഗികമല്ല. അതിനാൽ സിലിണ്ടറിനകത്തു ഒരു ലൈനർ പിടിപ്പിക്കാറുണ്ടു്. ജലമർദ്ദം ഉപയോഗിച്ചാണു് ഈ ഭാഗം സിലിണ്ടറിനകത്തു കയറ്റുന്നതു്. എൻജിൻ കുറച്ചു സമയം പ്രവൃത്തിക്കുമ്പോൾ നീരാവിയുടെ ഒരു ഭാഗം സാന്ദ്രീകരിച്ചു് ജലമായി സിലിണ്ടറിന്റെ അടിഭാഗത്തു കൂടിയേക്കാം. ഇപ്രകാരം ഉണ്ടായേക്കാവുന്ന ജലം നീക്കം ചെയ്യുവാൻ, കൈകൊണ്ടു പ്രവർത്തിപ്പിക്കാവുന്ന രണ്ടു വാർച്ചവാൽവുകൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 5.7 ചിത്രം 5.6 ചിത്രം 5.5

പിസ്റ്റൺ: പ്രാധാന്യത്തിൽ പിസ്റ്റൺ രണ്ടാം സ്ഥാനമാണുള്ളതു്

സാധാരണയായി വാർപ്പിരുമ്പ്, വാർപ്പുരുക്ക്, ഫോർജ്ജുരുക്ക്, അലുമിനിയം ഇവയിൽ ഏതെങ്കിലുമൊന്നുപയോഗിച്ചാണ് പിസ്റ്റൺ ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. ഫോർജ്ജുരുക്കോ, വാർപ്പുരുക്കോ കൊണ്ടുണ്ടാക്കുന്ന പിസ്റ്റണുകൾക്കു് വാർപ്പിരുമ്പുകൊണ്ടുള്ളവയേക്കാൾ കനം കുറവായിരിക്കും.

പിസ്റ്റണിന്റെ നിർമാണ വിവരങ്ങൾ ചിത്രം 5.5, 5.6, 5.7 ഇവയിൽ കൊടുത്തിട്ടുണ്ടു്.

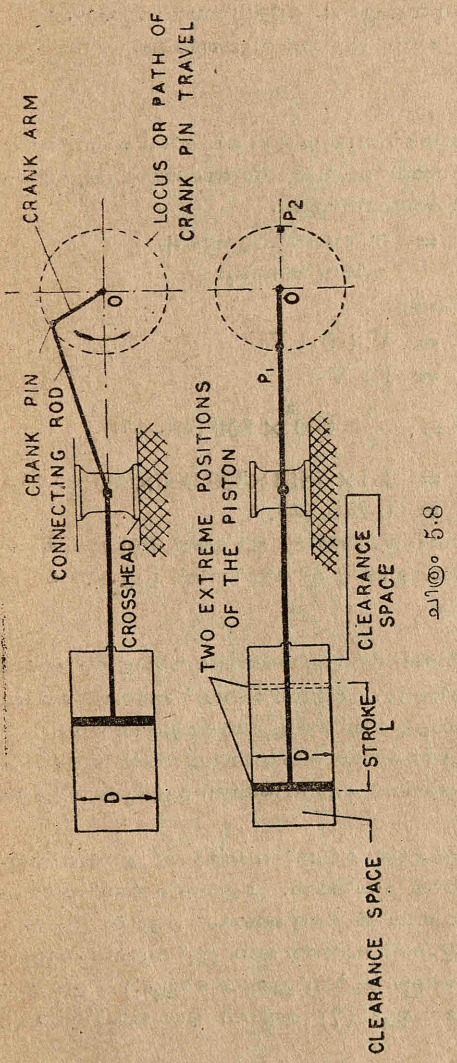
പിസ്റ്റണെ ചലിക്കുന്ന ഒരു പ്ലഞ്ചറായി കണക്കാക്കാം. അതിനാൽ പിസ്റ്റൺ ഏതെങ്കിലുമൊരു സ്ഥാനത്തായിരിക്കുമ്പോൾ അതു സിലിണ്ടറിനെ നീരാവിഭാഗമായ രണ്ടു അറകളായി വേർതിരിക്കുന്നു. അതായതു് പിസ്റ്റണിന്റെ ഒരു വശത്തുനിന്നും മറുവശത്തേയ്ക്കു് അല്പം പോലും നീരാവി കടക്കാൻ പാടില്ല. എന്നാൽ ഇപ്രകാരം ഒട്ടും നീരാവി ചോർന്നു പോകാത്ത രീതിയിൽ നിർമിക്കുവാൻ പ്രയാസമാണു്. അതിനാൽ നീരാവിയുടെ ചോർച്ച കഴിയുന്നതും കുറയ്ക്കുക മാത്രമാണു് ചെയ്തിരിയ്ക്കുന്നതു്. പിസ്റ്റൺ വലയങ്ങളുടെ (ചിത്രം 5.6-ൽ 3 എന്നടയാളപ്പെട്ടത്തായിരിക്കുന്നു) സഹായത്താലാണു് ഇതു് സാധിക്കുന്നതു്. സ്പ്രിങ്ങിന്റെ ഗുണം കിട്ടുന്നതിനു് വേണ്ടി കുറുകെ മുറിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു വലയമാണു് പിസ്റ്റൺ വലയം. ഇവ ഉരുക്കു കൊണ്ടാണു് ഉണ്ടാക്കാറുള്ളതു്. ഇവയുടെ ഛേദതലം സമചതുരാകൃതിയിലായിരിക്കും. (10 മി. മീ. × 10 മി. മീ; 20 മി. മീ. × 20 മി. മീ. അല്ലെങ്കിൽ യോജിച്ച മറ്റേതെങ്കിലും അളവുകൾ). സാധാരണയായി ഒന്നിലധികം പിസ്റ്റൺ വലയങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. (ചിത്രം 5.5 നോക്കുക.)

പിസ്റ്റൺ ഭണ്ഡിന്റെ, പിസ്റ്റൺ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന അറ്റം ക്രമ്പിച്ചതാണു്. അതായതു് അഗ്രഭാഗത്തു് പിസ്റ്റൺഭണ്ഡിന്റെ വ്യാസം ക്രമേണ കുറച്ചിരിക്കുന്നു. പിസ്റ്റണിലുള്ള ഭാരവും ഇതേ ആകൃതിയിലാണു്. ഈ ഭാരത്തിലേയ്ക്കു് പിസ്റ്റൺ ഭണ്ഡിന്റെ അഗ്രം കടത്തിയിരിയ്ക്കുന്നു. പിസ്റ്റൺ ഭണ്ഡിന്റെ അഗ്രഭാഗത്തു് സ്ക്രൂ പിരികളുള്ളതിനാൽ ഒരു നട്ടു് ഇട്ടു് പിസ്റ്റണെ മുറുക്കുവാൻ കഴിയുന്നു. നട്ടു് പുറത്തേയ്ക്കു് അയഞ്ഞു വരാതിരിക്കുവാൻ ഒരു പിൻ (5) ഇട്ടിരിയ്ക്കുന്നു.

പിസ്റ്റൺ വലയവും സിലിണ്ടറിന്റെ ഉൾപ്രതലവും തമ്മിൽ സാരമായ ഘർഷണമില്ല. നീരാവി ചോർന്നു പോകാതിരിക്കാൻ ആവശ്യമായ ബലം മാത്രമേ അവ തമ്മിലുള്ളു. നീരാവി പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്ന വശത്തിനു് പ്രവർത്തനവശമെന്നും മറുവശത്തിനു് പിൻവശമെന്നും പറയുന്നു. എന്നാൽ ഉഭയക്രിയാ എൻജിനിൽ പിസ്റ്റണിന്റെ പിറകോട്ടുള്ള ചലനത്തിൽ പിൻവശം പ്രവർത്തനവശമായിത്തീരുന്നു.

സിലിണ്ടറിനകത്തു് പിസ്റ്റൺ ഒരറ്റത്തു നിന്നും മറ്റേ അറ്റം വരെ പോകുന്ന ദൂരത്തിനു് 'സ്ട്രോക്കു് നീളം' എന്നു പറയുന്നു. (പടം 5.8 നോക്കുക). ഇതു് ക്രാങ്കു് കൈയുടെ നീളത്തിന്റെ രണ്ടിരട്ടിയായിരിയ്ക്കും.

സിലിണ്ടറിനകത്തുള്ള സ്ഥലത്തെ മൂന്നു പ്രധാന ഭാഗങ്ങളായി തിരിക്കാം.



ചിത്രം 5.8

a) മുൻഭാഗത്തെ വിടവുസ്ഥലം.

തൊട്ടു മുൻപുള്ള പ്രക്രിയയിൽ ബ്ലോക്കിയുള്ള നീരാവി ഈ സ്ഥലത്താണ് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. ഈ വിടവുള്ളതു കൊണ്ടാണ് പിസ്റ്റൺ, സിലിണ്ടറിന്റെ കോശത്തിൽ ചെന്ന് ഇടിക്കാതിരിയ്ക്കുന്നത്.

b) പ്രവർത്തന സ്ഥലം.

പിസ്റ്റണിന്റെ സ്ട്രോക്കും നീളം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സ്ഥലമാണ് ഇത്

ഇതിന്റെ വ്യാപ്തം $\frac{\pi}{4} D^2 \cdot L$

ആയിരിക്കും.

c) പിൻഭാഗത്തെ വിടവുസ്ഥലം

സാധാരണയായി വിടവുസ്ഥലവ്യാപ്തം, പ്രവർത്തനസ്ഥലവ്യാപ്തത്തിന്റെ അംശമായിട്ടാണ് പറയാറുള്ളത്. (ഉദാഹരണമായി 0.05, 0.15)

(a), (b), (c) എന്നീ സ്ഥലങ്ങളുടെ ആകെ വ്യാപ്തത്തെ അഥവാ സിലിണ്ടറിന്റെ ആകെ ഉൾവ്യാപ്തത്തെ സിലിണ്ടറിന്റെ ധാരിത അഥവാ കോൾ എന്നു വിളിയ്ക്കുന്നു.

സിലിണ്ടറിന്റെ സ്ട്രോക്കു നീളം, വ്യാസം ഇവ അറിഞ്ഞാൽ അതിന്റെ സ്ഥലവ്യാപ്തം അഥവാ സ്ട്രോക്ക് വ്യാപ്തം കണക്കു കൂട്ടാൻ സാധിക്കും. ഇതിൽ നിന്നും സിലിണ്ടർധാരിതയും കണ്ടു പിടിക്കാം.

സിലിണ്ടർ ധാരിത = സഫല വ്യാപ്തം + വിടവു് സ്ഥല വ്യാപ്തം.
ഒരു കണക്കു ചെയ്യുമ്പോൾ ഈ കാര്യം ശ്രദ്ധിക്കുന്നതു് വ്യക്തമാകും.

കണക്കു്:

ഒരു നീരാവി എൻജിന്റെ സിലിണ്ടർ വ്യാസം 600 മി. മീ. – ഉം സ്ട്രോക്കു് 800 മി. മീ.–ഉം ആണു്. വിടവു്സ്ഥല വ്യാപ്തം, സ്ട്രോക്കു് വ്യാപ്തത്തിന്റെ 10% ആണു്. സിലിണ്ടർ ധാരിത കണ്ടുപിടിയ്ക്കുക.

സിലിണ്ടർ ധാരിത = സ്ട്രോക്കു് വ്യാപ്തം + വിടവുസ്ഥലവ്യാപ്തം

സ്ട്രോക്കു് വ്യാപ്തം V എന്നിരിക്കട്ടെ.

അപ്പോൾ, സിലിണ്ടർ ധാരിത = V + 0·1 V
= 1.1 V

എന്നാൽ $V = \frac{\pi}{4} 600^2 \times 800$ (മി. മീ.)^3

∴ സിലിണ്ടർ ധാരിത = 1·1×·7854×360,000×800 (മി.മീ.)^3
= 0·249 (മീ.)^3

പിസ്റ്റൺകളുടെ ചലന വേഗം മിനിറ്റിൽ 80 മുതൽ 120 മീറ്റർ വരെയാണു്. ചില ഉന്നതവേഗ എൻജിനുകളിൽ ഇതു് മിനിറ്റിൽ 400 മീറ്റർ വരെ ആയേക്കാം.

ക്രോസ്ഹെഡു്:—പിസ്റ്റണിന്റെ പുറത്തെ അറ്റം ക്രോസ്ഹെഡു് എന്ന ഒരു ഭാഗത്തോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിയ്ക്കുന്നു. ക്രോസ്ഹെഡു് ആകട്ടെ യോജക ദണ്ഡുമായി ഗഡ്ജൻപിൻ എന്ന പേരോടുകൂടിയ ഒരു പ്രത്യേകാകൃതിയിലുള്ള പിൻ കൊണ്ടു യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ക്രോസ്ഹെഡുകൾ വിവിധ തരത്തിലുണ്ടു്. ചിത്രം 5.9 -ൽ നിന്നും അവയുടെ പ്രവർത്തനതത്ത്വവും നിർമാണ പ്രത്യേകതകളും മനസ്സിലാക്കാം.

ക്രോസ്ഹെഡു് 1–ന്റെ പ്രധാന ഉടൽ ഉരുക്കു് വാർത്താണു് ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. ക്രോസ്ഹെഡു്, ഗൈഡുകൾക്കിടയിൽ ചലിക്കുന്നു. ക്രോസ്ഹെഡു് വശങ്ങളിലേയ്ക്കു് മറിഞ്ഞുപോകാതിരിയ്ക്കുവാൻ അതിൽ രണ്ടു ഗൈഡു് കട്ടകൾ (5) കൊടുത്തിരിയ്ക്കുന്നു. പിസ്റ്റൺ ദണ്ഡു് 2-ന്റെ പുറത്തെ അറ്റത്തു് വ്യാസം കൂറച്ചിരിക്കുന്നു. (ചിലതിലെല്ലാം അറ്റം അല്പം ക്രമ്പിച്ചതായിരിയ്ക്കും.) ഈ ഭാഗം ക്രോസ്ഹെഡിന്റെ ഹബ്ബിന്നകത്തേയ്ക്കു് (7) കയറ്റി ഒരു ആപ്പിന്റെ (3) സഹായത്താൽ ഉറപ്പിച്ചിരിയ്ക്കുന്നു.

യോജകദണ്ഡിന്റെ ചെറിയ അറ്റത്തെ ക്രോസ്ഹെഡുമായി ഘടിപ്പിക്കുന്ന ഗഡ്ജൻപിൻ കോണികശീർഷത്തോടു ചേർത്തിയതാണു്. ചിത്രം 5.10-ൽ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ദിശയിൽ ക്രാങ്കു് കറങ്ങുമ്പോൾ, ക്രോസ്ഹെഡിന്മേൽ മൂന്നു ബലങ്ങളും പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്നുവെന്നു വ്യക്തമാണു്.

ചിത്രം 5.9

ചിത്രം 5.10

ഈ ബലങ്ങളം താഴെ പറയുന്നവയാണ്.

(a) ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ദിശയിൽ, പിസ്റ്റൺഭണ്ഡിലുള്ള ബലം.

(b) കുത്തൻ ദിശയിൽ ഗൈഡുകളിൽ നിന്നുമുള്ള പ്രതിക്രിയ.

(c) ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ദിശയിൽ യോജകഭണ്ഡിലുള്ള ബലം.

ചിത്രം 5.11-ൽ കാണുന്നതു പോലെ ക്രാങ്ക് ഏതെങ്കിലുമൊരു കോണിയസ്ഥാനത്തായിരിയ്ക്കുമ്പോൾ മേല്പറഞ്ഞ മൂന്നു ബലങ്ങളുടെയും ആപേക്ഷിക ദിശയും പരിമാണവും കണ്ടുപിടിക്കാം.

