សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

គំនូរបច្ចេកទេស វិស្វកម្មកសិកម្ម

Technical Drawing for Agricultural Engineering

សរ សានទី

ឧបត្ថម្ភដោយ

២០២១

សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

គំនូរបច្ចេកទេស វិស្វកម្មកសិកម្ម

Technical Drawing for Agricultural Engineering

សរ សានធី

២០២១

រក្សាសិទ្ធ

© ឆ្នាំ ២០២១

រក្សាសិទ្ធគ្រប់យ៉ាង

គ្មានផ្នែកណាមួយនៃសៀវភៅនេះ អាចត្រូវបានថតចម្លង និងផលិតឡើងវិញ ដោយគ្មានការអនុញ្ញាតជាលាយលក្ខណ៍អក្សរពីអ្នកនិពន្ធ និងសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម។

បោះពុម្ពលើកទី១ ដោយមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ នៃក្រសួងអប់រំយុវជន និងកីឡា នៅព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា

ទំនាក់ទំនងព័ត៌មាន:

អ្នកនិពន្ធ៖ សរ សានទី

ទូរស័ព្ទ៖ (+៨៥៥) ៧៦ ៦០៨ ៦៦២២

អ៊ីមែល៖ santy.rua@gmail.com

©.2021, Sar Santy. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted by any process without the prior written permission from the author and the Royal University of Agriculture.

First Edition

Printed by the Research Creativity and Innovation Fund (RCI Fund) of Ministry of Education, Youth and Sport, the Kingdom of Cambodia

Enquiries about the book:

Author: Sar Santy

Mobile phone: +855 76 608 6622

Email: santy.rua@gmail.com

បុព្វកថា

ដំណើរអភិវឌ្ឍនៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជានៅក្នុងយុគសម័យទំនើបនេះ ជាមេរៀនដ៏ជោគជ័យបំផុតមួយ ដែលចាប់ឫសគល់ចេញពីការបញ្ចប់របបប្រល័យពូជសាសន៍ ការបញ្ចប់សង្គ្រាម ការផ្សះផ្សារជាតិ ការកសាងមូលដ្ឋានរឹងមាំនៃសន្តិភាពនិងស្ថេរភាព និងការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច។ នៅក្រោយពេលដែលសន្តិភាពត្រូវបានកើតឡើងដោយបរិបូរណ៍នៅឆ្នាំ១៩៩៨ កម្ពុជាទទួលកំណើនសេដ្ឋកិច្ចខ្ពស់ គឺប្រមាណ៨% ក្នុងមួយឆ្នាំ។ លើសពីនេះទៀត អត្រានៃភាពក្រីក្រត្រូវបានកាត់បន្ថយពីប្រមាណ៥៣% នៅឆ្នាំ២០០៤ មកនៅទាបជាង១០% នៅឆ្នាំ២០១៩។ ដំណើរនៃការអភិវឌ្ឍជាតិជាសកម្មភាពដែលបន្តទៅមុខជាប់ជានិច្ច ហើយគោលនយោបាយថ្មីៗដែលមានលក្ខណៈអន្តរវិស័យគ្របដណ្ដប់ក៏កំពុងលេចរូបរាងឡើង ដើម្បីតម្រង់ទិសកម្ពុជាឆ្ពោះទៅកាន់ប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលមធ្យមកម្រិតខ្ពស់នៅឆ្នាំ២០៣០ និងឈានឡើងជាប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ នៅឆ្នាំ២០៥០។ ការប្រែប្រួលឆាប់រហ័សនៃនិម្មាបនកម្មពិភពលោកនិងតំបន់ រួមទាំងទំនាក់ទំនងភូមិសាស្ត្រនយោបាយ បានផ្ដល់កាលានុវត្តភាពសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្មនៅកម្ពុជា ដែលត្រូវបានរាជរដ្ឋាភិបាលចាត់ទុកជាមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃកំណើនសេដ្ឋកិច្ចកម្ពុជា។ រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាបាន និងកំពុងបន្តពង្រឹងនិងអភិវឌ្ឍវិស័យអប់រំឆ្ពោះទៅរកការស្រាវជ្រាវនិងនវានុវត្តន៍ ដើម្បីពង្រឹងសមត្ថភាពនិងជំនាញរបស់ធនធានមនុស្សនៅកម្ពុជា ឱ្យស្របទៅនឹងបរិបទថ្មីនៃការអភិវឌ្ឍ ជាពិសេសការពង្រឹងសហគ្រិនភាពក្នុងការរៀបចំម៉ូដែលធុរកិច្ចថ្មីៗ។ ដើម្បីចាប់យកកាលានុវត្តភាពពីបដិវត្តន៍ឧស្សាហកម្មទី៤ និងសេដ្ឋកិច្ចឌីជីថលដែលកំពុងផុសផុលឡើង ប្រព័ន្ធអេកូឡូស៊ីដែលបង្កលក្ខណៈអំណោយផលដល់ការបង្កើតថ្មី នវានុវត្តន៍ ការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ត្រូវតែមានការកែលម្អ។

បណ្ដាប្រទេសនៅទ្វីបអាស៊ីកំពុងនាំមុខក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ដោយមានភាគហ៊ុនប្រមាណ៤៤% នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក។ ប្រទេសចិនកំពុងបន្តកសាងហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធនៃការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ក៏ដូចជាសមត្ថភាពមនុស្ស។ ផ្ទុយទៅវិញ ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូងនិងអាហ្វ្រិក កំពុងស្ថិតនៅឆ្ងាយពីការវិនិយោគនេះ ហើយជាលទ្ធផលប្រទេសទាំងនោះក៏ពុំមានកំណើនសេដ្ឋកិច្ចគួរឱ្យកត់សម្គាល់ដែរ។ ទុនវិនិយោគសរុបលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍរបស់ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូងនិងអាហ្វ្រិក មានប្រមាណ៥%នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក ក្នុងពេលដែលតំបន់ទាំង២នេះមានប្រជាជនប្រមាណ២០%នៃប្រជាជនពិភពលោក។ ប្រទេសចំនួន៦ដែលមានលំដាប់ខ្ពស់ជាងគេនៅក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ រួមមានសហរដ្ឋអាមេរិក ចិន ជប៉ុន អាល្លឺម៉ង់ ឥណ្ឌា និងកូរ៉េខាងត្បូង ដែលស្មើនឹងប្រមាណ៧០%នៃទុនវិនិយោគសរុបរបស់ពិភពលោក។