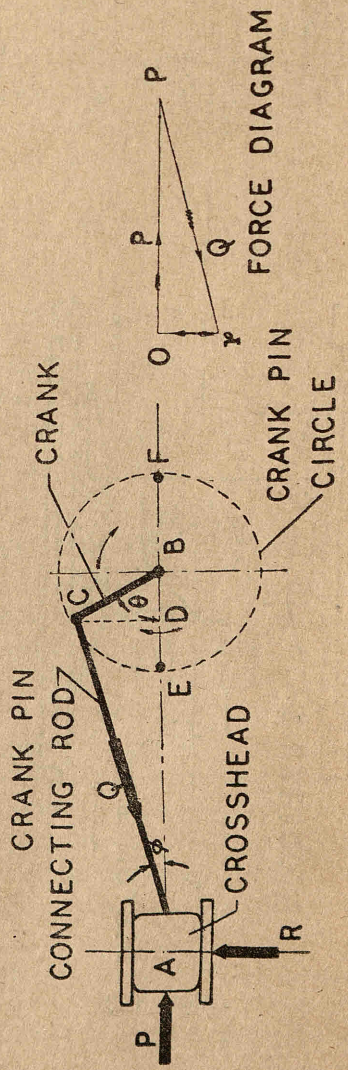
ചിത്രം 5.11-ൽ ക്രാങ്ക് E എന്ന സ്ഥാനത്തു നിന്നും θ കോണം തിരിഞ്ഞ ശേഷമുള്ള നില കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. (E ഉൾമൃതകേന്ദ്രം എന്നും, F പുറംമൃതകേന്ദ്രം എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.) അപ്പോൾ യോജകഭണ്ഡ്, ϕ കോണം തിരിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ബലങ്ങളുടെ പരിമാണവും ദിശയും ബലത്രികോണം വരച്ചു കണ്ടുപിടിക്കാം.

പിസ്റ്റൺ ബലം P യുടെ പരിമാണത്തിനു് ആനുപാതികമായി OP എന്ന രേഖ വരയ്ക്കുക. P-യിൽനിന്നും യോജകഭണ്ഡിനു സമാന്തരമായി Pr വരച്ചു് O-യിൽ നിന്നുള്ള ലംബത്തെ r എന്ന ബിന്ദുവിൽ മുറിക്കുക.

OP P- യുടെ പരിമാണത്തിനും ദിശക്കും,

Pr Q - ന്റെ പരിമാണത്തിനും ദിശക്കും,

rO R - ന്റെ പരിമാണത്തിനും ദിശക്കും ആനുപാതികമാണ്.



ചിത്രം 5.11

പിസ്റ്റൺദണ്ഡിലെ ബലം P-യുടെ പരിമാണം അറിയാവുന്നതാണ്. നീരാവിമർദത്തെ പിസ്റ്റണിന്റെ വിസ്തീർണം കൊണ്ടു ഗുണിച്ചാൽ അതു കിട്ടുന്നതാണ്. ബലചിത്രത്തിൽ നിന്നും,

$$R = P \tan \varphi \text{ എന്നും}$$

$$Q = \frac{P}{\cos \varphi} \text{ എന്നും എഴുതാം.}$$

ചിത്രത്തിൽ BC ക്രാങ്കും CA യോജകദണ്ഡും CD, ABയിന്മേലുള്ള ലംബവുമാണ്. ത്രികോണമിതിയിലുള്ള നമ്മുടെ അറിവിൽ നിന്നും താഴെപ്പറയുന്ന കാര്യങ്ങളും വ്യക്തമാണ്.

$$CD = CB \sin \theta = AC \sin \varphi$$

$$\therefore \sin \varphi = \frac{CB}{AC} \sin \theta$$

$$= \left(\frac{\text{ക്രാങ്ക് നീളം}}{\text{യോജകദണ്ഡ് നീളം}} \right) \times \sin \theta$$

$$= m \sin \theta$$

(m - ക്രാങ്കും, യോജകദണ്ഡും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം എന്നിരിക്കട്ടെ.)

$\sin \varphi$ യുടെ മൂല്യത്തിൽ നിന്നും $\cos \varphi$ യുടെ മൂല്യം കണ്ടുപിടിക്കാം.

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - m^2 \sin^2 \theta}$$

$$R = P \frac{m \sin \theta}{\sqrt{1 - m^2 \sin^2 \theta}}$$

$$Q = \frac{P}{\sqrt{1 - m^2 \sin^2 \theta}}$$

കണക്ക്:

ഒരു എൻജിൻ സിലിണ്ടറിലെ മർദം 5 കി. ഗ്രാം / സെ. മീ^{2} -ഉം, പിസ്റ്റണിന്റെ വ്യാസം 50 സെ. മീ -ഉം ആണ്. ക്രാങ്ക് ഉപരിതകേന്ദ്രവുമായി 30° കോണത്തിൽ നിൽക്കുമ്പോൾ ഗൈഡിന്റെ പ്രതിക്രിയയും, യോജകദണ്ഡിലുള്ള ബലവും കണ്ടുപിടിക്കുക. ക്രാങ്ക് നീളവും യോജകദണ്ഡ് നീളവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം $\frac{1}{4}$ ആണ്.

സിലിണ്ടറിലെ മർദം = 5 കി. ഗ്രാം / (സെ. മീ.)^2

പിസ്റ്റണിന്റെ വ്യാസം = 50 സെ. മീ.

$\theta = 30°$

$m = \frac{1}{4}$

P = സിലിണ്ടറിലെ മർദം × പിസ്റ്റണിന്റെ വിസ്തീർണം

$$= 5 \times \left(\frac{\pi}{4} \times 50^2 \right) = 9817 \text{ കി. ഗ്രാം.}$$

$$\sin \varphi = m \sin \theta = \frac{1}{4} \sin 30$$

$$= 0{\cdot}125$$

$$\cos \varphi = 1 - 0{\cdot}125^2 = 0{\cdot}99$$

$$\tan \varphi = 0{\cdot}12$$

$$R = P \tan \varphi = 9817 \times 0{\cdot}12$$

$$= 1178 \text{ കി. ഗ്രാം.}$$

$$Q = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{9817}{0{\cdot}99}$$

$$= 9820 \text{ കി. ഗ്രാം.}$$

യോജകദണ്ഡു്:— യോജകദണ്ഡു്, ക്രോസ്ഹെഡിനേയും ക്രാങ്ക് പിന്നിനേയും തമ്മിൽ യോജിപ്പിക്കുന്നു. ക്രോസ്ഹെഡിനോടു് പിസ്റ്റൺ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ പിസ്റ്റണിന്റെ മുൻപിൻചലനം ക്രാങ്കിന്റെ ഘൂർണനചലനമായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു.

യോജകദണ്ഡിന്റെ നീളമെന്നു പറഞ്ഞാൽ ഗഡ്ജൻ പിന്നിന്റെ മധ്യഭാഗവും ക്രാങ്പിന്നിന്റെ മധ്യഭാഗവും തമ്മിലുള്ള ദൂരമാണു്. അതു പോലെ തന്നെ ക്രാങ് നീളമെന്നാൽ ക്രാങ്പിൻവൃത്തത്തിന്റെ വ്യാസാർധമാണു്. (ചിത്രം 5·9- ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ)

എൻജിന്റെ സ്ട്രോക്ക് = 2 × ക്രാങ്ക് നീളം

യോജകദണ്ഡുനീളവും ക്രാങ്കുനീളവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം (m), 4-നും 6-നും ഇടക്കായിരിക്കും.

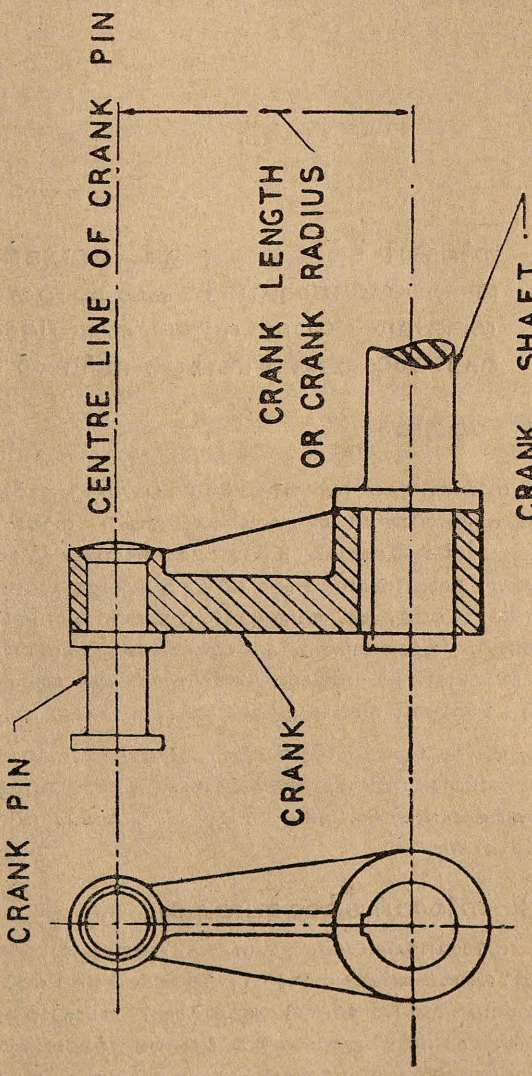
5·9–ൽ യോജകദണ്ഡിന്റെ ചിത്രം കാണിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഫോർജ്ജുചെയ്തുകൊണ്ടു് ചതുരാകൃതിയിലോ I ആകൃതിയിലോ ഉള്ള ഛേദതലത്തോടുകൂടി യോജകദണ്ഡു് ഉണ്ടാക്കാം.

ക്രാങ്കു്:—രണ്ടു ബോസ്സുകളോടുകൂടിയ ലോഹം കൊണ്ടുള്ള ഒരു ബ്രാക്കറ്റു് ആണു് ക്രാങ്കു് (ചിത്രം 5·12 നോക്കുക). ബോസ്സുകളിൽ രണ്ടും, ക്രാങ്പിന്നിനേയും ക്രാങ്ദണ്ഡിനേയും ഉറപ്പിക്കുന്നതിനുള്ളതാണു്. ക്രാങ്കു് ചൂടാക്കിയാണു് ക്രാങ്കു് ദണ്ഡിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നതു്. ചൂടാക്കുമ്പോൾ ക്രാങ്കിലുള്ള ദ്വാരം വലുതായി അതിന്റെ വ്യാസം ക്രാങ്കു് ദണ്ഡിന്റെ വ്യാസത്തേക്കാൾ അല്പം കൂടുതലായിത്തീരുന്നു. ചൂടായിരിക്കുന്ന ഈ അവസ്ഥയിൽ ക്രാങ്കു് ക്രാങ്കുദണ്ഡിൽ ഇട്ടു. തണുപ്പിക്കുന്നു. തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ദ്വാരം ചുരുങ്ങുകയും ക്രാങ്കു്, ദണ്ഡിന്മേൽ ഉറച്ചു പിടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ചൂടാക്കുന്നതിനുപകരം ജലമർദമുപയോഗിച്ചും ഇവ യോജിപ്പിക്കാവുന്നതാണു്. ക്രാങ്കുദണ്ഡിന്മേൽ കറങ്ങാതിരിക്കുന്നതിനു് ഒരു

ആപ്പും കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. (ചിത്രം 5.12 നോക്കുക). സ്ഥാവരനീരാവിഎൻജിനുകളുടെ ക്രാങ്കുഭണ്ഡു്, ബെയറിങ്ങുകളുടെ ഇടയ്ക്കാണു് വച്ചിരിക്കുന്നതു്.

ഫ്ലൈവീൽ:—

പിസ്റ്റൺ ഏതെങ്കിലും സ്ഥാനത്തായിരിക്കുമ്പോൾ, ക്രാങ്കു് പിന്നിന്മേലുള്ള ബലത്തെ രണ്ടു ഘടകങ്ങളായി വേർതിരിക്കാം; (1) സ്പർശക ഘടകം (2) ത്രിജ്യാ ഘടകം. ഈ രണ്ടു ബല ഘടകങ്ങളുടെ പരിമാണവും, ക്രാങ്കു് ഓരോ പ്രാവശ്യം കറങ്ങുന്നതിനിടയിലും. മാറി കൊണ്ടിരിക്കും. ഓരോ കറക്കത്തിനിടയിലും നീരാവിയാൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി, ചിലപ്പോഴെല്ലാം ആവശ്യമായതിൽ കൂടുതലും ബാക്കി സമയത്തു് ആവശ്യമായതിൽ കുറവും ആയിരിക്കും. ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി ആവശ്യത്തിലധികമായിരിക്കുമ്പോൾ അധികമുള്ള ഊർജം ഫ്ലൈവീലിനു് ലഭിക്കുകയും, ആവശ്യത്തിൽ കുറവായിരിക്കുമ്പോൾ, ഫ്ലൈവീലിനു ലഭിച്ച ഊർജം വിട്ടുകൊടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഫ്ലൈവീലിന്റെ വേഗത്തിൽ വരുന്ന ഏറ്റക്കുറച്ചിൽ കൊണ്ടാണു് ഇതു സാധിക്കുന്നതു്.



ചിത്രം 5.12

6

നീരാവി ടർബൈനുകളും ജല ടർബൈനുകളും — അന്തർദഹന എൻജിനുകൾ — ഇരുസ്ട്രോക് വിഭാഗത്തിലും നാല് സ്ട്രോക് വിഭാഗത്തിലും പെട്ട പെട്രോൾ എൻജിനുകളും ഡീസൽ എൻജിനുകളും.

6.1 ആമുഖം

നീരാവിയുടെ സ്ഥിതികമർദ്ദകമല്ല ഗതിജോർജമാണ് നീരാവി ടർബൈനിൽ പ്രവൃത്തിയായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നത്. നീരാവിഎൻജിനിലാകട്ടെ നീരാവിയുടെ മർദം മൂലമാണ് പിസ്റ്റൺ മുമ്പോട്ടും പിമ്പോട്ടും ചലിക്കുന്നത്. ടർബൈനും മുൻപിൻചലന എൻജിനും തമ്മിലുള്ള ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട വ്യത്യാസമിതാണ്. രണ്ടും ശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനു വേണ്ടിത്തന്നെയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ടർബൈനുകളിലെ പ്രവർത്തകദ്രവം നീരാവിയോ, ജലമോ ഏതെങ്കിലും വാതകങ്ങളോ ആകാം. അതനുസരിച്ച് യഥാക്രമം നീരാവി ടർബൈൻ, ജല ടർബൈൻ, വാതക ടർബൈൻ എന്നിങ്ങനെ പലതരം ടർബൈനുകളുണ്ട്.

ഈ അധ്യായത്തിന്റെ ആദ്യഭാഗങ്ങളിൽ നീരാവി ടർബൈനിന്റേയും ജല ടർബൈനിന്റേയും പ്രവർത്തനം ചുരുക്കി പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു. ബാക്കി ഭാഗം അന്തർദഹന എൻജിനുകളുടെ പ്രാഥമിക തത്വം വിവരിക്കുന്നതിനാണുപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്.

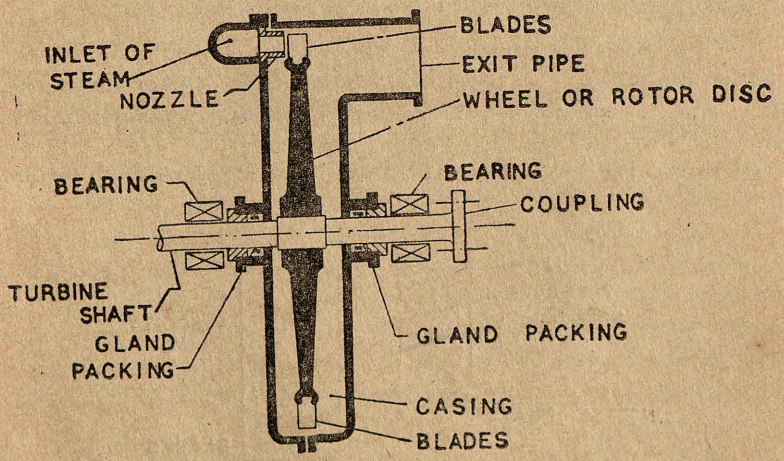
6.2 നീരാവി ടർബൈനുകൾ.

നീരാവിയിലുൾക്കൊള്ളുന്ന താപോർജം പ്രവൃത്തിയോഗ്യമായ യാന്ത്രികോർജമായി മാറുകയാണ് നീരാവി ടർബൈനുകളുടെ അടിസ്ഥാന ധർമം. ഈ ധർമം നിറവേറുന്നതിനു വേണ്ടി ആദ്യമായി താപോർജത്തെ ഗതിജോർജമായി മാറ്റണം. പിന്നീട് ഈ ഗതിജോർജത്തെ ടർബൈനുകൾ യാന്ത്രികോർജമായി രൂപാന്തരപ്പെടുത്തുന്നു. മുൻപിൻചലന എൻജിനിൽ ഗതിജോർജമല്ല മർദോർജമാണ് പ്രധാന പങ്കുവഹിക്കുന്നത്. അതിനാൽ ടർബൈനുകളിൽ നീരാവിയുടെ

പ്രവൃത്തി ഗതികമാണെന്നും മൻപിൻചലന എൻജിനുകളിൽ സ്ഥിതികമാണെന്നും പറയുന്നു.

ബോയ്ലറിൽനിന്നും വരുന്ന നീരാവിയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന മൊത്തം താപോർജത്തെ സമ്പൂർണ താപം എന്നു വിളിക്കുന്നു. H എന്ന അക്ഷരമാണു് സംജ്ഞ. കിലോകലോറി മാത്രയിലാണു് സാധാരണ പറയാറു്. B. T. U., C. H. U. എന്നീ മാത്രകളും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. ടർബൈനുകളിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിനു മുമ്പു് നീരാവിയിലെ ഈ താപോർജത്തെ ഗതിജോർജമായി മാറേണ്ടതുണ്ടു്. താപോർജം ഗതിജോർജമായി മാറുന്ന ഈ പ്രവൃത്തി ഒറ്റയടിക്കോ പല ഘട്ടങ്ങളിലായോ ചെയ്യാം. അതിനനുസരിച്ചു് ടർബൈനിന്റെ തരവും ഡിസൈനും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും.

ഒരു നീരാവി ടർബൈനിൽ രണ്ടു പ്രധാന ഭാഗങ്ങളുണ്ടു്. (i) നോസിൽ അഥവാ ഡൈഡു് (ii) റോട്ടർ അഥവാ ചലിക്കുന്ന ഭാഗം. നോസിൽ ഒരു നിശ്ചലഭാഗമാണു്. അവിടെ വച്ചാണു് താപോർജം ഗതിജോർജമായി മാറുന്നതു്. ഈ ഗതിജോർജത്തെ റോട്ടർ യാന്ത്രികോർജമായി മാറ്റിയെടുക്കുന്നു. ബെയ്റിങ്ങുകളിൽ താങ്ങി നിർത്തിയിരിക്കുന്ന ടർബൈൻ ഷാഫ്ടിലാണു് റോട്ടർ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഒരു ഡിസ്കു് അഥവാ ചക്രത്തിന്റെ ആകൃതിയാണിതിനുള്ളതു്. ഈ ചക്രത്തിന്മേൽ നിരവധി ബ്ലേഡുകൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. നോസിലിൽ നിന്നും വരുന്ന നീരാവി ഈ ബ്ലേഡുകളിൽ തട്ടുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ആവേഗം റോട്ടറിനെ തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 6·1

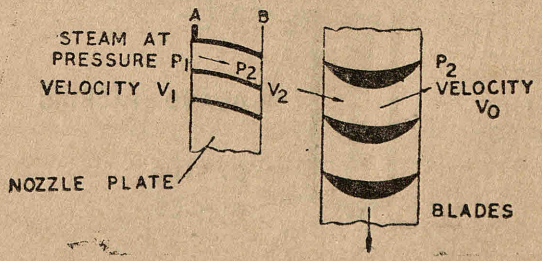
ചിത്രം 6.1 – ൽ ഒരു നീരാവി ടർബൈൻ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ നീരാവി വളരെ ഉയർന്ന മർദത്തിലാണ് നോസിലിൽ പ്രവേശിയ്ക്കുന്നത്. പക്ഷെ നോസിലിൽ കൂടി കടന്നു പോകുമ്പോൾ മർദം വളരെ കുറയുന്നു. തത്ഫലമായി നീരാവിയുംകൊള്ളുന്ന താപോർജത്തിലും കുറവു സംഭവിക്കുന്നു. ഈ കുറവ് ഗതി ജോർജമായി രൂപാന്തരം പ്രാപിക്കുകയാണു ചെയ്യുന്നത്. നോസിലിൽ കൂടി കടന്നു പോകുമ്പോൾ നീരാവിയുടെ പ്രവേഗം വളരെയധികം വർധിക്കുന്നു. ഇതിനു പറ്റിയ വിധത്തിലാണ് നോസിലുകൾ രൂപപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത്.

ഒരു പ്രത്യേക ആകൃതിയോടു കൂടിയ അനേകം ബ്ലേഡുകളാണ് റോട്ടറിലുള്ളതെന്നു നേരത്തെ പറഞ്ഞല്ലോ. ഉയർന്ന പ്രവേഗത്തോടു കൂടിയ നീരാവി ഈ ബ്ലേഡുകളിൽ തട്ടി കടന്നു പോകുമ്പോൾ നീരാവിയുടെ സംവേഗത്തിൽ വലിയ മാറ്റം വരുന്നു. തന്മൂലം ബ്ലേഡുകളിന്മേൽ ഒരു ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഈ ബലം ബ്ലേഡുകളെ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ചക്രത്തേയും തദ്വാരാ ഷാഫ്ടിനേയും തിരിക്കുന്നു.

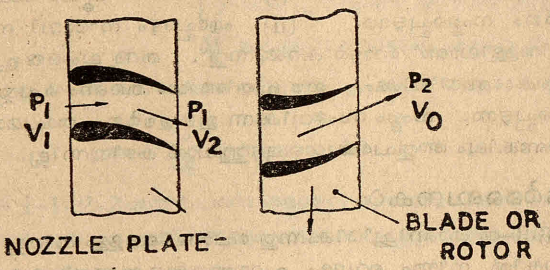
നോസിലുകളും റോട്ടറുകളും ഒരു ജോഡിയിൽ കൂടുതലുള്ള ടർബൈനുകളിൽ അവ ഒന്നിടവിട്ടായിരിക്കും സംവിധാനം ചെയ്തിരിക്കുക. അതായത്, ഒരു പറ്റം നോസിലുകൾക്കു ശേഷം ഒരു റോട്ടറും വീണ്ടും കുറെ നോസിലുകളും ഒരു റോട്ടറും അങ്ങിനെ മാറിമാറി ഉറപ്പിച്ചിരിക്കും. ഒരു റോട്ടറിൽ വെച്ചു നഷ്ടപ്പെടുന്ന ഗതം ജോർജം വീണ്ടും വർധിപ്പിക്കുവാൻ അടുത്തുവരുന്ന നോസിലുകൾ സഹായിക്കുന്നു. നീരാവി അല്പം പോലും ചോർന്നു പോകാതിരിക്കത്തക്ക വണ്ണം ടർബൈൻകോശി ഗ്ലാൻഡുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ഭദ്രമായി അടച്ചിരിക്കുന്നു. നോസിലുകളിൽ വെച്ചു മാത്രം മർദ വ്യത്യാസം വരുന്ന ഇത്തരം ടർബൈനുകളെ **ആവേഗ ടർബൈനുകൾ** എന്നു വിളിക്കുന്നു.

മറ്റൊരു തരം ടർബൈനുകളിൽ ഭാഗികമായി നോസിലുകളിൽ വെച്ചും ബാക്കി റോട്ടർ ബ്ലേഡുകളിൽക്കൂടി കടന്നു പോകുമ്പോഴുമാണ് നീരാവിയുടെ മർദം താഴുന്നത്. അത്തരം ടർബൈനുകളെ **പ്രതിക്രിയാ ടർബൈനുകൾ** എന്നു പറയുന്നു.

ഈ വ്യത്യാസം ചിത്രം 6.2 (a), (b) എന്നിവയിൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കാം.



ചിത്രം 6.2 (a)



ചിത്രം 6·2 (b)

ആവേഗ ടർബൈനുകളും പ്രതിക്രിയ ടർബൈനുകളും തമ്മിലുള്ള പ്രധാന വ്യത്യാസങ്ങൾ:

ചിത്രം 6·2 (a) -യിൽ നോസിലിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന നീരാവിയുടെ മർദം P_1 -ം [P_2 - നേക്കാൾ കൂടുതൽ] പ്രവേഗം V_1 -ഉം [V_2- വിനെ അപേക്ഷിച്ചു് വളരെ കുറവു്] ആണു്. നോസിലിൽ നിന്നും വെളിയിൽ വരുന്ന നീരാവിയുടെ മർദം P_2 -ഉം പ്രവേഗം V_2 -ഉം ആണു്. അങ്ങിനെ നോസിലിൽ വച്ചു് മർദം P_1 -ൽ നിന്നു് P_2 ആയി കുറയുമ്പോൾ പ്രവേഗം V_1 -ൽ നിന്നു് V_2 ആയി വർധിക്കുന്നു. V_2 പ്രവേഗമുള്ള ഈ നീരാവിയാണു് ബ്ലേഡുകളിൽ ക്രിയ കടന്നുപോകുന്നതു്. അതിനുശേഷവും മർദം P_2 തന്നെയായിരിക്കും. എന്നാൽ പ്രവേഗം V_2-ൽ നിന്നു് V_0 -ം ആയി മാറുന്നു. തത്ഫലമായി നീരാവിയുടെ സംവേഗത്തിൽ ഒരു മാറ്റം വരുന്നു. ഈ മാറ്റം മൂലമാണു് ബ്ലേഡുകളിന്മേൽ ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നതു്.

ചിത്രം 6·2 (b) -യിൽ പ്രതിക്രിയാടർബൈനിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. നോസിലിൽ വെച്ചു് മർദം P_1 -ൽ നിന്നു് P^1 ആയി കുറയുന്നു. ബ്ലേഡുകളിൽ ക്രിയ കടന്നു പോകുമ്പോൾ വീണ്ടും കുറഞ്ഞു് P_2 ആയിത്തീരുന്നു. പ്രതിക്രിയാവിഭാഗത്തിൽ പെട്ട ഒരു നീരാവി ടർബൈനിൽ അങ്ങിനെ മർദവ്യത്യാസമുണ്ടാകുന്നതു് നോസിലുകളിലും ബ്ലേഡുകളിലും ക്രിയാണു്.

നോസിലുകളിൽ ക്രിയ കടന്നു പോകുമ്പോൾ നീരാവി പ്രവൃത്തിയൊന്നും ചെയ്യുന്നില്ലെന്നുള്ള വസ്തുത പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധാർഹമാണു്. അതുകൊണ്ടു് നോസിലിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോഴും നോസിലിൽ നിന്നു് പുറത്തു വരുമ്പോഴും നീരാവിയിലെ മൊത്തം ഊർജം ഒന്നു തന്നെയായിരിക്കണം. V_1, V_2 -വിനെ അപേക്ഷിച്ചു് തുലോം തുച്ഛമായതിനാൽ പ്രായോഗിക കണക്കുകൂട്ടലുകളിലും V_1 പരിഗണിക്കാറേയില്ല.

6.3 ടർബൈൻ പ്രവൃത്തി

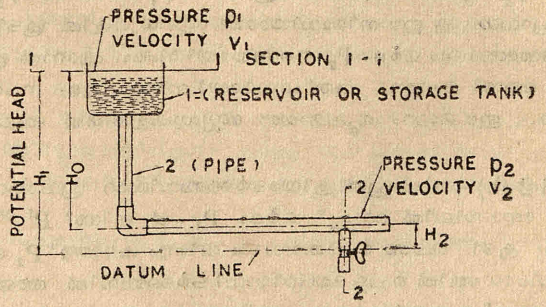
ടർബൈനിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന ഉല്പാദപ്രവൃത്തി നീരാവി ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിക്കു തുല്യമല്ല. നീരാവി ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയേക്കാൾ എപ്പോഴും അതു കുറവായി

രിക്കും. ഇതെന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ (i) ഘർഷണം മൂലം ബെയ്റിങ്ങുകളിൽ കുറച്ച് ഊർജം നഷ്ടപ്പെടുന്നു. (ii) എപ്പോഴും നീരാവി നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ആവരണത്തിനുള്ളിലാണ് റോട്ടർ കറങ്ങുന്നതു്. തന്മൂലം ഒരു പ്രതിരോധ ബലം അനുഭവപ്പെട്ടുകൊണ്ടേയിരിക്കും. ഈ പ്രതിരോധം തരണം ചെയ്യുന്നതിൽ കുറച്ച് ഊർജം നഷ്ടപ്പെടുന്നു. നഷ്ടം സംഭവിക്കുന്ന ഈ ഊർജം താപമായി രൂപാന്തരം പ്രാപിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും അതുപയോഗപ്പെടുത്തുവാൻ കഴിയുന്നില്ല.

6.4 ജലടർബൈനുകൾ

ചിത്രം 6.3–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ വെള്ളം നിറച്ച ഒരു ടാങ്കു് സങ്കല്പിക്കുക. ടാങ്കിൽ നിന്നും വെള്ളം പുറത്തേക്കൊഴുക്കുന്നതു് ഒരു കുഴലിൽ ക്രൂടിയാണു്. ഈ കുഴലിന്റെ കേന്ദ്രരേഖയിൽ നിന്നും H_0 ഉയരത്തിലാണു് ടാങ്കിലെ ജലനിരപ്പെന്നു വിചാരിക്കുക. കുഴലിന്റെ അറ്റത്തുള്ള ടാപ്പു തുറക്കുമ്പോൾ ജലം ഒരു നിശ്ചിത പ്രവേഗത്തിൽ ഒഴുകുന്നു. അതോടൊപ്പം ഉയരം H_1 ക്രമേണ കുറഞ്ഞു വരുന്നു. (ചിത്രം 6.3 നോക്കുക)

ജലത്തിന്റെ മൊത്തം ഊർജം അതിന്റെ സ്ഥിതിജോർജം, മർദ്ദോർജം, ഗതിജോർജം എന്നിവയുടെ ആകത്തുകയാണു്. ജലം തുടർച്ചയായി ഒഴുകുന്നുവെങ്കിൽ അതിന്റെ പ്രവാഹപഥത്തിലെ എല്ലാ ബിന്ദുക്കളിലും മൊത്തം ഊർജം ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കും.



ചിത്രം 6.3

ഒരു മാതൃ തൂക്കം ജലത്തിന്റെ ഗതിജോർജം $= \frac{V^2}{2g}$

[V എന്നതു് നാം പരിഗണിക്കുന്ന ബിന്ദുവിലെ ജലത്തിന്റെ പ്രവാഹ പ്രവേഗമാണു്.]

ഒരു മാതൃ ഭാരം ജലത്തിന്റെ സ്ഥിതിജോർജം $= H$

[H എന്നതു് ആധാര രേഖയിൽ നിന്നും ജലവിതാനത്തിന്റെ ഉയരമാണു്.]

ഒരു മാതൃ ഭാരം ജലത്തിന്റെ മർദ്ദോർജം $= \frac{P}{W}$

[P നാം പരിഗണിക്കുന്ന ബിന്ദുവിലെ മർദവും
W ജലത്തിന്റെ ആപേക്ഷിക ഭാരവുമാണു്.]

അപ്പോൾ ഒരു മാതൃ ഭാരം ജലത്തിന്റെ മൊത്തം ഊർജം = E

$$= \frac{V_2}{2g} + \frac{P}{W} + H$$

ചിത്രത്തിൽ 1-1, 2-2 എന്നീ പരിച്ഛേദങ്ങൾ പരിഗണിക്കുമ്പോൾ അവയ്ക്കിടയിൽ തുടർച്ചയായ പ്രവാഹമുണ്ടു്. അതിനാൽ രണ്ടിടത്തും തമ്മിൽ മൊത്തം ഊർജത്തിൽ വ്യത്യാസം വരുകയില്ല.

$$\therefore \quad \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{W} + H_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{W} + H_2$$

1-1 എന്ന പരിച്ഛേദത്തിൽ $V_1 = 0$, P_1 = അന്തരീക്ഷ മർദം. പരിച്ഛേദം 2-2 - ൽ ജലം അന്തരീക്ഷത്തിലേയ്ക്കു് V_2 പ്രവേഗത്തിൽ ഒഴുകുന്നു.