តើចំណេះដឹង ផលិតផល និងសេវាកម្មថ្មីទាំងនេះកើតឡើងពីអ្វី? ហើយកើតឡើងដោយរបៀបណា? ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជាកំពុងតែកសាងមូលដ្ឋានសម្រាប់ការត្រៀមខ្លួនទទួល និងប្រកួតប្រជែងក្នុងយុគសម័យបដិវត្តឧស្សាហកម្មទី៤ នៅក្នុងសេដ្ឋកិច្ចដែលផ្អែកលើពុទ្ធិ ហើយដែលប្រការនេះ

ចាំបាច់តម្រូវឱ្យពលរដ្ឋកម្ពុជា ត្រូវក្លាយខ្លួនជាពលរដ្ឋឌីជីថល ពលរដ្ឋសកល និងពលរដ្ឋដែលប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវ ដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ចែកចាយ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិដើម្បីទទួលមនុញ្ញផល និងរួមចំណែកក្នុងកំណើន។ ធនាគារពិភពលោកបានធ្វើការកត់សម្គាល់តាំងពីឆ្នាំ ២០០២នូវបម្លាស់ប្តូរនៃមូលដ្ឋានសេដ្ឋកិច្ច ពីសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើកម្លាំងពលកម្ម និងធនធានអតិកម្ម (Labour and Resource Based Economy) ទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិ (Knowledge Based-Economy) ដែលក្នុងន័យនេះ ពុទ្ធិគឺជាគន្លឹះនៃការអភិវឌ្ឍ។ អាស្រ័យហេតុនេះ នៅលើគន្លងដែលកម្ពុជាកំពុងធ្វើដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចឌីជីថល សង្គមកម្ពុជាត្រូវតែមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ជ្រើសរើស បន្សាំ បង្កើតមុខរបរ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិ ដើម្បីរក្សានិរន្តរភាពនៃកំណើន និងកែលម្អជីវភាពរស់នៅ។ សមត្ថភាពទាំងនេះ អាចកើតឡើងនៅពេលពលរដ្ឋកម្ពុជាមានឱកាសក្នុងការទទួលបានបទពិសោធន៍ពីការស្រាវជ្រាវ ការបណ្តុះគំនិតច្នៃប្រឌិត និងការស្វែងរកនវានុវត្តន៍។

កំណែទម្រង់វិស័យអប់រំ គឺជាការត្រួសត្រាយមាគ៌ាសម្រាប់ដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ និងប្រជាពលរដ្ឋប្រកបដោយភាពរស់រវើក។ តាមរយៈមូលដ្ឋានអប់រំ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិនឹងប្រមូលផ្តុំ បង្កើត និងចែករំលែក ទៅកាន់សមាជិកក្នុងសង្គមនូវសម្បទាអប់រំ ពិសេសគឺពុទ្ធិសម្បទាក្នុងបុព្វហេតុនៃមនុស្សជាតិនិងឧត្តមប្រយោជន៍នៃប្រទេស។ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ គឺពុំគ្រាន់តែជាសង្គមដែលសម្បូរព័ត៌មានប៉ុណ្ណោះទេ តែជាសង្គមដែលប្រជាពលរដ្ឋអាចធ្វើបរិវត្តកម្មពីព័ត៌មានទៅជាមូលធនប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។ ការរីកចម្រើនទៅមុខជាលំដាប់នៃបច្ចេកវិទ្យានិងតំណភ្ជាប់ បានពង្រីកព្រំដែននៃការចូលទៅកាន់ និងការទទួលបានព័ត៌មានជាសកល ហើយដែលក្នុងន័យនេះ ការអប់រំនឹងបន្តវិវត្តទៅមុខនិងមានការផ្លាស់ប្តូរ។ សង្គមមួយដែលមានអំណាន និងរបាប់ជាបុរេលក្ខខណ្ឌនៃជីវភាពប្រចាំថ្ងៃនៃប្រជាពលរដ្ឋ ពេលនោះបំណិននៃអំណាន និពន្ធ និងការគណនាលេខនព្វន្ត គឺជាចលករនៃការរៀនរបស់សិស្ស។ ធាតុដ៏ចម្បងមួយដែលស្ថិតនៅក្នុងការកសាងសង្គមដែលប្រកបដោយពុទ្ធិគឺសៀវភៅសិក្សា ហើយការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សាជាប្រចាំ គឺជានវានុវត្តន៍នៃវិស័យអប់រំដែលនាំទៅរកការសិក្សាពេញមួយជីវិត ការអភិវឌ្ឍសម្បទាអប់រំ និងការចែករំលែកចំណេះដឹង។ មូលដ្ឋានអប់រំ ជាពិសេសគឺគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាត្រូវមានតួនាទីដែលប្រកបដោយការឆ្លើយតប ចំពោះតម្រូវការខាងលើនេះ។ សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំត្រូវបន្តសិក្សាជាប់ជានិច្ច តាមរយៈការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ហើយដែលសៀវភៅសិក្សាទាំងនេះនឹងក្លាយជាស្ពាននៃទំនាក់ទំនងរវាងនវានុវត្តន៍នៃបច្ចេកវិទ្យា និងការរៀននិងបង្រៀននៅក្នុងថ្នាក់រៀន។