$\therefore$ P_2 = അന്തരീക്ഷ മർദം.

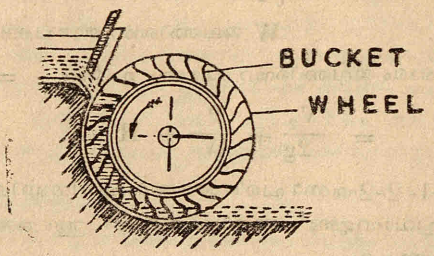
അങ്ങിനെ $P_1 = P_2$, $V_1 = 0$

$$\therefore \sqrt{2g\ (H_1 - H_2)} = V_2$$

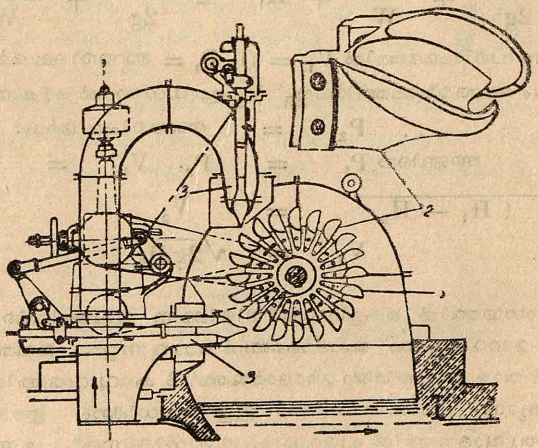
$$V_2 = \sqrt{2g H_0}$$

ഒരു ജലാശയത്തിൽ കെട്ടിനിൽത്തിയിരിക്കുന്ന ജലത്തിന്റെ ഊർജം യാന്ത്രികോർജമായി മാറുകയാണു് ജലടർബൈൻ ചെയ്യുന്നതു്. ജലത്തിന്റെ സ്ഥിതികോർജത്തിൽ താഴ്ച്ച വരുത്തിയോ മർദോർജത്തിൽ കുറവു വരുത്തിയോ ചിലപ്പോൾ രണ്ടിലും വ്യത്യാസം വരുത്തിക്കൊണ്ടോ ഇതു സാധിക്കാം. ഈ തത്വമാണു് ജല വൈദ്യുതശക്ത്യുല്പാദനത്തിൽ പരക്കെ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ഉയരത്തിൽ കെട്ടിനിൽത്തിയിരിക്കുന്ന ജലം താഴോട്ടു പതിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ സ്ഥിതികോർജം ഗതികോർജമായി മാറുന്നു. എത്ര ക്ലിപ്തമായ ഉയരത്തിൽ നിന്നാണോ വീഴുന്നതു് അതനുസരിച്ചു പ്രവേഗം കൂടിയിരിക്കുമെന്നു് മുൻ സമീകരണത്തിൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കാം. ഉയർന്ന പ്രവേഗത്തിലുള്ള ഈ ജലം ഒരു ചക്രത്തിനു ചുറ്റുമായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ബ്ലേഡുകളിലേക്കു തിരിച്ചുവിടുകയാണെങ്കിൽ ആ ചക്രം തിരിയുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു ചക്രമാണു് ജലടർബൈനിലെ റോട്ടർ. ടർബൈൻ വൈദ്യുതജനിത്രവുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നതു കൊണ്ടു് റോട്ടറോടൊപ്പം ജനിത്രവും കറങ്ങുന്നു. തത്ഫലമായി വൈദ്യുതിയുണ്ടാകുന്നു.

ഒരു ജല ടർബൈൻ പ്ലാന്റിൽ അവശ്യം ഉണ്ടായിരിക്കേണ്ട ഘടകങ്ങൾ, വലിയ ഉയരത്തിൽ ജലം സംഭരിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു ജലാശയം, ടർബൈൻ അറ, ബ്ലേഡുകളിലേക്കു് ജലം ഒരു ജെറ്റായി വീഴ്ത്തുന്നതിനുള്ള നോസിൽ, ജലം പുറത്തു പോകുന്നതിനുള്ള നിർഗമനകുഴാടം എന്നിവയാണു്.



ചിത്രം 6·4



ചിത്രം 6·5

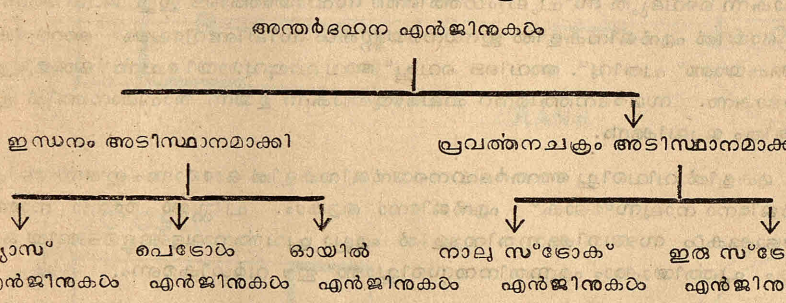
ചിത്രം 6·4, 6·5 എന്നിവ പരിശോധിച്ചാൽ ഒരു ജല ടർബൈനിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദമായി മനസ്സിലാകും. 6·4-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു് ഒരു ജലചക്രമാണു്. ഇന്നത്തെ രീതിയിലുള്ള ടർബൈനുകളുടെ ആവിർഭാവത്തിനു വളരെക്കാലം മുമ്പു മുതൽക്കുതന്നെ ഇത്തരം ജലചക്രങ്ങളും ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങിയിരുന്നു. ഈ ചക്രത്തിന്റെ ബ്ഡേുകളിലേക്കു് ജലം കുത്തിയൊഴുകുമ്പോൾ ചക്രം തിരിയുന്നു.

6·5-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു് സാധാരണ വൈദ്യുതോല്പാദനത്തിനു് ഉപയോഗിക്കാവുള്ള ഒരിനം ജല ടർബൈനാണു്. ഇതിനു് പെൽട്ടൺ ടർബൈൻ എന്നാണു പേർ. ചിത്രത്തിൽ 1 എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്നതാണു് പെൽട്ടൺ ചക്രം. ബ്ഡേുകളെ 2 എന്നും നോസിലുകളെ 3 എന്നും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പെൽട്ടൺ ടർബൈനിൽ രണ്ടു നോസിലുകളാണുള്ളതു്.

6.5 അന്തർദഹന എൻജിനുകൾ

സിലിണ്ടറുകൾക്കുള്ളിൽ വെച്ചു് ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന താപോർജം യാന്ത്രികോർജമായി രൂപാന്തരപ്പെടുത്തുന്ന താപ എൻജിനുകളെയാണു് അന്തർദഹന എൻജിനുകൾ എന്നു വിളിക്കുന്നതു്.

അന്തർദഹന എൻജിനുകളെ താഴെ കാണും പ്രകാരം തരംതിരിക്കാം.



ഗ്യാസു് എൻജിനുകളിൽ കൽക്കരി വാതകമോ പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകമോ ആണു് ഇന്ധനമായി സാധാരണ ഉപയോഗിക്കാറു്. ഈ വാതകങ്ങൾ വേണ്ടത്ര വായുവുമായി കലർത്തി സിലിണ്ടറുകളിൽ പ്രവേശിപ്പിക്കുന്നു. വൈദ്യുതസംഘുലിംഗങ്ങളുടെ സഹായത്തോടുകൂടി ഇവ ജ്വലിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ബഹിർഗമിക്കുന്ന താപം യാന്ത്രികോർജമായി മാറ്റപ്പെടുന്നു.

അന്തർദഹന എൻജിനുകളിലെ പ്രധാന പ്രവർത്തന ഘട്ടങ്ങൾ താഴെ വിവരിക്കുന്നവയാണു്:

1. വായുവും ഇന്ധനവും വേണ്ട അനുപാതത്തിൽ ചേർന്ന മിശ്രിതമോ ചിലപ്പോൾ വായു മാത്രമോ അടങ്ങിയ ചാർജു് അന്തർഗമന വാൽവിൽ കൂടി സിലിണ്ടറിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു.

2. ഈ ചാർജു് സിലിണ്ടറിൽ വെച്ചു് അമർത്തപ്പെടുന്നു. വായു മാത്രമേ സിലിണ്ടറിൽ പ്രവേശിച്ചിട്ടുള്ളുവെങ്കിൽ ഈ സമ്മർദനത്തിന്റെ അവസാനത്തിൽ ഇന്ധനം അന്തഃക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു.

3. ഇന്ധനം ജ്വലിച്ചു തുടങ്ങുന്നു.

4. സ്ഥിരമർദത്തിലോ, സ്ഥിരവ്യാപ്തത്തിലോ ചിലപ്പോൾ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന മർദത്തിലും വ്യാപ്തത്തിലുമോ ഇന്ധനം ദഹനം പൂർത്തിയാക്കുന്നു.

5. ദഹന ഫലമായുണ്ടാകുന്ന വാതകങ്ങൾ പിസ്റ്റണെ പുറകോട്ടു തള്ളിക്കൊണ്ടു് വികസിക്കുന്നു.

6. രേചക വാൽവിൽ കൂടി ഈ വാതകങ്ങൾ പുറത്തുപോകുന്നു.

പെട്രോൾ എൻജിനുകളിൽ തന്നെ താഴെ പറയുന്ന ഇന്ധനങ്ങളിൽ ഏതെങ്കിലുമൊന്നാണു് ഉപയോഗിക്കാറു്. (a) പെട്രോൾ (b) പെട്രോൾ+ബെൻസോൾ

(c) അൽക്കഹോൾ. മോട്ടോർ വാഹനങ്ങളിലും വിമാനങ്ങളിലും പെട്രോൾ എൻജിനുകൾ ധാരാളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. ഇവയിൽ ഇന്ധനം അതായത് പെട്രോൾ ഒരു കാർബറേറ്ററിൽ ക്രൂടി കടത്തിവിട്ട് ബാഷ്പീകരിക്കുന്നു. അവിടെ വച്ചുതന്നെ ഈ ബാഷ്പം വായുവുമായി ചേർന്ന് ഒരു മിശ്രിതമുണ്ടാകുന്നു. ഈ മിശ്രിതമാണ് എൻജിൻ സിലിണ്ടറിൽ പ്രവേശിക്കുന്നത്. സ്പാർക്ക് പ്ലഗ് ഉണ്ടാകുന്ന വൈദ്യുത സ്പുലിംഗത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ ഇതു ജ്വലിക്കുന്നു.

ഓയിൽ എൻജിനുകളിൽ ഇന്ധനയെണ്ണകൾ സിലിണ്ടറിലേക്ക് അന്തഃക്ഷേപിക്കുകയാണ് പതിവ്. അവിടെ വെച്ച് അവ വായുവുമായി ചേർന്ന് ഒരു മിശ്രിതമുണ്ടാകുന്നു. സമർദനത്തിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഉയർന്ന താപമാനത്തിൽ ഈ മിശ്രിതം ജ്വലിക്കുന്നു.

മുകളിൽ വിവരിച്ച അന്തർദഹനയെൻജിനുകളിൽ ഓരോന്നും ഇരുസ്ട്രോക് എൻജിനോ നാലുസ്ട്രോക് എൻജിനോ ആകാം. പിസ്റ്റൺ രണ്ടോ നാലോ സ്ട്രോക്കുകൾ സഞ്ചരിക്കുന്നതിനുള്ളിൽ എല്ലാ പ്രവർത്തനഘട്ടങ്ങളുമടങ്ങിയ ഒരു ചക്രം പൂർത്തിയാക്കാം എന്നതിനനുസരിച്ചാണ് ഈ വർഗീകരണം.

6.5–1 നാലു സ്ട്രോക് എൻജിൻ

6·6 (A), (B), (C), (D) എന്നീ ചിത്രങ്ങളുടെ സഹായത്തോടുകൂടി ഒരു നാലു സ്ട്രോക് എൻജിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം എളുപ്പത്തിൽ വിവരിക്കാം.

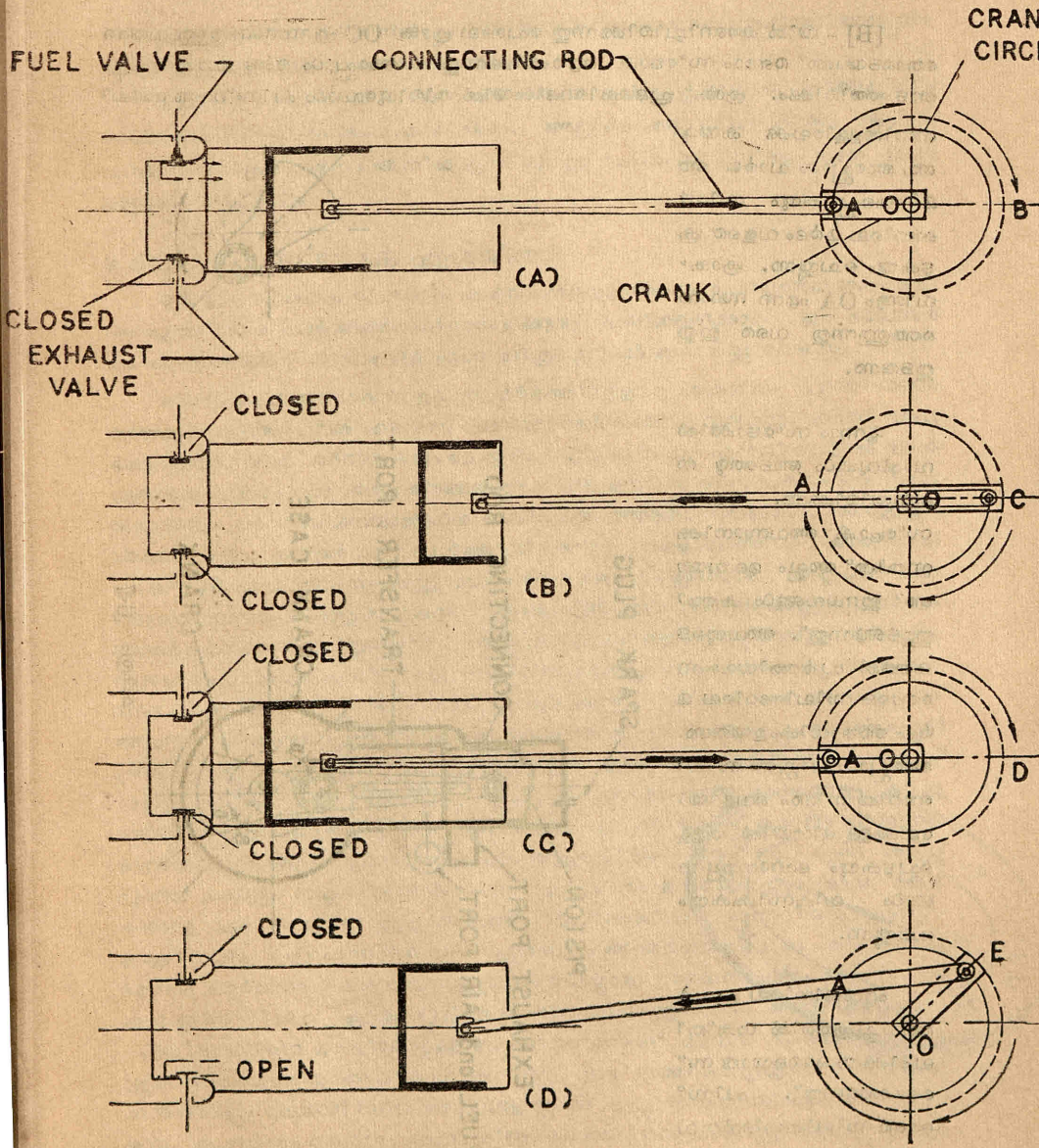
ഒന്നാം സ്ട്രോക്കിൽ :—ഇന്ധനം അന്തർഗമന വാൽവിൽ കൂടി സിലിണ്ടറിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. ഈ സ്ട്രോക്കിനെ ഗ്രഹണ സ്ട്രോക് എന്നു വിളിക്കുന്നു.