សង្គមដែលប្រកបពុទ្ធិ ក៏ជាសង្គមដែលបណ្តុះឱ្យមានរចនាសម្ព័ន្ធទន់នៃសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិដែរ។ ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងនៃបែបផែននេះរួមមាន Silicon Valley នៃសហរដ្ឋអាមេរិក សួនឧស្សាហកម្មវិស្វកម្មអាកាសយានយន្តនិងយានយន្តនៅទីក្រុង Munich ប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ តំបន់ជីវបច្ចេកវិទ្យានៅក្រុង Hyderabad ប្រទេសឥណ្ឌា តំបន់ផលិតគ្រឿងអេឡិចត្រូនិកនិងសារគមនាគមន៍ឌីជីថលនៅទីក្រុង Seoul ប្រទេសកូរ៉េខាងត្បូង ក៏ដូចជាសួនឧស្សាហកម្មថាមពល និងឥន្ធនគីមីសាស្ត្រនៃប្រទេសប្រេស៊ីល ហើយក៏នៅមានទីក្រុងនៃប្រទេសជាច្រើនទៀតនៅលើពិភពលោក។ លក្ខណៈសម្បត្តិ

នៃទីក្រុងទាំងនេះគឺការប្រើប្រាស់និន្នាការនៃការអភិវឌ្ឍដែលជំរុញ និងតម្រង់ទិសដោយចំណេះដឹង ហើយដែលចំណេះដឹងទាំងនោះកើតចេញជាដំបូងពីការវិនិយោគទៅលើគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ មជ្ឈមណ្ឌលឧត្តមភាពនៃជំនាញជាន់ខ្ពស់ ការប្រកួតប្រជែងដោយគុណាធិបតេយ្យ និងជាពិសេសគឺការបណ្ដុះវប្បធម៌អំណាននិងនិពន្ធសៀវភៅ។ ល្បឿននៃការរីកចម្រើនផ្នែកពុទ្ធិ និងបច្ចេកវិទ្យាកំពុងមានសន្ទុះលឿនជាងអ្វីដែលសិស្ស និងនិស្សិតអាចទទួលបានពីគ្រូនៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា ដែលធ្វើឱ្យគោលដៅនៃការអប់រំនៅពេលបច្ចុប្បន្ននេះ មានការប្រឈមខ្លាំងជាងពេលណាទាំងអស់។ ឧទាហរណ៍ក្នុងមួយឆ្នាំ មានសៀវភៅជាង២,២លានចំណងជើង ត្រូវបានសរសេរនិងបោះពុម្ព ដែលក្នុងនោះប្រទេសចិនមាន៤៤០ពាន់ ចំណែកឯសហរដ្ឋអាមេរិកមាន៣០៥ពាន់ និងប្រទេសរុស្ស៊ីមាន១២០ពាន់ចំណងជើង។

ខណៈពេលដែលបច្ចេកវិទ្យាកំពុងរីកចម្រើនជារៀងរាល់ថ្ងៃ មធ្យោបាយសម្រាប់អំណានក៏មានច្រើនជម្រើសសម្រាប់សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជន រួមមានការអានសៀវភៅ ការអានលើឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិក ការអានដោយប្រើទូរសព្ទឆ្លាត និងការអានលើកុំព្យូទ័រ ដែលសុទ្ធសឹងជាមធ្យោបាយសំខាន់ៗដែលនាំអ្នកអានទាំងឡាយឱ្យសម្រេចគោលបំណងអានរបស់ខ្លួន។ ម្យ៉ាងវិញទៀត អំណានដោយប្រើមធ្យោបាយបច្ចេកវិទ្យាទំនើប ចំណាយពេលតិច ងាយស្រួលអាន និងជួយដល់បរិស្ថានមួយកម្រិតទៀត។ នាពេលបច្ចុប្បន្ន សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជនកម្ពុជាដែលស្រឡាញ់អំណានកំពុងតែប្រើប្រាស់មធ្យោបាយអំណានទាំងនេះ។ បើយើងក្រឡេកមើលទៅប្រទេសជឿនលឿន ទោះបីជាបច្ចេកវិទ្យារីកចម្រើនខ្លាំងយ៉ាងណា អំណានតាមរយៈសៀវភៅនៅតែមានសន្ទុះដដែល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត បច្ចេកវិទ្យាអានបែបទំនើបតាមរយៈឧបករណ៍ទំនើប អាស្រ័យលើលទ្ធភាពនៃធនធានអប់រំឌីជីថល និងមាតិកាឌីជីថលគ្រប់គ្រាន់ដែលបានផលិត និងបង្ហោះចែកចាយសម្រាប់អំណាន។

ក្នុងបរិបទកម្ពុជា ជាពិសេសក្នុងបរិការណ៍នៃការផ្ទុះរីករាលដាលនៃជំងឺកូវីដ-១៩ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានជំរុញឱ្យមានបរិវត្តកម្មឌីជីថលនៅក្នុងអេកូស៊ីស្តែមនៃការអប់រំ ជាពិសេសការអប់រំតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិកនិងការអប់រំពីចម្ងាយ ដើម្បីលើកកម្ពស់អំណាន តាមរយៈការផលិតមាតិកាឌីជីថលដែលមានភាពចំរុះ ការកសាងសមត្ថភាពផ្នែកតំណភ្ជាប់និងវេទិកាឌីជីថល ការពង្រីកវិសាលភាពនៃមជ្ឈមណ្ឌលទិន្នន័យ និងការលើកកម្ពស់គុណភាពនៃការផលិតធនធានអប់រំឌីជីថល គួបផ្សំជាមួយការចែកសន្លឹកកិច្ចការឱ្យសិស្សយកទៅរៀននៅផ្ទះ និងការចុះទៅជួបជាមួយសិស្សជាបណ្ដុំនៅតាមសហគមន៍។ ក្នុងន័យលើកកម្ពស់អំណាន និងភាពសម្បូរបែបនៃធនធានសៀវភៅសិក្សា ឱ្យកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាពនិងភាពសក្តិសិទ្ធិ និងផ្ដល់ឱកាសអំណានកាន់តែច្រើនថែមទៀតដល់សិស្សានុសិស្ស និស្សិត និងសាធារណៈជន ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាលើកទឹកចិត្តនូវចំណុចមួយចំនួនដូចខាងក្រោម៖

១. សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំ សូមបន្តនិងបង្កើនការបោះពុម្ពស្នាដៃបន្ថែមទៀត ដើម្បីធ្វើឱ្យធនធានសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប ជាពិសេសធនធានអំណានជាខេមរភាសា

២. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា សូមផ្តល់លទ្ធភាពគ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចចូលរួមអាន និងសិក្សាស្រាវជ្រាវតាមគ្រប់លទ្ធភាពជាមួយធនធានអំណាន ជាពិសេសការរៀបចំឱ្យមានពេលវេលាសម្រាប់សហសិក្សា និងអំណានក្នុងបណ្ណាល័យ
៣. សាស្ត្រាចារ្យតាមមុខវិជ្ជា និងអ្នកស្រាវជ្រាវតាមជំនាញឬវិស័យ ត្រូវរៀបចំដំណើរការរៀនបង្រៀន និងស្រាវជ្រាវដែលមានដាក់បញ្ចូលកិច្ចការស្វ័យសិក្សា សហសិក្សា ឬការស្រាវជ្រាវបណ្ណាល័យដែលតម្រូវឱ្យនិស្សិត ត្រូវអាននិងស្រាវជ្រាវជាមួយធនធានអំណាន
៤. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងមជ្ឈមណ្ឌលស្រាវជ្រាវ ត្រូវខិតខំឱ្យអស់លទ្ធភាពក្នុងការបង្កើតបណ្ណាល័យ មជ្ឈមណ្ឌលរក្សាឯកសារ ឬមជ្ឈមណ្ឌលអប់រំឌីជីថលជាដើម ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចទទួលបាន និងស្វែងរកប្រភពសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប និងមានភាពបត់បែន ឆ្លើយតបតាមតម្រូវការអ្នកអាន
៥. និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាត្រូវខិតខំនិងចំណាយពេលវេលាដើម្បីអាន និងចាត់ទុកវប្បធម៌និងអកប្បកិរិយាអំណានជាផ្នែកមួយ នៃពេលវេលានិងភាពស៊ីវិល័យនៃជីវិតប្រចាំថ្ងៃ
៦. បងប្អូនជនរួមជាតិ ដែលជាមាតាបិតា ឬអ្នកអាណាព្យាបាល សូមជួយជំរុញនិងបង្កលក្ខណៈកាន់តែច្រើនថែមទៀត ជាពិសេសការលៃលកចំណាយនៅក្នុងគ្រួសារសម្រាប់ការទិញសម្ភារៈសិក្សា សៀវភៅអាន និងឧបករណ៍សម្រាប់អំណានដល់កូនៗ ដែលចាត់ទុកជាការវិនិយោគមួយដ៏សំខាន់ សម្រាប់ បង្កើនចំណេះដឹង និងអនាគតរបស់ពួកគេ។

ដោយមានការគាំទ្រពីក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ នៅឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលហៅកាត់ថា “មូលនិធិ ស.គ.ន.” និងហៅជាភាសាអង់គ្លេសថា The Research Creativity and Innovation Fund ដែលហៅកាត់ជាភាសាអង់គ្លេសថា “RCI Fund”។ គោលដៅចម្បងនៃមូលនិធិនេះ គឺរួមចំណែកលើកកម្ពស់វប្បធម៌នៃការស្រាវជ្រាវ បំផុសគំនិតច្នៃប្រឌិត និងជំរុញការធ្វើនវានុវត្ត ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់វិស័យអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងទីផ្សារពលកម្ម និងសាកលភាវូបនីយកម្ម។ មូលនិធិ ស.គ.ន. បានសម្រេចកំណត់ប្រធានបទ ជាអាទិភាពសម្រាប់ការគាំទ្រដោយមូលនិធិចំនួន៣ រួមមានឌីជីថលនីយកម្មសម្រាប់បដិវត្តឧស្សាហកម្ម៤.០ (Digitalization for IR.4.0) ការស្រាវជ្រាវអនុវត្តលើវិស័យកសិកម្ម (Applied Agricultural Research) និងការស្រាវជ្រាវគរុកោសល្យសតវត្សទី២១ (21st Century Pedagogy Research)។

ដោយមានការធ្វើអាទិភាពវូបនីយកម្មទៅលើទិសដៅ នៃការប្រើប្រាស់ថវិកាមូលនិធិសម្រាប់ឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានផ្តល់ការគាំទ្រដល់ការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សា (Text book) ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ គោលបំណងនៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា គឺដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រីកសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូនដល់និស្សិត

ដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ លើសពីនេះទៀត ការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា មានគោលដៅដូចខាងក្រោម ៖

១. ឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ចំពោះការខ្វះខាតធនធានសិក្សា ដែលជាតម្រូវការសិក្សារបស់និស្សិតនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា

២. លើកកម្ពស់ទំនើបភាវូបនីយកម្ម និងឧត្តមានុវត្តន៍នៃការរៀននិងបង្រៀន និងការស្រាវជ្រាវនៅលើមុខវិជ្ជា កម្មវិធីសិក្សា ឬមុខជំនាញជាក់លាក់

៣. បង្កើនភាពស៊ីជម្រៅក្នុងការកសាងវិជ្ជាជីវៈនិងបទពិសោធន៍សម្រាប់បានៈសាស្ត្រាចារ្យ និងអ្នកស្រាវជ្រាវ

៤. រួមចំណែកដល់ការកសាងភាពជាសហគមន៍វិជ្ជាជីវៈ ការចែករំលែកបទពិសោធន៍ និងវប្បធម៌នៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានវាយតម្លៃខ្ពស់ចំពោះការបោះជំហានប្រកបដោយមនសិការវិជ្ជាជីវៈនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងបុគ្គលិកអប់រំទាំងអស់ ក្នុងការរៀបចំ រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រឹងសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូននិស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ សៀវភៅសិក្សាជាផ្នែកមួយនៃការទទួលស្គាល់គុណភាពអប់រំនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងជាធនធានសិក្សាដែលជាមូលដ្ឋានមួយដ៏សំខាន់ ក្នុងការគាំទ្រដល់ការបង្រៀន និងរៀន ហើយត្រូវមានបរិមាណគ្រប់គ្រាន់ ឆ្លើយតបទៅនឹងកម្មវិធីអប់រំ និងតម្រូវការសិក្សាស្រាវជ្រាវ។ ជាគោលការណ៍ គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាទាំងអស់ ត្រូវមានសៀវភៅសិក្សាដែលប្រើជាគោលសម្រាប់មុខវិជ្ជានីមួយៗ។ ចំនួនសៀវភៅសិក្សាដែលគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការស្រាវជ្រាវ និងការសិក្សារបស់និស្សិត ត្រូវមានយ៉ាងតិចមួយចំណងជើងក្នុងមួយមុខវិជ្ជា ហើយត្រូវតម្កល់យ៉ាងតិច២ច្បាប់នៅក្នុងបណ្ណាល័យ ឬអាចរកបានតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក។ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា លើកទឹកចិត្តបន្ថែមទៀតជូនដល់គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និងឯកជនដែលបានស្នើសុំថវិកាមូលនិធិ ស.គ.ន រួច សូមចូលរួមបន្ថែមទៀតដើម្បីបង្កើនចំនួនចំណងជើងសៀវភៅ។ ចំណែកគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និងឯកជនដែលពុំទាន់បានដាក់ពាក្យស្នើសុំថវិកាមូលនិធិ ដើម្បីរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា សូមរួសរាន់ចូលរួមដើម្បីជាគុណប្រយោជន៍ដល់តម្រូវការដ៏ទទូចនិងថ្លៃថ្លានៃនិស្សិតកម្ពុជាក្នុងការសិក្សា និងស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

សេចក្តីបញ្ជាក់
នៃមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

សៀវភៅសិក្សានេះជាលទ្ធផលនៃការស្នើសុំអនុវត្តថវិកាមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ក្នុងគម្រោងរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ សៀវភៅសិក្សានេះ ត្រូវបានរៀបរៀង និពន្ធ ឬកែលម្អដោយមានការធានាអះអាងថាជាស្នាដៃរបស់អ្នកនិពន្ធផ្ទាល់ និងបានឆ្លងកាត់ត្រួតពិនិត្យ ផ្តល់យោបល់ និងវាយតម្លៃដោយក្រុមប្រឹក្សាអប់រំ ក្រុមប្រឹក្សាស្រាវជ្រាវ ឬក្រុមប្រឹក្សាដែលមានតម្លៃស្មើនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងតាមរយៈកិច្ចសន្យាដែលបានធ្វើឡើង និងដែលបានតម្កល់ទុកនៅមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍។ រាល់ខ្លឹមសារ ការបកស្រាយ ឬរូបភាព ដែលមាននៅក្នុងសៀវភៅនេះ គឺជាជំហរនិងទស្សនៈផ្ទាល់របស់អ្នកនិពន្ធ ហើយពុំឆ្លុះបញ្ចាំង ឬជាតំណាងដល់មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាឡើយ។

សេចក្ដីថ្លៃងអំណរគុណ

សៀវភៅ "គំនូរបច្ចេកទេសវិស្វកម្មកសិកម្ម" នេះអាចប្រសូត្រចេញបានដោយសារតែមានការចូលរួមនិងការផ្ដល់វិភាគទានយ៉ាងធំធេងពីបណ្ដាអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ និងឥស្សរជនដែលមានបទពិសោធន៍នៅក្នុងផ្នែកស្រាវជ្រាវកសិកម្មជាច្រើនរូប។

ខ្ញុំសូមថ្លែងអំណរគុណជាអនេកប្បការដល់ការពិនិត្យ និងផ្ដល់ជាមតិល្អៗក្នុងការរៀបចំសៀវភៅនេះដោយៈ

- ឯកឧត្តមសាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត **ង៉ោ ប៊ុនថាន** សាកលវិទ្យាធិការនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម (ស.វ.ភ.ក)
- ឯកឧត្តម **សាន វឌ្ឍនា** អនុរដ្ឋលេខាធិការនៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា
- ថ្នាក់ដឹកនាំ មន្ត្រី សាស្ត្រាចារ្យ និងបុគ្គលិក នៃស.វ.ភ.ក គ្រប់ជាន់ថ្នាក់
- មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា
- លោកសាស្ត្រាចារ្យរងបណ្ឌិត ហួន ថាវរៈ សាកលវិទ្យាធិការរង នៃ ស.វ.ភ.ក លោកបណ្ឌិត ប៊ុន តុង បូរ៉ារិន នាយកផ្នែកស្រាវជ្រាវ និងផ្សព្វផ្សាយ និងលោក ទង សុជាតិ នាយករងផ្នែកស្រាវជ្រាវនិងផ្សព្វផ្សាយ ដែលបានខិតខំសម្របសម្រួលដំណើរការនៃការរៀបរៀងសៀវភៅនេះ
- ឯកឧត្តមបណ្ឌិត ចាន់ សារុទ្ធ អនុរដ្ឋលេខាធិការនៃក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ
- គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យៈ លោក ឡោ លីគួរ ព្រឹទ្ធបុរសមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម លោកបណ្ឌិត ហ៊ិន លីហួ ប្រធានដេប៉ាដឺម៉ង់ម៉ាស៊ីន នៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម ដែលបានជួយផ្ដល់យោបល់ក្នុងការកែលំអរសៀវភៅនេះ
- លោក ងិន កុសល ប្រធាននាយកដ្ឋានវិស្វកម្មកសិកម្ម និង មន្ត្រីរាជការទាំងអស់ក្នុងនាយកដ្ឋាន
- លោកបណ្ឌិត ចៅ ស៊ីង ជាអ្នកផ្ដល់ឯកសារ សៀវភៅបច្ចេកទេស និងសម្របសម្រួលផ្នែកពាក្យបច្ចេកទេស ក្នុងការរៀបចំ និងនិពន្ធសៀវភៅនេះ

អង្គភាពស្ថាប័ននានា អ្នកផ្ដល់យោបល់ ក៏ដូចជាអ្នកផ្ដល់ឯកសារយោងនានា ក្រុមគ្រួសារអ្នកនិពន្ធដែលបានជួយផ្ដល់កម្លាំងចិត្តធ្វើឲ្យសៀវភៅនេះលេចជារូបរៀងផងដែរ។