രണ്ടാം സ്ട്രോക്കിൽ :—ഈ ചാർജ് അമർത്തപ്പെടുകയും അവസാനം ജ്വലിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സമ്മർദന സ്ട്രോക് എന്നാണിതിന്റെ പേർ.

മൂന്നാം സ്ട്രോക്കിൽ :—ദഹന ഫലമായുണ്ടാകുന്ന തപിച്ച വാതകങ്ങൾ പിസ്റ്റണെ പുറകോട്ട് തള്ളുന്നു. തത്ഫലമായി പിസ്റ്റൺ ചലിക്കുകയും വാതകങ്ങൾ വികസിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ സ്ട്രോക്കിനെ വികാസ സ്ട്രോക് എന്നോ പ്രവർത്തന സ്ട്രോക് എന്നോ വിളിക്കാം.

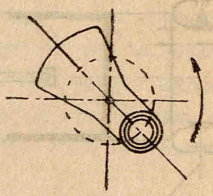
നാലാം സ്ട്രോക്കിൽ :—ഉപയോഗം കഴിഞ്ഞ ദഹനോൽപ്പന്നങ്ങൾ സിലിണ്ടറിൽ നിന്നും പുറം തള്ളപ്പെടുന്നു. രേചന സ്ട്രോക് എന്നാണിതറിയപ്പെടുന്നത്.

ഒന്നാം സ്ട്രോക്കിൽ ക്രാങ്ക് തിരിയുന്നതു മൂലം പിസ്റ്റൺ സിലിണ്ടറിൽ നിന്നും പുറത്തേക്കുള്ള ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. തന്മൂലം സിലിണ്ടറിലെ മർദം വളരെ കുറയുന്നു. അന്തർഗമന വാൽവ് തുറക്കുകയും ചാർജ് സിലിണ്ടറിനുള്ളിൽ പ്രവേശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ക്രാങ്ക് OA എന്ന സ്ഥാനത്തു നിന്നും OB യിലെത്തുന്നതുവരെ ഈ പ്രക്രിയ തുടരുന്നു. ക്രാങ്ക് OB യിലെത്തുന്നതോടെ അന്തർഗമനവാൽവ് അടയുന്നു. [ചിത്രം 6·6 (A) നോക്കുക.]

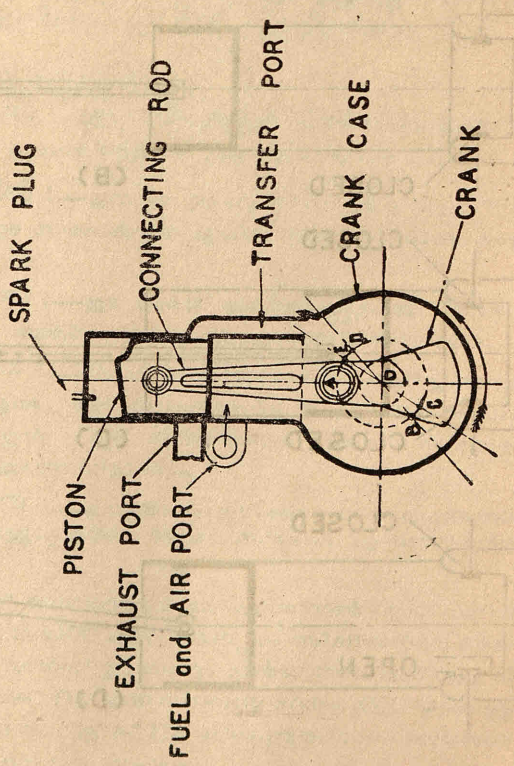

FUEL VALVE
CONNECTING ROD
CRAN
CIRCI
A
B
(A)
CRANK
CLOSED
EXHAUST
VALVE
CLOSED
A
C
CLOSED
(B)
CLOSED
A
D
CLOSED
(C)
CLOSED
E
A
O
OPEN
(D)

ചിത്രം 6.6

[B] - യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ക്രാങ്ക് OC എന്ന സ്ഥാനത്തു വരുന്നതോടെയാണ് രണ്ടാം സ്ട്രോക്ക് ആരംഭിക്കുന്നതു്. അപ്പോൾ രണ്ടു വാൽവുകളും അടഞ്ഞിരിക്കും. ക്രാങ്ക് പ്രദക്ഷിണദിശയിൽ തിരിയുമ്പോൾ പിസ്റ്റൺ സിലിണ്ടറിനുള്ളിലേക്കു കയറുന്നു. അപ്പോൾ ചാർജ് അമർത്തപ്പെടുകയും സിലിണ്ടറിലെ മർദ്ദം വളരെ കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. ക്രാങ്ക് വീണ്ടും OA എന്ന സ്ഥാനത്തെത്തുന്നതു വരെ ഇതു തുടരുന്നു.



മൂന്നാം സ്ട്രോക്കിൽ വാൽവുകളും അടഞ്ഞു തന്നെയിരിക്കുന്നു. രണ്ടാം സ്ട്രോക്ക് അവസാനിക്കുന്നതിനു് അല്പം മുമ്പായാണ് ഇന്ധനങ്ങളും കത്തിത്തുടങ്ങുന്നതു്. അവയുടെ കത്തൽ പൂർത്തിയാകുന്നതോടെ സിലിണ്ടറിലെ മർദ്ദം അത്യുധികമായുയരുന്നു. അപ്പോൾ പിസ്റ്റൺ സിലിണ്ടറിൽ നിന്നും വെളിയിലേക്കുള്ള ദിശയിൽ തള്ളപ്പെടുകയും ഭഹനോല്പന്നങ്ങളും വികസിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം 6.7

എൻജിനിലെ പ്രവർത്തനചക്രത്തിൽ ശക്തി ലഭിക്കുന്ന ഒരേയൊരു സ്ട്രോക്കാണിതു്. പിസ്റ്റൺ സിലിണ്ടറിന്റെ വലത്തേ അറ്റത്തെത്തുന്നതു

വരെ ഇതു തുടരുന്നു. അതിനൽപ്പം മുമ്പായി രേചകവാൽവു് തുറക്കുന്നു. അപ്പോൾ ക്രാങ്കു് OE എന്ന സ്ഥാനത്തെത്തിയിരിക്കും.

നാലാം സ്ട്രോക്കിൽ പിസ്റ്റൺ സിലിണ്ടറിൽ ഇടത്തോട്ടു നീങ്ങുമ്പോൾ രേചകവാൽവു് തുറന്നതന്നെയിരിക്കുന്നു. അതു കൊണ്ടു് സിലിണ്ടറിൽ അവശേഷിക്കുന്ന വാതകങ്ങളെല്ലാം അതിൽ കൂടി പുറത്തു പോകുന്നു. വീണ്ടും ഇതേ ചക്രം ആവർത്തിക്കപ്പെടുന്നു.

6.5–2 ഇരുസ്ട്രോക്കു് എൻജിൻ:

ഒരു ഇരുസ്ട്രോക്കു പെട്രോൾ എൻജിന്റെ പ്രവർത്തനം പരിശോധിക്കാം. ദഹനം പൂർത്തിയായ ചാർജിന്റെ വികാസം ആദ്യം പരിഗണിക്കാം. ഈ അവസരത്തിൽ ക്രാങ്കിന്റെ സ്ഥാനം OA എന്നു ചിത്രം 6.7–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ദഹനഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഉയർന്ന മർദത്തിലുള്ള വാതകങ്ങൾ പിസ്റ്റണെ താഴോട്ടു തള്ളുന്നു. തത്ഫലമായി പിസ്റ്റൺ താഴോട്ടു വരുകയും ക്രാങ്കു് അപ്രദക്ഷിണദിശയിൽ തിരിയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇരുസ്ട്രോക്കു എൻജിനുകളിൽ വാൽവുകൾക്കു പകരം ദ്വാരങ്ങൾ ആണുള്ളതു്. രേചനവാൽവിനു പകരം ഒരു രേചനദ്വാരവും അന്തർഗമനവാൽവിനു പകരം ഒരു അന്തർഗമനദ്വാരവുമാണുള്ളതു്. രേചനദ്വാരം അന്തർഗമനദ്വാരത്തിനു് അല്പം മുകളിലാണു്. അതിനാൽ ക്രാങ്കു് OB എന്ന സ്ഥാനത്തെത്തുമ്പോൾ രേചനദ്വാരം തുറക്കുന്നു. അതു വഴി ദഹനോൽപ്പന്നങ്ങൾ പുറത്തു പോകുന്നു. ക്രാങ്കു് OC എന്ന സ്ഥാനത്തെത്തുമ്പോഴേക്കും അന്തർഗമനദ്വാരവും തുറക്കുന്നു. അപ്പോൾ ക്രാങ്കു് ആവരണത്തിനുള്ളിൽ നിന്നും പെട്രോളും വായുവും കലർന്ന മിശ്രിതം സ്ഥാനാന്തരച്ചാലിൽ കൂടി വന്നു് അന്തർഗമനദ്വാരത്തിൽ കൂടി സിലിണ്ടറിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. പിസ്റ്റൺ താഴോട്ടു വന്ന അവസരത്തിൽ ഈ മിശ്രിതം ക്രാങ്കു് കോശത്തിൽ വെച്ചു് അൽപ്പം അമർത്തപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. അതു കൊണ്ടാണു് അന്തർഗമനദ്വാരം തുറക്കുന്നതോടെ സിലിണ്ടറിനുള്ളിലേയ്ക്കു് ചാർജു് തള്ളിക്കയറുന്നതു്. ഇതിനു ശേഷം രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളും കുറച്ചു സമയം തുറന്നിരിക്കുന്നു. സിലിണ്ടർ മുഴുവൻ പുതിയ ചാർജു് കൊണ്ടു നിറയുന്നു. ദഹനോൽപ്പന്നങ്ങൾ പൂർണമായും പുറം തള്ളപ്പെടുന്നു. അതിന്റെ കൂടെ കുറച്ചു പുതിയ ചാർജും നഷ്ടപ്പെടാനിടയുണ്ടു്. ഇപ്രകാരം ഉപയോഗശൂന്യമായ വാതകങ്ങളെ പുറം തള്ളുന്ന പ്രക്രിയയാണു് സ്കാവൻജിങ്ങു് എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്. ക്രാങ്കു് വീണ്ടും OD എന്ന സ്ഥാനത്തെത്തുമ്പോൾ അന്തർഗമനദ്വാരം അടയുകയും പുതിയ ചാർജിന്റെ വരവു നിലയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. രേചനദ്വാരം അല്പസമയം കൂടി തുറന്നിരിക്കും. ക്രാങ്കു് OE എന്ന സ്ഥാനത്തെത്തുമ്പോൾ അതും അടയുന്നു. പിസ്റ്റണിന്റെ മുകളിലോട്ടുള്ള ബാക്കി സ്ട്രോക്കു് മുഴുവൻ ചാർജിനെ അമർത്തുന്നതിനു വേണ്ടിയാണുപയോഗിക്കുന്നതു്. ഈ സമ്മർദനപ്രക്രിയ അവസാനിക്കുന്നതിനല്പം മുമ്പായി സിലിണ്ടറിലുള്ള സ്പാർക്കു് പ്ലഗ്ഗിൽ ഒരു സ്ഫുലിംഗം ഉണ്ടാകുന്നു. പെട്രോളും വായുവും ചേർന്ന മിശ്രിതം അപ്പോൾ കത്തിത്തുടങ്ങുന്നു. വീണ്ടും മേൽ വിവരിച്ച ചക്രം ആവർത്തിക്കപ്പെടുന്നു.

ഡീസൽ എൻജിനിലാണെങ്കിൽ അന്തർഗമനഭാഗത്തിൽ കൂടി വായു മാത്രമേ സിലിണ്ടറിൽ കടക്കുന്നുള്ളൂ. ഡീസൽ എണ്ണ, അന്തഃക്ഷേപിണി വഴി സിലിണ്ടറിലെ മർദ്ദിതവായുവിലേയ്ക്കു തളിക്കുകയാണു ചെയ്യുന്നതു്. മാത്രമല്ല ഡീസൽ എൻജിനിൽ സ്പാർക്ക് പ്ലഗ്ഗ് ഉണ്ടായിരിക്കുകയുമില്ല. സമ്മർദ്ദനഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഉയർന്ന താപമാനം കൊണ്ടാണു് ഡീസൽ കത്തിത്തുടങ്ങുന്നതു്.

അഭ്യാസം

1. ഒരു മുൻപിൻചലനനീരാവി എൻജിനും ഒരു നീരാവിടർബൈനും തമ്മിലുള്ള പ്രധാനവ്യത്യാസങ്ങളും വിവരിക്കുക.

2. ഒരു നീരാവിടർബൈനിന്റെ ചിത്രം വരച്ചു് പ്രധാനഭാഗങ്ങളും അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഈ ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടു കൂടി നീരാവിടർബൈനിന്റെ പ്രവർത്തനം ചുരുക്കി വിവരിക്കുക.

3. ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ ഒരു ജലടർബൈനിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദമാക്കുക.

4. അന്തർദഹനഎൻജിൻ എന്നാൽ എന്തു്? ഒരു നാലു സ്ട്രോക്ക് പെട്രോൾ എൻജിന്റെ പ്രവർത്തനം വിവരിക്കുക.

5. പെട്രോൾ എൻജിനും ഡീസൽ എൻജിനും തമ്മിലുള്ള പ്രധാനവ്യത്യാസങ്ങളും ഏവ?

6. ഒരു ഇരു സ്ട്രോക്ക് പെട്രോൾ എൻജിന്റെയോ ഡീസൽ എൻജിന്റെയോ പ്രവർത്തനം ചുരുക്കി വിവരിക്കുക.

7

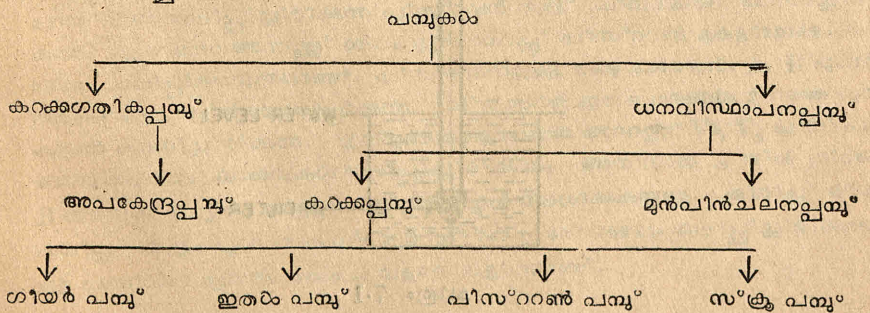
പമ്പുകൾ—അവയുടെ നിർവചനവും തരംതിരിക്കലും — പലയിനം പമ്പുകളുടെ വിവരണവും അവയുടെ പ്രവർത്തനവും — മൂഷകപ്പമ്പു്, അപകേന്ദ്രപ്പമ്പു്, ഗിയർ പമ്പു്.

7.1 ആമുഖം

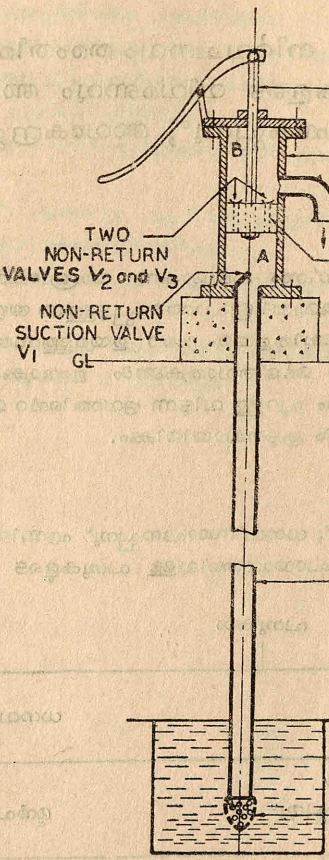
ഒരു ചാലകഉറവിടത്തിൽ നിന്നും ലഭ്യമാകുന്ന യാന്ത്രികോർജത്തെ ഏതെങ്കിലും ദ്രവത്തിന്റെ യാന്ത്രികോർജമായി രൂപാന്തരപ്പെടുത്തുന്ന യന്ത്രത്തിനു് പമ്പു് എന്നു പറയുന്നു. ദ്രവത്തെ ഒരു നിശ്ചിതഉയരം വരെ ഉയർത്തുന്നതിനും, നിശ്ചിത ദൂരം സ്ഥാനാന്തരപ്പെടുത്തുന്നതിനും മർദ്ദിതവാതകങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനും പമ്പു ഉപയോഗിക്കാം. പമ്പിൽ നിന്നും പുറത്തു വിടുന്ന ദ്രവത്തിന്റെ മർദ്ദം സാധാരണയായി അന്തരീക്ഷമർദ്ദത്തേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും.

7.2 വർഗീകരണം

പമ്പുകളെ കറക്കഗതികപ്പമ്പു്, ധനവിസ്ഥാപനപ്പമ്പു് എന്നിങ്ങനെ രണ്ടായി തരം തിരിക്കാം. സാധാരണ ഉപയോഗത്തിലുള്ള പമ്പുകളുടെ തരംതിരിക്കൽ താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ധനവിസ്ഥാപനപ്പമ്പുകളിൽ ഒരു സ്ഥിരഅളവു ദ്രാവകത്തെ അകത്തു വിട്ടുന്ന ഭാഗത്തു നിന്നും പുറത്തു പോകുന്ന ഭാഗത്തേക്കു തള്ളി വിട്ടു ഒരു ധനാത്മകവി സ്ഥാപനം ഉണ്ടാക്കുന്നു. കറക്കഗതികപമ്പുകളിലാകട്ടെ, പമ്പിന്റെ ഒരു നിശ്ചിത ചലനത്തിൽ പുറംതള്ളപ്പെടുന്ന ദ്രവത്തിന്റെ അളവു് സ്ഥിരമായിരിക്കണമെന്നില്ല. ഈയിനത്തിൽ പെട്ട അപകേന്ദ്രപ്പമ്പിനു് ഇമ്പെല്ലർ, വിസാരകം എന്നു് രണ്ടു ഭാഗങ്ങളുണ്ടു്. ദ്രാവകം, ഉദാഹരണമായി വെള്ളം, ഇമ്പെല്ലറിന്റെ മധ്യ ഭാഗത്തു കൂടി അതിൽ പ്രവേശിക്കുകയും പരിധിയിൽക്കൂടി വിസാരകത്തിലോ വൊല്യൂട്ടു് അറയിലോ എത്തിച്ചേരുകയും ചെയ്യുന്നു. വെള്ളം വിസാരകത്തിൽ



ചിത്രം 7·1

ക്രമേണ പോകുമ്പോൾ ഇമ്പെല്ലർ മുഖേന അതിനു ലഭിച്ച ഗതിജോർജം ക്രമേണ കുറഞ്ഞു വരുന്നു. ഇപ്രകാരം നഷ്ടപ്പെടുന്ന ഗതിജോർജം സ്ഥിതികമർദമായി പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു.

മുകളിൽ പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന പമ്പുകളെല്ലാം, വെള്ളമോ മറ്റേതെങ്കിലും ദ്രവമോ ഒരു നിശ്ചിതദൂരം ഉയർത്തുന്നതിനോ തുടർച്ചയായി പുറത്തേക്കു വിടുന്നതിനോ, മർദിതവായുവോ വാതകങ്ങളോ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനോ, ബോയ്ലറിലേക്ക് വെള്ളം പമ്പുന്നതിനോ ടർബോയന്ത്രങ്ങളിലെ ആവശ്യത്തിനോ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. സാധാരണ കാണുന്ന ഏതാനും ചില പമ്പുകളുടെ മാത്രം പ്രവർത്തനരീതികളും നിർമാണപ്രകൃതികളും ഇവിടെ വിവരിക്കാം.

7.3 ചൂഷക പമ്പ്

മണ്ണിനടിയിൽ നിന്നോ ഒരു കിണറിന്റെ അടിഭാഗത്തു നിന്നോ വെള്ളം ഉയർത്തുന്നതിനു് ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു പമ്പാണു് ചൂഷകപമ്പു്. സാധാരണയായി കാണാറുള്ള കുഴൽക്കിണറുകളും ഈയിനത്തിൽ പെടുന്നു.

ഇത്തരം പമ്പുകളുടെ നിർമാണവും പ്രവർത്തനതത്വവും വളരെ ലളിതമാണു്. കൈകൊണ്ടു് ഇത്തരം പമ്പുകളും പ്രവർത്തിപ്പിക്കാം. ചിത്രം 7.1-ൽ ഒരു കുഴൽക്കിണറിന്റെ അനുരേഖീയസ്കെച്ചു് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. പമ്പിന്റെ വിവിധഭാഗങ്ങളുടെ പേരുകളും ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഉത്തോലകത്തിന്റെ അഗ്രഭാഗത്തു് കൈ കൊണ്ടു് ബലം പ്രയോഗിച്ചാണു് ഈയിനം പമ്പുകളും പ്രവർത്തിപ്പിയ്ക്കുന്നതു്.

പമ്പിന്റെ കോശം താഴെയുള്ള വെള്ളവുമായി ഒരു ചൂഷകക്കുഴൽ വഴി യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ചൂഷകക്കുഴലിന്റെ താഴത്തെ അറ്റത്തു് ഒരു അരിപ്പ പിടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ചൂഷകക്കുഴലും പമ്പിന്റെ കോശവുമായി യോജിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തു് ഒരു പിന്നൊഴുക്കു തടയും വാൽവ് V ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ വാൽവുള്ളതിനാൽ A എന്നു് അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന സ്ഥലത്തേക്കു മാത്രമേ വെള്ളം ഒഴുകുകയുള്ളു. തിരിച്ചു ചൂഷകക്കുഴലിലേക്കു വെള്ളം പോകാൻ അതു അനുവദിക്കുകയില്ല. A, B എന്നീ സ്ഥലങ്ങളും ഒരു പിസ്റ്റൺ കൊണ്ടു് വേർപെടുത്തപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. പിസ്റ്റൺ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന പിസ്റ്റൺ തണ്ടു് ലിവറുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ അറ്റത്തു് ബലം പ്രയോഗിച്ചു് പിസ്റ്റൺ മുകളിലേക്കും താഴേക്കും ചലിപ്പിക്കാവുന്നതാണു്. പിസ്റ്റണിലുള്ള രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളും A, B എന്നീ സ്ഥലങ്ങളെ തമ്മിൽ യോജിപ്പിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിൽ ഈ ദ്വാരങ്ങളും മുറിഞ്ഞ വരകളാൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവയുടെ മുകളിലത്തെ അറ്റത്തു് V_2, V_3 എന്നീ പിന്നൊഴുക്കുതടയും വാൽവുകളും ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ A യിൽ നിന്നും B യിലേക്കു് മാത്രമേ വെള്ളത്തിനു് ഒഴുകുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളു. തിരിച്ചു് ഒഴുകുകയില്ല. വെള്ളം പുറത്തേക്കു വിടുന്നതിനു് ഒരു പ്രഭാനക്കുഴലും ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ പമ്പിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം വളരെ ലളിതമാണു്.

തുടക്കത്തിൽ പ്രധാനക്കുഴലിലും A, B എന്നീ സ്ഥലങ്ങളിലുമുള്ള വായുവിന്റെ മർദം അന്തരീക്ഷമർദത്തോടു തുല്യമാണെന്നു സങ്കല്പിക്കാം. ഈ സ്ഥിതിയിൽ പിസ്റ്റൺ മുകളിലേക്കു് ഉയരുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ A എന്ന സ്ഥലത്തിന്റെ വ്യാപ്തം കൂടുന്നതു നിമിത്തം അതിലുള്ള വായുവിന്റെ മർദം കുറയുന്നു. അതിന്റെ ഫലമായി താഴെ ചൂഷകക്കുഴലിലുള്ള വെള്ളം V_1 എന്ന വാൽവിനെ തള്ളിത്തുറന്നു് A എന്ന സ്ഥലത്തേയ്ക്കു പ്രവേശിക്കുന്നു. എന്നാൽ B യിലെ വായുവിന്റെ മർദം A യിലേതിനേക്കാൾ കൂടുതലാകയാൽ V_2, V_3 എന്നീ വാൽവുകൾ ഈ സമയത്തു് അടഞ്ഞിരിക്കും.

പിന്നീടു് പിസ്റ്റൺ താഴേക്കു നീക്കുമ്പോൾ A യിലെ വെള്ളത്തിന്റെ മർദം കൂടുന്നു. V_1, V_2, V_3 എന്നിവ പിന്നോഴുക്കു തടയും വാൽവുകളാകയാൽ V_1 അടയുകയും V_2, V_3 എന്നിവ തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ പിസ്റ്റന്റെ താഴേക്കുള്ള നീക്കത്തിൽ വെള്ളം A യിൽ നിന്നും B യിലേക്കു കടക്കുന്നു.

പിസ്റ്റൺ വീണ്ടും മുകളിലേക്കു നീങ്ങുമ്പോൾ വെള്ളം പ്രധാനക്കുഴലിൽ കൂടി പുറത്തേക്കു പോകുന്നു.

ചൂഷകക്കുഴലിന്റെ അടിഭാഗത്തുള്ള അരിപ്പ, ചളിയും മറ്റു് അഴുക്കുകളും പമ്പിൽ കയറാതെ സൂക്ഷിക്കുന്നു.

ഈയിനം പമ്പുകളിൽ പിസ്റ്റൺ മുകളിലേക്കു് ഉയരുമ്പോൾ മാത്രമേ വെള്ളം പുറത്തേക്കു് വരുന്നുള്ളൂ. അതിനാൽ തുടർച്ചയായ ഒഴുക്കു് കിട്ടുകയില്ല. മാത്രമല്ല വളരെയധികം ഉയരത്തിലേക്കു് വെള്ളം ഉയർത്തുന്നതിനും ഇതു പറ്റിയതല്ല.

ഈ പമ്പിൽ വെള്ളത്തിന്റെ ഒഴുക്ക നടക്കുന്നതു് സിലിണ്ടറിന്റെ രണ്ടു പാർശ്വസ്ഥലങ്ങളും തമ്മിലുള്ള മർദവ്യത്യാസം കൊണ്ടാണു്. അല്ലാതെ, ചൂഷണ മർദം കൊണ്ടല്ല. അതിനാൽ ചൂഷക പമ്പു് എന്ന പേരു് മുഴുവൻ ശരിയല്ല.

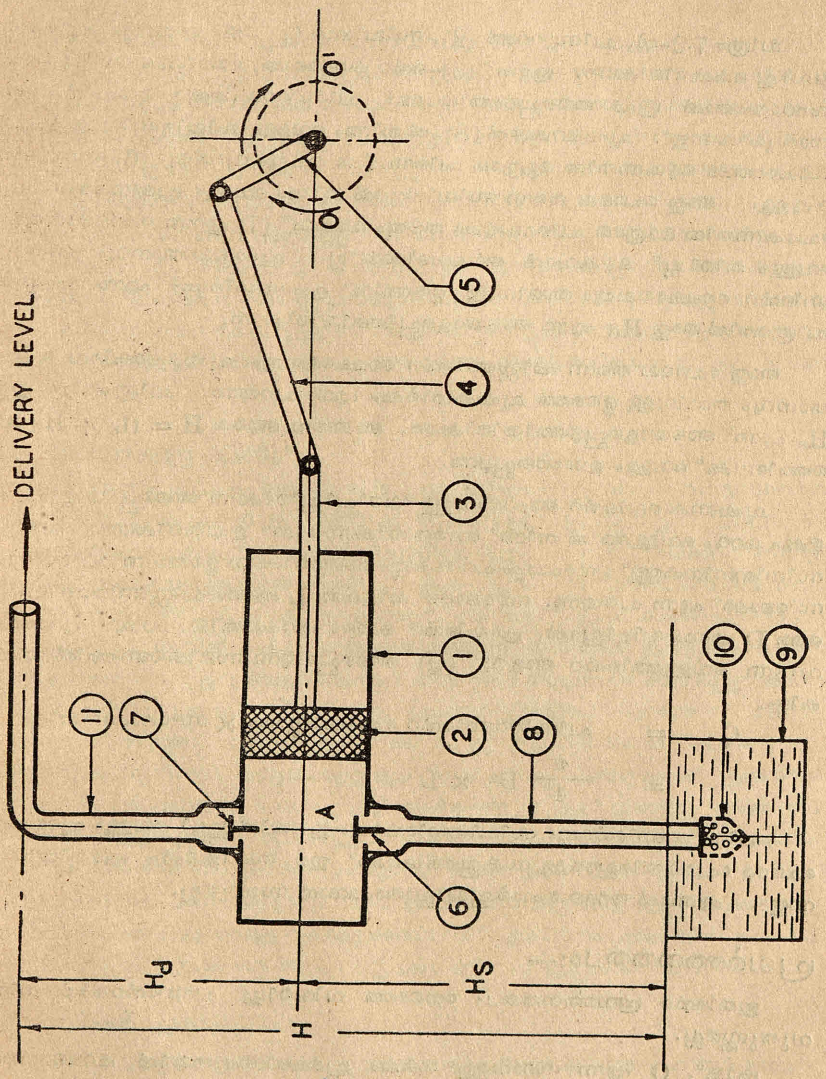
പ്രധാനക്കുഴലിൽ കൂടി പുറത്തേക്കു വിടുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ മർദം അന്തരീക്ഷമർദത്തേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും. അല്ലാതിരുന്നാൽ ഒഴുക്ക നടക്കുകയില്ല.

7.4 മുൻപിൻചലനപ്പമ്പു്

ഒരു സിലിണ്ടറിനകത്തു് മുമ്പോട്ടും പുറകോട്ടും ചലിക്കുന്ന ഒരു പിസ്റ്റന്റെ ഓരോ സ്ട്രോക്കിലും ഒരു നിശ്ചിതഅളവു വെള്ളത്തെ പുറത്തേക്കു വിടുന്ന ഒരു ധനവിസ്ഥാപനപ്പമ്പാണു് ഇതു്. സാധാരണയായി ഒരു എൻജിനോ, മോട്ടോറോ ഉപയോഗിച്ചാണു് ഇതു പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതു്. ഈ പമ്പിനു് ഒരു സിലിണ്ടർ, പിസ്റ്റൺ, പിസ്റ്റൺ തണ്ടു്, യോജകദണ്ഡു്, ക്രാങ്കു്, വാൽവുകൾ, ചൂഷണക്കുഴൽ, പ്രധാനക്കുഴൽ എന്നീ ഭാഗങ്ങളാണുള്ളതു്.