អារម្ភកថា

ពីបុរាណកាល វិធីតែមួយគត់ដែលវិស្វករទាក់ទងគ្នា និងចង់បង្ហាញអំពីគំនិតរបស់គេ គឺតាមរយៈគំនូរដោយការគូរដោយដៃ។ ជាមូលដ្ឋាន ទោះបីជាមានការវិវឌ្ឍន៍នៃវិទ្យាសាស្ត្រ មានការប្រើប្រាស់នូវកម្មវិធីជឿនលឿនយ៉ាងណាក្តី ការគំនូរបច្ចេកទេសដោយដៃ នៅតែមានសារៈសំខាន់សម្រាប់កាងាររៀនសូត្រដំបូងមុនពេលដែលគេចេះប្រើវាក្នុងការគូរតាមប្រព័ន្ធកុំព្យូទ័រ ដើម្បីបង្កើតនៅឧបករណ៍ សម្ភារៈ ម៉ាស៊ីន និងគំនិតបង្កើតថ្មីៗ ជាច្រើនទៀត ដោយប្រើមូលដ្ឋានគ្រឹះគូរគំនូរបច្ចេកទេសនេះ។

ហេតុនេះ អ្នករៀបរៀងនិពន្ធសៀវភៅនេះ បានខិតខំជ្រើសរើសសម្រិតសម្រាំងចងក្រងសៀវភៅជាខេមរភាសាដោយបានដកស្រង់ចេញពីសៀវភៅ អត្ថបទ ខ្លឹមសារទ្រឹស្តី និងឯកសារភាសាបរទេសដ៏មានគុណតម្លៃខ្ពស់មកប្រែសម្រួលជាខេមរភាសា សម្រាប់អ្នកសិក្សាស្រាវជ្រាវដែលនិយមភាសាខ្មែរ។ ការរៀបរៀងស្នាដៃនេះគឺទាមទារពេលវេលា កម្លាំងកាយ កម្លាំងចិត្ត ប្រាជ្ញា ស្មារតីជាច្រើន ដើម្បីឱ្យស្នាដៃនេះ ចេលចេញជារូបរាងបាន។

ទន្ទឹមនឹងនេះអ្នករៀបរៀងនិពន្ធសៀវភៅនេះ សុំការអធ្យាស្រ័យពីមិត្តអ្នកអានទាំងអស់នូវរាល់កំហុសឆ្គងដែលកើតមានដោយអចេតនាក្នុងស្នាដៃនេះ ដូចជាកំហុសឆ្គងខាងអក្ខរាវិរុទ្ធ ដោយសារការពិនិត្យមិនបានគ្រប់ជ្រុងជ្រោយជាដើម។ ទន្ទឹមនឹងនេះ សូមថ្លែងអំណរគុណនូវការផ្តល់មតិកែលំអ្នដើម្បីឱ្យស្នាដៃនេះកាន់តែមានគុណភាព ដើម្បីជាប្រយោជន៍ជាតិ និងសង្គមកម្ពុជារបស់យើងទាំងអស់គ្នា។

សូមឱ្យស្នាដៃនេះ បានជាជំនួយស្មារតីសម្រាប់លោកអ្នកអាន។

ថ្ងៃ..................... ខែ................ ឆ្នាំឆ្លូវ ត្រីស័ក ព.ស២៥៦.

រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី...... ខែ......... ឆ្នាំ២០២១

អ្នកនិពន្ធ

សរ សានធី

អ្នកនិពន្ធ

នាម និងគោត្តនាម ៖ **សរ សានទី**

អាសយដ្ឋាន ៖ សង្កាត់ទឹកល្អក់២ ខណ្ឌទួលគោក ភ្នំពេញ

ទីកន្លែងកំណើត ៖ ឃុំព្រែកអញ្ចាញ ស្រុកមុខកំពូល ខេត្តកណ្តាល

ស្ថាប័នការងារ ៖នាយកដ្ឋានវិស្វកម្ម នៃអគ្គនាយកដ្ឋានកសិកម្ម

ឯកទេស ឬមុខជំនាញ ៖ បច្ចេកវិទ្យា និងគ្រប់គ្រងកសិកម្ម

ប្រវត្តិការសិក្សា៖

- ២០០៨-២០១៣ ៖ បញ្ចប់ថ្នាក់បរិញ្ញាប័ត្រ ផ្នែកបច្ចេកវិទ្យា និងគ្រប់គ្រងកសិកម្ម (Royal University of Agriculture, Phnom Penh, Cambodia)

បទពិសោធន៍ការងារ៖

- ២០១៤-បច្ចុប្បន្ន៖ បម្រើការងារនៅនាយកដ្ឋានវិស្វកម្មកសិកម្ម នៃអគ្គនាយកដ្ឋានកសិកម្ម
- ២០១៣-២០១៤៖ ជំនួយការស្រាវជ្រាវ មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

បទពិសោធន៍បង្រៀន៖

- ២០១៧-បច្ចុប្បន្ន៖ បម្រើការងារជាគ្រូក្រៅម៉ោងនៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