ചിത്രം 7.2-ൽ ഒരു മുൻപിൻചലനപ്പമ്പിന്റെ ചിത്രം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിത്രത്തോടനുബന്ധിച്ചുള്ള സൂചകവിവരം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

1. സിലിണ്ടർ
2. പിസ്റ്റൺ
3. പിസ്റ്റൺ തണ്ടു്
4. യോജകദണ്ഡു്



ചിത്രം 7.2

5. ക്രാങ്ക്
6. അന്തർഗമനഭാഗത്തുള്ള ഏകദിശ വാൽവ്
7 ബഹിർഗമനഭാഗത്തുള്ള ഏകദിശവാൽവ്
8 പൂഷണക്കുഴൽ
9 പൂഷണ ടാങ്ക്
10 അരിപ്പ
11 പ്രഭാനക്കുഴൽ

ചിത്രം 7.2-ൽ, പിസ്റ്റൺ (2), സിലിണ്ടർ (1) –ൽ മുമ്പോട്ടും പുറകോട്ടും ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ക്രാങ്ക് (5)–ന്റെ കറക്കത്തെ, യോജകദണ്ഡ് (4)–ന്റെ സഹായത്താൽ ത്രുപാന്തരപ്പെടുത്തിയാണ് പിസ്റ്റണിന്റെ മുൻപിൻചലനം സാധ്യമാകുന്നതു്. ഛൂഷണക്കുഴൽ (8)–ൽ നിന്നും വെള്ളം സിലിണ്ടറിലുള്ള A എന്ന സ്ഥലത്തേക്കു ഒഴുകുന്നതിനു മാത്രമേ പിന്നൊഴുക്കു തടയും വാൽവു് (6) അനുവദിക്കുകയുള്ളു. അതു പോലെ തന്നെ സിലിണ്ടറിൽ നിന്നും വെള്ളം പ്രദാനക്കുഴലിലേക്കു പോകുന്നതിനു മാത്രമേ പിന്നൊഴുക്കു തടയും വാൽവു് (7) തുറന്നു കൊടുക്കുകയുള്ളു. വെള്ളം തിരിച്ചു് ഒഴുകുവാൻ അനുവദിക്കയില്ല. പ്രദാനവിതാനവും പിസ്റ്റണിന്റെ അക്ഷരേഖയും തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തിനു് പ്രദാനശീർഷം എന്നു പറയുന്നു. ചിത്രത്തിൽ അതു H_d എന്ന അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

അതു പോലെ തന്നെ പിസ്റ്റണിന്റെ അക്ഷരേഖയും ഛൂഷകടാങ്കിലെ ജലവിതാനവും തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തെ ഛൂഷകശീർഷം എന്നു പറയുന്നു. ചിത്രത്തിൽ ഇതു് H_s എന്നു് അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. അങ്ങനെ ആകെ $H = H_s + H_d$ ഉയരത്തിലേക്കു് വെള്ളം ഉയർത്തപ്പെടുന്നു.

ഛൂഷണക്കുഴലിന്റെ അടിഭാഗത്തു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന അരിപ്പ ചളിയും അഴുക്കും മറ്റും വെള്ളത്തിൽ നിന്നു് വേർതിരിക്കുന്നതിനു് ഉപകരിക്കുന്നു. പിസ്റ്റൺ സിലിണ്ടറിനകത്തു് മുൻപോട്ടും പിറകോട്ടും സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരത്തിനു് പിസ്റ്റൺ സ്ട്രോക്ക് എന്നു പറയുന്നു. സ്ട്രോക്കു് നീളത്തെ L എന്നും പിസ്റ്റണിന്റെ വ്യാസത്തെ D എന്നും വിളിച്ചാൽ, ക്രാങ്കിന്റെ ഓരോ കറക്കത്തിലും പമ്പു് പുറത്തേക്കു വിടുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ അളവു് (Q) താഴെപ്പറയുന്ന സമീകരണത്തിൽ നിന്നും കിട്ടും.

$$Q = \text{പിസ്റ്റണിന്റെ ഛേദവിസ്താരം} \times \text{സ്ട്രോക്കു് നീളം}$$

$$= \frac{\pi}{4} D^2 \times L$$

പിസ്റ്റണിനേറെയും സിലിണ്ടറിനേറെയും ഇടയിൽക്കൂടി വെള്ളം പുറത്തേക്കു ചോന്നു പോകയില്ലെന്നുള്ള സങ്കല്പത്തിലാണു് ഈ സമീകരണം എഴുതിയിരിക്കുന്നതു്. എന്നാൽ തീരെ ചോർച്ചയില്ലാതാക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല.

പ്രവർത്തനതത്വം:—

ഇതിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം നേരത്തേ വിവരിച്ച പമ്പിനേറതിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമല്ല.

ക്രാങ്ക്, O എന്ന സ്ഥാനത്തു് നിന്നും പ്രദക്ഷിണദിശയിൽ കറങ്ങുമ്പോൾ, പിസ്റ്റൺ, വാൽവുകളിൽ നിന്നും അകന്നു പോകുന്നു. ഇതിനു് പിസ്റ്റണിന്റെ പിൻസ്ട്രോക്ക് എന്നു പറയുന്നു. ഛൂഷകടാങ്കിലെ മർദ്ദം എപ്പോഴും അന്തരീക്ഷമർദ്ദത്തോടു തുല്യമായിരിക്കും. എന്നാൽ പിസ്റ്റൺ അതിന്റെ പിൻസ്ട്രോക്കു് ആരംഭിക്കുമ്പോൾ Aയിലെ മർദ്ദം അന്തരീക്ഷമർദ്ദത്തെക്കാൾ കുറവായിത്തീരുന്നു.

അതിന്റെ ഫലമായി ചൂഷണ വാൽവ് തുറക്കുകയും വെള്ളം സിലിണ്ടറിൽ കടന്ന് A എന്ന സ്ഥലത്തു നിറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ സ്ട്രോക്ക് നടക്കുമ്പോൾ പ്രദാനക്കുഴലിലുള്ള അന്തരീക്ഷ മർദ്ദത്തിന്റെ ഫലമായി പ്രദാനവാൽവ് അടഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ക്രാങ്ക് O' എന്ന സ്ഥാനത്തു് എത്തുമ്പോൾ പിൻസ്ട്രോക്ക് അവസാനിക്കുന്നു. ക്രാങ്ക് O' എന്ന സ്ഥലത്തു നിന്നും പ്രക്ഷിണ ദിശയിൽ വീണ്ടും കറങ്ങിത്തുടങ്ങുമ്പോൾ പിസ്റ്റൺ അതിന്റെ മുൻസ്ട്രോക്ക് ആരംഭിക്കുന്നു.

ഈ സ്ട്രോക്കിന്റെ സമയത്തു് സിലിണ്ടറിലുണ്ടാകുന്ന മർദ്ദത്തിന്റെ ഫലമായി വാൽവ് (6) അടയുകയും വാൽവ് (7) പുറത്തേക്കു തുറന്നു് അതിൽ കൂടി വെള്ളം സിലിണ്ടറിൽ നിന്നും പ്രദാനക്കുഴലിലേക്കു് കടക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇപ്രകാരം, പിസ്റ്റന്റെ മുമ്പോട്ടുള്ള സ്ട്രോക്കിൽ മാത്രമേ വെള്ളം പ്രദാനക്കുഴലിലേക്കു് കടക്കുന്നുള്ളൂ. അതിനാൽ പുറത്തേക്കുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ ഒഴുക്കു് ഇടവിട്ടുള്ളതാണു്.

7.5 അപകേന്ദ്ര പമ്പു്

അപകേന്ദ്രപമ്പിനെ ഒരു ഏകപമ്പെന്നു വിശേഷിപ്പിക്കാം. വാസ്തവത്തിൽ ഇംപെല്ലർ ദ്രവത്തെ വട്ടത്തിൽ കറക്കി എറിയുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്. പമ്പിന്റെ അച്ചുതണ്ടുമായി ഷാഫ്ടു് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതുമായ തകിടുപോലെയുള്ള ഒരു ഭാഗമാണു് ഇംപെല്ലർ. അച്ചുതണ്ടിനെ ഒരു വൈദ്യുത മോട്ടർ ഉപയോഗിച്ചാണു് കറക്കുന്നതു്. ചിത്രം 7.3-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഇംപെല്ലറിൽ സർപിള ആകൃതിയിലുള്ള അനേകം ഇതളുകളും ഉണ്ടു്. ഇംപെല്ലറിന്റെ പുറത്തു്, വെളിയിലായി പമ്പിന്റെ ആവരണം വൊല്യൂട്ടു് ആയി രൂപപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഛേദവിസ്തീർണം; പുറത്തേക്കു പോകുന്തോറും കൂടി വരുന്നു. ഇതിൽ കൂടിയാണു് വെള്ളം വെളിയിലേക്കു് പോകുന്നതു്. വെള്ളം ഇംപെല്ലറിന്റെ മധ്യഭാഗത്തു കൂടി പ്രവേശിച്ചു് ഇതളുകളുടെ ഇടയിൽ കൂടി പോയി അവസാനം വലിയ ഗതിജോർജത്തോടു കൂടി ഇമ്പെല്ലറിൽ നിന്നും പുറത്തേക്കു തള്ളപ്പെടുന്നു. വൊല്യൂട്ടിൽ കൂടി വെള്ളം പുറത്തേക്കു പോകുമ്പോൾ അതിന്റെ ഗതിജോർജം ക്രമേണ കുറയുകയും മർദം കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു.

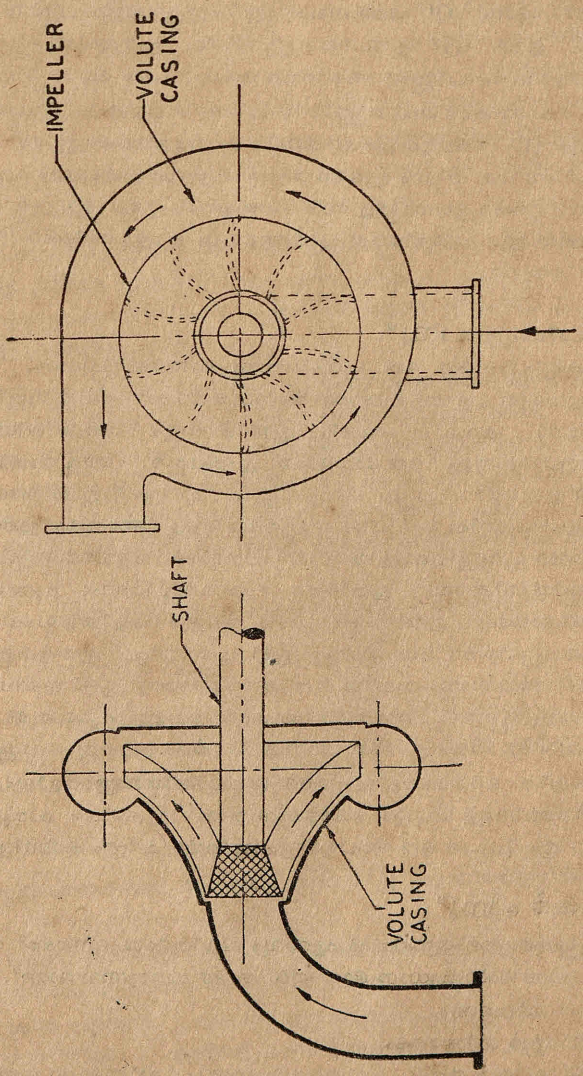
ദ്രവചാലിത മർദകങ്ങളിലും മറ്റു ദ്രവചാലിതയന്ത്രങ്ങളിലും ആവശ്യമായ വലിയ മർദത്തിലുള്ള വെള്ളം കൊടുക്കുന്നതിനു് ഈയിനം പമ്പുകളും പറ്റിയതാണു്. ചിത്രം 7.3-ൽ ഒരു അപകേന്ദ്രപമ്പിന്റെ ചിത്രം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

7.6 ഗിയർ പമ്പു്

കറക്കപ്പമ്പുകളുടെ ഇനത്തിൽ ഏറ്റവും ലളിതമായ ഒന്നാണു് ഗിയർ പമ്പു്. ഒരു ഗിയർ പമ്പിന്റെ പ്രധാന ഭാഗങ്ങളും താഴെ പറയുന്നവയാണു്.

1 ആവരണം
2-3 സ്പർ ഗിയറുകളും
4-5 ഗിയർ തണ്ടു്. (ഗിയറുകളും ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന തണ്ടു്)

ഗിയറുകളും രണ്ടും യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന നിലയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു തണ്ടിനെ വൈദ്യുത മോട്ടോർ ഉപയോഗിച്ച് കറക്കുന്നു. അപ്പോൾ ആ തണ്ടിനോട്ട

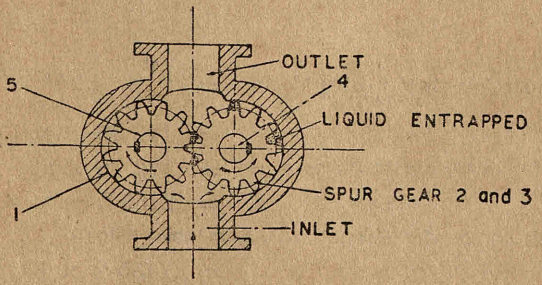


ചിത്രം 7.3

ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഗിയറും അതോടൊപ്പം മറ്റേ ഗിയറും കറങ്ങുന്നു. ചിത്രം കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

പ്രവർത്തനതത്വം: വെള്ളമോ എണ്ണയോ അകത്തുകടക്കാനുള്ള ഭാഗത്തിൽ കൂടി ഗിയർകോശത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. ഗിയറുകളും, സ്പർ ഗിയർ, ഏകഹെലികാഗിയർ, ദ്വിഹെലിക ഗിയർ ഇവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരിനത്തിൽപ്പെട്ടവയായിരിക്കും. ഗിയറുകളുടെ പുറത്തെ പരിരേഖക്കും ആവരണത്തിനുമിടയ്ക്ക് ഒട്ടും ഇടയില്ലാതിരിക്കുകയാണ് ഉത്തമം. എന്നാൽ അല്പം പോലും ഇടയില്ലാതാക്കുക അസാധ്യമാണ്.

അകത്തേയ്ക്കുള്ള ഭാഗത്തിൽ കൂടി വെള്ളം കടക്കുകയും ചിത്രം 7.4-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ചക്രങ്ങളുടെ പല്ലുകൾക്കും കോശത്തിനുമിടക്കുള്ള സ്ഥലത്തു് അകപ്പെട്ടു പോകുകയും ചെയ്യുന്നു. ചക്രങ്ങളും ഈ വെള്ളത്തെ പുറത്തേയ്ക്കുള്ള ഭാഗത്തേക്കു തള്ളുകയും അവിടെ നിന്നും പുറത്തേക്കു വിടുകയും ചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം 7.4

യാന്ത്രിക പണിക്കോപ്പുകളിലുള്ള എല്ലാ ദ്രവപരിപഥങ്ങളിലും ഗിയർ പമ്പുകളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. മർദ്ദിതാവസ്ഥയിൽ, ഇണങ്ങളിൽ വലിയ മാറ്റങ്ങളും വരാത്തയിനം എണ്ണകളാണ് ഈ ആവശ്യത്തിനു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ഗിയർ പമ്പുകൾ ഒരു നിശ്ചിത അളവു് വെള്ളം ഉൾക്കൊണ്ടു് അതിനു് ഒരു ധനാത്മക വിസ്ഥാപനം ഉണ്ടാക്കുന്നതിനാൽ ധനവിസ്ഥാപന പമ്പുകളുടെ ഇനത്തിൽ പെടുന്നു.

പ്രത്യഗാമി പമ്പുകളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി ഘൂർണിക പമ്പുകൾ തുടർച്ചയായി വെള്ളത്തെ പുറത്തേക്കു വിടുന്നു.

അഭ്യാസം

1. പടത്തിന്റെ സഹായത്തോടു കൂടി ഒരു കുഴൽ കിണറിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം വിവരിക്കുക. ഇതിനെ ഒരു മൂഷകപമ്പെന്നു വിളിക്കാമോ? കാരണങ്ങളും കാണിക്കുക.

2. അപകേന്ദ്രപമ്പ് എന്നു പറഞ്ഞാൽ എന്താണ്? സാധാരണയായി വെള്ളം ഉയർന്ന സ്ഥാനത്തെയ്ക്കു കൊണ്ടുപോകുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന ഒരു അപകേന്ദ്രപമ്പിന്റെ ചിത്രം വരയ്ക്കുക. അതിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളുടെ പേരെഴുതി അവയുടെ പ്രാധാന്യം വിവരിക്കുക.

3. ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടുകൂടി ഒരു ഗിയർ പമ്പിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വം വിവരിക്കുക. ഈയിനം പമ്പുകളും ധനവിസ്ഥാപനപമ്പുകളും എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നതെന്തുകൊണ്ട്? അവ ഏതെല്ലാം സ്ഥാനങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു?

4. സാധാരണയായി ഉപയോഗത്തിലുള്ള പമ്പുകളെ അവയുടെ പ്രവർത്തനതത്വവും നിർമാണ രീതിയും അടിസ്ഥാനമാക്കി തരം തിരിക്കുക. ഒരു മുൻപിൻ ചലനപ്പമ്പും, കറക്കപ്പമ്പും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളും ഏവ?