មាតិកា

បុព្វកថា និងសេចក្តីបញ្ជាក់

ទំព័រ

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ i

អារម្ភកថា ii

អ្នកនិពន្ធ iii

ជំពូកទី១៖ សញ្ញាណទូទៅនៃគំនូរបច្ចេកទេស

១.១ ប្រវត្តិគំនូរបច្ចេកទេស 2

១.២ ការប្រើប្រាស់ភាសាសម្រាប់ទំនាក់ទំនាក់របស់វិស្វករ 2

១.៣ គំនូសបន្ទាត់និងកម្រាស់បន្ទាត់ 3

១.៤.សម្ភារៈគំនូរបច្ចេកទេស 3

១.៥ ឧបករណ៍ផ្សេងទៀត (Other Instruments/Tools) 10

ជំពូកទី២៖ សំណង់ធរណីមាត្រ

២.១ សំណង់បន្ទាត់ 11

២.២. សំណង់មុំ 13

២.៣ សំណង់រង្វង់ 16

២.៤ សំណង់បន្ទាត់ប៉ះ 18

២.៥ សំណង់តំណ 20

២.៦ សំណង់ពហុកោណនិយ័ត 23

២.៧ សំណង់ខ្សែកោងដែលនិយមប្រើ 28

ជំពូកទី៣៖ ធរណីមាត្រក្នុងលំហ

៣.១ បន្ទាត់ និងប្លង់ 39

៣.២ លក្ខណៈសម្គាល់នៃប្លង់ 39

៣.៣ ការកំណត់ប្លង់ 40
៣.៤ ទីតាំងវាងបន្ទាត់ និងប្លង់ 40
៣.៥ ទីតាំងរបស់ប្លង់ និងប្លង់..40
៣ ៦.ការកំណត់ចំណុចក្នុងលំហ 41
៣.៧ អេព្យូរ 42
៣.៨ សំណង់បន្ទាត់ក្នុងលំហ..44
៣.៩ ទីតាំងនៃបន្ទាត់ក្នុងលំហធៀបប្លង់ទាំងបី 44
៣.១០ សំណង់នៃកំណាត់ប្លង់ក្នុងលំហ 47

ជំពូកទី៤៖ សូលីតធរណីមាត្រ

៤.១ ការតាងពហុមុន 51
៤.២ ការដាក់ខ្នាតទំហំ 52
៤.៣ កំហុសខ្លះៗគួរជៀសវាងក្នុងការដាក់ខ្នាតទំហ..57
៤.៤ វិធានផ្សេងៗដើម្បីបង្កើតសំណង់ក្នុងលំហ 57
៤.៥ សំណង់នៃអង្គធាតុក្នុងលំហ 59
៤.៦ វិធានក្នុងការដាក់ខ្នាតទំហ...63

ជំពូកទី៥៖ គំនូរពំនុះ

៥.១ លក្ខណៈនៃការពុះរូបភាព 74
៥.២ គំនូសព្រួញបញ្ជាក់ពីការពុះ...74
៥.៣ ពំនុះសុាំញាំ 75
៥.៤ គំនូរពំនុះប្រភេទផ្សេងៗ...76

ជំពូកទី៦៖ រចនាសម្ព័ន្ធផលិតផល និងបញ្ជីធាតុបង្គុំ

៦.១ រចនាសម្ព័ន្ធផលិតផល...93
៦.២ បញ្ជីរធាតុបង្គុំនិងឧទាហរណ៍..93
៦.៣ តារាង BOM គំរូ...95

ជំពូកទី៧៖ ការធ្វើចំណោលកែង

៧.១ គោលការណ៍ធ្វើចំណោលមុំទី១ 97

៧.២ វិធិសាស្រ្តទទួលបានគំហើញចំណោលកែង 98
៧.៣ ការបង្ហាញគំហើញ 98
៧.៤ ការកំណត់និងទីតាំងគំហើញ 98
៧.៥ ទីតាំងនៃវត្ថុ 99
៧.៦ ការជ្រើសរើសបង្ហាញគំហើញ 101

ជំពូកទី៩៖ ប៊ូឡុង និងអេគ្រូ

៩.១ ប៊ូឡុង និងអេគ្រូ 103
៩.២ សំណង់ក្បាលប៊ូឡុង 104
៩.៣ សំណង់ប៊ូឡុង និងអេគ្រូ 105
៩.៤ គំនូសបង្គុំប៊ូឡុង និងអេគ្រូ 107

ជំពូកទី១០៖ ស្នៀត គន្លឹះខ្ទាស់ និងការភ្ជាប់ដោយម្ជុល

១០.១ ស្នៀត 109
១០.២ ការភ្ជាប់ដោយគន្លឹះខ្ទាស់ 116
១០.៣ ការភ្ជាប់ដោយម្ជុល 119

ជំពូកទី១១៖ តំណភ្ជាប់ឡៅបន្ទិល

១១.១ តំណភ្ជាប់រឹងត្អឹង 121
១១.២ តំណភ្ជាប់រលោស់ 124
១១.៣ តំណភ្ជាប់ផ្ដាច់ចេញបាន 126
១១.៤ តំណភ្ជាប់មិនត្រង់ 128

ជំពូកទី១២៖ តំណភ្ជាប់ទុយោ

១២.១ តំណភ្ជាប់ទុយោចំហាយទឹក 131
១២.២ តំណភ្ជាប់ទុយោអីដ្រូលិក 134
១២.៣ តំណភ្ជាប់ទុយោពិសេស 135
១២.៤ គ្រឿងតំណទុយោ 138
១២.៥ សីម៉ាទុយោ 145