5. ഒരു കൂഴൽ കിണറിന്റെ സിലിണ്ടറിന് 120 മി മീ. വ്യാസവും 200 മി. മീ. നീളവുമുണ്ട്. ഒരു മിനിറ്റിൽ 10 സ്ട്രോക്ക് എന്ന തോതിൽ ഒരാൾ പമ്പുന്നു വെന്നിരിക്കട്ടെ. എന്നാൽ ഒരു മിനിറ്റിൽ പമ്പിയ വെള്ളത്തിന്റെ അളവെത്ര

[ഉത്തരം: സിലിണ്ടറിന്റെ വിസ്തീർണം $= \frac{\pi}{4} \cdot 12.5^2$

$= 122.76$ (സെ.മീ.)^2

സിലിണ്ടറിന്റെ വ്യാപ്തം $= 122.76 \times 20$

$= 2455.2$ (സെ. മീ.)^3

$\therefore$ ഒരു മിനിറ്റിൽ പമ്പുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ അളവ്

$= 2455.2 \times 10$

$= 24552$ (സെ. മീ.)^3

$= 24.552$ ലിറ്റർ]

സാങ്കേതിക ശബ്ദാവലി

അഗ്നിപ്പെട്ടി	Fire box
അജ്ഞാത രാശികൾ	Unknown quantities
അടിസ്ഥാന ഗുണങ്ങൾ	Basic characteristics
അതിതപ്തം	Super heated
അദിശരാശി	Scalar quantity
അനന്തം	Infinite
അന്തർഗമക്കുഴൽ	Inlet pipe
അന്തർജ്വാലിതം	Internally fired
അന്തർദഹന എൻജിൻ	Internal Combustion engine
അന്തരീക്ഷ മർദം	Atmospheric pressure
അന്തഃക്ഷേപിക്കുക	Injecte
അന്തഃക്ഷേപണി	Injector
അപകേന്ദ്രപ്പമ്പ്	Centrifugal pump
അവസ്ഥ	State
അസംഘനന എൻജിൻ	Non condensing engine
ആഘൂർണം	Moment
ആഘൂർണ കേന്ദ്രം	Centre of moment
ആപേക്ഷിക താപം	Specific heat
ആവേഗം	Impulse
ആവേഗ ടർബൈൻ	Impulse turbine
ആർദ്രത, നനവ്	Wetness
ആംശിക സേചനം	Fractional distillation
ഇംപെല്ലർ	Impeller
ഇടനില മർദസിലിണ്ടർ	Intermediate pressure cylinder
ഇതൾ പമ്പ്	Vane pump
ഇന്ധനങ്ങളുടെ ദഹനം	Combustion of fuels

ഇരുമ്പഴിക്കട്ട്	Grate
ഇരു സ്ട്രോക് എൻജിൻ	Two stroke engine
ഉച്ചതര കലോറിക മൂല്യം	Higher calorific value
ഉത്ഥാപക—പിൻവലി ഘടകബലങ്ങൾ	Lifting and dragging components
ഉന്നത മർദ സിലിണ്ടർ	High pressure cylinder
ഉപരോധി വാൽവ്	Throttle value
ഉഭയക്രിയ എൻജിൻ	Double acting engine
ഉയർന്നവേഗ എൻജിൻ	High speed engine
ഉരുകൽ നില	Melting point
ഉരുകും പ്ലഗ്	Fusible plug
ഉരുളൽ ഘർഷണം	Rolling friction
ഉൽകേന്ദ്രകം	Eccentric
ഉൾമൃതകേന്ദ്രം	Inner dead centre
ഉറയൽ ബിന്ദു	Freezing point
ഊന്നുകൾ	Props
ഊർജ സംരക്ഷണ നിയമം	Law of conservation of energy
ഏക കാലിക സമീകരണങ്ങൾ	Simultaneous equations
ഏക ക്രിയാ എൻജിൻ	Single acting engine
ഏക തലീയം	Coplanar
ഏക തലീയ സംഗാമി ബലങ്ങൾ	Coplanar Concurrent forces
ഏകദിശാ വാൽവ്	Nonreturn valve
(പിന്നൊഴുക്കു തടയും വാൽവ്)	
ഏക സമാനഗതി	Uniform motion
ഏറോഫോയിൽ പരിഛേദം	Aerofoil section
ഒളിച്ചൂട്, ലീനതാപം	Latent heat
ഓരക്കാഴ്ച	End elevation
കപ്ലിങ്ങ് ദണ്ഡ്	Coupling rod
കർഷണ ബലം	Tractive force
കലോറിക മൂല്യം	Calorific value
കലോറി മീറർ	Calorimeter
കറക്കഗതി	Rotary motion
കുത്തൻ എൻജിൻ	Vertical engine
കുത്തൻ ബഹുനാളി ബോയ്ലർ	Vertical multi tubular boilor
കുത്തൻ ബോയ്ലർ	Vertical boiler
കുംഭം	Dome

ക്രൂളോംബ്	Coulomb
കേന്ദ്രീകൃത പ്രയോഗബിന്ദു	Concentrated point of application
കേവല താപനില	Absolute temperature
കോണിക ശീർഷം	Conical head
കോർണിഷ് ബോയ്ലർ	Cornish boiler
കോശം	Casing
കോള്	Capacity
കഥനാങ്കം, തിളനില	Boiling point
ക്രാങ്ക്	Crank
ക്രിയ	Action
ക്രോസ് ഹെഡ്	Cross head
ഗഡ്ജൺ പിൻ	Gudgeon pin
ഗതിക ഘർഷണം	Kinetic friction
ഗലനാങ്കം	Melting point
ഗിയർ പമ്പ്	Gear pump
ലീനതാപം, ഒളിച്ചുകുട്ട്, ഗുപ്തതാപം	Latent heat
പ്രത്യക്ഷതാപം, ഗോചരതാപം	Sensible heat
ഗ്ലാൻഡുകൾ	Glands
ഗൈഡ്	Guide
ഗ്യാസ് എൻജിൻ	Gas engine
ഘർഷണ ഗുണാങ്കം	Coefficient of friction
ഘർഷണവും ഘർഷണോപകരണങ്ങളും	Friction and frictional devices
ഘൂർണന ഗതിപ്പമ്പ്	Roto dynamic pump
ചരമ ഘർഷണാവസ്ഥ	Limiting frictional condition
ചലന സമ്പ്രദായം	Mode of motion
ചാമ്പൽക്കുഴി	Ash pit
ചാലകചക്രം	Driving wheel
ചാലിതചക്രം	Driven wheel
ചൂഷക പമ്പ്	Suction pump
ചൂഷണക്കുഴൽ	Suction pipe
ചൂഷണ മർദം	Suction pressure
ചൂള	Furnace
ചെറിയ അറ്റം	Small end
ഛേദക കാഴ്ച	Sectional elevation
ജഡതാ	Inertia

ജഡഭാര സുരക്ഷാ വാൽവ്	Dead weight safety valve
ജനിത്രം	Generator
ജലഗേജ്	Water gauge
ജല ടർബൈൻ	Water turbine
ടർബൈൻ അറ	Turbine chamber
D–സ്ലൈഡ് വാൽവ്	D-slide valve
ഡീസൽ എൻജിൻ	Diesel engine
താണമർദ സിലിണ്ടർ	Low pressure cylinder
താപം	Heat
താപ എൻജിൻ	Heat engine
താപത്തിന്റെ യാന്ത്രിക തുല്യാങ്കം	Mechanical equivalent of heat
താപന പ്രതലം	Heating surface
താപനില, താപമാനം	Temperature
താപപ്രേഷണം	Transmission of heat
കഥനാങ്കം, തിളനില	Boiling point
തീക്കുഴൽ ബോയ്ലറുകൾ	Fire tube boilers
തീയിഷ്ടകകൾ	Fire bricks
തുല്യമാന ചിത്രം	Equivalent diagram
തെന്നു വണ്ടി	Sledge
തോതു്	Scale
തോതു ഗുണകം	Scale factor
ത്വരണം	Acceleration
ത്രികോണമിതി	Trigonometry
ദഹനം	Combustion
ദൃഢവസ്തു	Rigid body
ദ്രവ ചാലിത മർദകം	Hydraulic press
ദ്രവ പരിപഥം	Hydraulic circuit
ദ്രവ്യമാനം	Mass
ധനവിസ്ഥാപനപ്പമ്പ്	Positive displacement pump
ധാരിത, കോള്	Capacity
നനവു്, ആർദ്രത	Wetness

നാലു സ്ട്രോക്ക് എൻജിൻ	Four stroke engine
നാലാംഘാതം	Fourth power
നിബന്ധന	Condition
നിമ്നതര കലോറികമൂല്യം	Lower calorific value
നിരങ്ങൽ പ്രവേഗം	Sliding velocity
നിരങ്ങൽ വേഗം	Sliding speed
നിർഗമ വാൽവ്	Exhaust valve
നീരാവി എൻജിൻ	Steam engine
നീരാവി ഗേജ്	Steam gauge
നീരാവി ദ്വാരം	Steam port
നീരാവി മർദം	Steam pressure
നോസിൽ	Nozzle
പരിണതം	Resultant
പരിണതബലം	Resultant force
പിന്നൊഴുക്കു തടയും വാൽവ്	Nonreturn valve
പിന്നൊഴുക്കു തടയുന്ന തരം	Nonreturn type
പിൻനിലച്ചക്രങ്ങൾ	Trailing wheels
പിന്നാക്കസ്ട്രോക്ക്	Backward stroke
പിസ്റ്റൺ	Piston
പിസ്റ്റൺ ദണ്ഡ്	Piston rod
പിസ്റ്റൺ വലയം	Piston-ring
പുകക്കുഴൽ ബോയ്ലർ	Smoke tube boiler
പുകപ്പെട്ടി	Smoke box
പുറം മൃതകേന്ദ്രം	Outer dead centre
പൂർവചാലകങ്ങൾ	Prime mover
പെട്രോൾ എൻജിൻ	Petrol engine
പ്രതല പാരുഷ്യം	Surface asperity
പ്രതിക്രിയാ ടർബൈൻ	Reaction turbine
പ്രത്യക്ഷതാപം, ഗോചരതാപം	Sensible heat
പ്രദാനക്കുഴൽ	Supply pipe
പ്രദക്ഷിണ ആഘൂർണം	Clock wise moment
പ്രധാന ഉടൽ	Main body
പ്രമാണമർദം	Normal pressure

പ്രയോഗബിന്ദു	Point of application
പ്രയോഗ സ്വഭാവം	Nature of application
പ്രവർത്തകദ്രവം	Working fluid
പ്രവർത്തന സ്ഥലം	Working space
പ്രക്ഷേപം	Projection
പ്രേഷണം	Transmission
ഫോർജ്ഡ് സ്റ്റീൽ	Forged steel
ഫ്ലൈവീൽ	Fly wheel
ബലത്രികോണം	Triangle of forces
ബലങ്ങളുടെ ഗ്രാഫിക സംയോജനവും വിയോജനവും	Graphical composition and resolution of forces
ബലയുഗ്മം	Couple
ബഹിർ ജ്വാലിതം	Externaliy fired
ബഹുപദ എൻജിൻ	Multi stage engine
ബാബ്കോക്ക് വിൽക്കോക്സ് ബോയ്ലർ	Babcock and wilcox boiler
ബിറ്റുമിനീയ കൽക്കരി	Bituminous coal
ബോയ്ലർ ആരോപിതങ്ങൾ	Boiler mountings
ബോസ്സ്	Boss
ബ്രിട്ടീഷ് വ്യവസ്ഥ	British system
ഭഞ്ജകബലം	Disruptive force
മധ്യമ വേഗ എൻജിൻ	Intermediate speed engine
മന്ദവേഗ എൻജിൻ	Slow speed engine
മർദഗേജ്	Pressure gauge
മറുപുറകാഴ്ചയുള്ള	Transparent
മുന്നാക്ക സ്ട്രോക്ക്	Forward stroke
മുൻനിലച്ചക്രങ്ങൾ	Leading wheels
മുൻപിൻ ചലനം	Reciprocating motion
മുൻപിൻ ചലന നീരാവി എൻജിൻ	Reciprocating steam engine
മൂഴ താപം	Total heat
മെട്രിക് വ്യവസ്ഥ	Metric system
മെഴുക്കിടൽ	Lubrication
യാന്ത്രികോർജം	Mechanical energy
യാറോ ബോയ്ലർ	Yarrow boiler

യുഗ്മിത ചക്രങ്ങൾ	Coupled wheels
യോജക ദണ്ഡ്	Connecting rod
രോധക വസ്തു	Packing
ലങ്കാഷയർ ബോയ്ലർ	Lancashire boiler
ലിവർ സുരക്ഷാ വാൽവ്	Lever saftey valve
ലീനതാപം, ഇഷ്ടതാപം	Latent heat
ലിവർ യന്ത്രാവലി	Lever assembly
ലൈനർ	Liner
വരൾച്ച	Dryness
വലിയ അറ്റം	Big end
വലിവു ബലം	Tensile force
വാർച്ച വാൽവ്	Drain off valve
വാൽവ് അറ	Valve chamber
വാൽവ് തണ്ട്	Valve spindle
വാരിഗ് നോനിന്റെ ആഘൂർണനിയമം	Varignon's theorem of moments
വിഘടന താപനില	Recomposition temperature
വിടവു സ്ഥലം	Clearance space
വിതരിത ബലം	Distributed force
വിലങ്ങൻ എൻജിൻ	Horizontal engine
വിലങ്ങൻ ഘടകം	Horizontal component
വിലങ്ങൻ ബോയ്ലർ	Horizonted boiler
വിസാരകം	Diffuser
വെള്ളക്കുഴൽ, ബോയ്ലറകം	Water tube boilers
വേഗം	Speed
വൈദ്യുത പങ്ക	Electric fan
വൈദ്യുത പ്രഭാവങ്ങൾ	Electrical effects
വ്യാപ്തീയ ഘടന	Volumetric composition
ശക്തീകൃത ചക്രങ്ങൾ	Powered wheels
ശക്തി സംയന്ത്ര എൻജിനീയറിങ്	Power plant engineering
ശരാവക സിരകളോടുകൂടിയ	Dished ends
ശുഷ്കത, വരൾച്ച	Dryness
സദിശ രാശി	Vector quantity
സഫലവ്യാപ്തം	Effective volume
സമതുലിതാവസ്ഥ	Equilibrium
സരള എൻജിൻ	Simple engine

സരള ധാരിത തുലാം	Simply supported beam
സാവാരിയുടെ ബോയ്ലർ	Savary's boiler
സിലിണ്ടർ	Cylinder
സുരക്ഷാ വാൽവ്	Saftey valve
സൂചകം	Indicater
സൈക്ലോൺ	Cyclone
സങ്കലനം	Addition
സംഘനന എൻജിൻ	Condensing engine
സംഘനിത്രം	Condenser
സംപൂർണതാപം, മൂർത്താപം	Total heat
സംപൂർണ പ്രത്യക്ഷതാപം	Sensible heat at saturation
സമ്മർദബലം	Compressive force
സംയോജനം	Composition
സംവഹന പ്രവാഹം	Convection current
സംവേഗം	Momentum
സംവേഗ വ്യത്യാസത്തിന്റെ തോത്	Rate of change of momentum
സ്കോച് കപ്പൽ ബോയ്ലർ	Scotch marine boiler
സ്ട്രോക് നീളം	Stroke length
സ്ഥാനന്തരണച്ചാൽ	Transfer duct
സ്ഥൈതിക ഘർഷണം	Static friction
സ്ഥൈതികമർദം	Static pressure
സ്പ്രിങ്ങ് ലോഡിത സുരക്ഷാവാൽവ്	Spring loaded saftey valve
സ്വതന്ത്രവസ്തു	Free body
സ്നേഹനം	Lubrication
സ്റ്റഫിങ്ങ് ബോക്സ്	Stuffing box
സ്റ്റീഫൻ—ബോൾട്സ്മാൻ നിയതാങ്കം	Stefan—Boltsman's constant
സ്റ്റെർലിംഗ് ബോയിലർ	Stirling boiler
സ്റ്റോപ് വാൽവ്	Stop valve
ഹബ്ബ്	Hub
ഹിമാങ്കം	Freezing point
റോട്ടർ	Rotor

6495