ជំពូកទី១៣៖ រ៉ក

១៣.១ រ៉ក 146

១៣.២ រ៉កអូសដោយខ្សែពាន (Belt Driven Pulleys) 146

១៣.៣ រ៉កខ្សែពានសំប៉ែត 146

១៣.៤ រ៉កខ្សែពានរាងអក្សរវី 148

១៥.៥ រ៉កខ្សែពួរ 149

ជំពូកទី១៤៖ កង់ឃ្លី

១៤.១ កង់ឃ្លី 150

១៤.២ កង់ឃ្លីរអិល 150

១៤.៣ កងឃ្លីវិលឬមិនកកិត 154

ជំពូកទី១៥៖ ច្រវាក់ និងពីញ៉ុង

១៥.១ សេចក្តីផ្តើម 158

១៥.២ ការចម្លងចលនាដោយច្រវាក់ 158

១៥.២ ការចម្លងចលនាដោយច្រវាក់ 158

១៥.៤ ច្រវាក់ធ្មេញបញ្ច្រាសឬស្ងាត់ 159

១៥.៥ ពីញ៉ុងថាសច្រវាក់ 159

១៥.៦ ការគ្រោងប្លង់ 159

១៥.៧ ពីញ៉ុង នាមវលីពីញ៉ុង 160

១៥.៨ ទ្រង់ទ្រាយធ្មេញ ពីញ៉ុង 160

១៥.៩ ទ្រង់ទ្រាយធ្មេញ 161

១៥.១០ ការបង្កើតដោយប្រហែលនៃទ្រង់ទ្រាយធ្មេញ 162

១៥.១១ ពីញ៉ុង និងការចម្លងចលនាដោយពីញ៉ុង 164

<u>បណ្ណាល័យសាស្ត្រ</u>

ជំពូកទី១៖ សញ្ញាណទូទៅនៃគំនូរបច្ចេកទេស

សេចក្តីផ្តើម

គំនូរបច្ចេកទេសជាវិជ្ជាគ្រឹះដែលគ្រប់គ្នាត្រូវសិក្សាឲ្យចេះ ហើយត្រូវយល់ឲ្យបានច្បាស់លាស់ ឬយ៉ាងហោចណាស់ក៏អាចមើលគំនូរ ឬប្លង់បានបង្គួរដែរ។ ក្នុងសម័យបច្ចុប្បន្ននេះ ការងារខាងផ្នែកឧស្សាហកម្មគ្រប់ប្រភេទ ចាំបាច់លើការប្រើគំនូរប្លង់ជាគោលសំខាន់ក្នុងការងារ មិនថាតែការស្ថាបនា ការផ្គុំតម្លើង ឬការជួសជុលម៉ាស៊ីនមេកានិច ឬហត្ថបករណ៍មេកានិចទាំងឡាយដែលជាឧបករណ៍សំខាន់ក្នុងការផលិតនោះទេ។ ដូច្នេះជាងដែលមានចំណេះដឹង និងសមត្ថភាពក្នុងការធ្វើ ក៏ប៉ុន្តែគ្មានចំណេះដឹងអំពីរឿងគំនូរ រឿងប្លង់ទេនោះ គឺអាចចាត់ទុកបានថាជាជាងខ្វះលក្ខណៈការចេះដឹងយ៉ាងពិតប្រាកដ។ បើសិនជាប្រៀបធៀបគ្នានោះឃើញថា ចំណេះដឹងខាងផ្នែកជាង វាជាបេះដូងនៃការងារ រីឯការងារប្លង់គំនូរវិញ វាជាខួរក្បាល ឬជាអ្នកបញ្ជាលើការងារនោះឯង។

ការគូរគំនូរគឺជាការកំណត់ការងារ ហើយអធិប្បាយអំពីលក្ខណៈការងារដល់ជាង សឹងដែលត្រូវកំណត់រាយលំអិតយ៉ាងពិតប្រាកដស្តីពីវត្ថុ ទ្រង់ទ្រាយ ទំហំ ខ្នាត រហូតដល់លក្ខណៈនៃផ្ទៃភាគកំណាត់នោះ ពោលគឺខ្វះខាតអ្វីម្យ៉ាងមិនបាន ទោះជាគំនូរការងារនោះវាជាការគូរគំនូរជាក់ស្តែង ឬពង្រាងក៏ដោយចុះ។ ក្នុងការរៀនគូរគំនូរឬប្លង់ ឲ្យបានសម្រេចល្អ ហើយឲ្យកើតជាប្រយោជន៍ដល់ការងារយ៉ាងពិតប្រាកដនោះ លុះត្រាតែអ្នកគូរគំនូរត្រូវមានចំណេះដឹងទាក់ទងនឹងគ្រឿងចក្រមេកានិច គ្រឿងឧបករណ៍មេកានិច រហូតដល់ការងារនៃគ្រឿងហត្ថបករណ៍អស់ទាំងនោះបានល្មមបង្គួរសិនដែរ។ ទាំងនេះព្រោះថា រាយលំអិតផ្សេងៗក្នុងគំនូរ វាជាគ្រឹះកំណត់លំដាប់ថ្នាក់ការងាររបស់ជាងជាអ្នកផលិតយ៉ាងពេញលេញ ដោយជាងជាអ្នកផលិតក្នុងរោងជាងរោងចក្រនោះ គេនឹងផលិតការងារនោះទៅតាមប្លង់គំនូរដែលកំណត់គ្រប់យ៉ាង ហើយបើសិនណាជាការកំណត់រាយលំអិតក្នុងប្លង់គំនូរមិនត្រឹមត្រូវទេនោះ ការងាររបស់ជាងដែលជាអ្នកផលិតក៏មិនអាចធ្វើទៅតាមប្លង់កំណត់នោះបានដែរ។ ផ្ទុយទៅវិញវានឹងនាំឲ្យខូចដល់ការងារថែមទៀតផង។ ដូច្នេះប្លង់គំនូរដែលបានគូរចេញមក រួចបញ្ជូនទៅឲ្យខាងរោងជាងដើម្បីធ្វើការផលិតនោះ គឺធ្វើឲ្យត្រឹមត្រូវ ហើយពេញលេញយ៉ាងពិតប្រាកដ នោះទើបការងារផលិតក្នុងរោងចក្ររោងជាងអាចធ្វើទៅបានសំរេចផលល្អ ហើយថែមទាំងឆាប់រហ័សទៀតផង។

ប្លង់គំនូរដែលល្អ ត្រឹមត្រូវហើយពេញលេញនោះ គឺត្រូវមានចំណែកមុំក្នុងការងារជាច្រើនយ៉ាងណាស់ ដែលអ្នកគូរគំនូរត្រូវដឹង ហើយអនុវត្តន៍ឲ្យបានដូចតទៅនេះ៖

១. ត្រូវមានហត្ថបករណ៍ និងឧបករណ៍ក្នុងការគូរគំនូរយ៉ាងល្អ

២. មានភាពហ្មត់ចត់ ផ្ចិតផ្ចង់ ហើយស្អាតបាតក្នុងការងារ

៣. មានចំណេះយល់ដឹង រហូតដល់លំដាប់ថ្នាក់ក្នុងការអនុវត្តន៍នៃម៉ាស៊ីនមេកានិចយ៉ាងច្បាស់លាស់។

៤. មានចំណេះដឹងយល់ អំពីក្រិត្យក្រមផ្សេងៗដែលទាក់ទងទៅនឹងការគូរគំនូរយ៉ាងពិតប្រាកដ

៥. មានសមត្ថភាពក្នុងការមើល និងការគូរគំនូរបានយ៉ាងល្អ

៦. មានទំនុកទុកចិត្តលើខ្លួនឯង ហើយហ៊ានសំរេចចិត្តក្នុងការងារ

៧. ព្រមទទួលស្គាល់នូវគំនិត ឬយោបល់របស់ជាងផលិតនៅក្នុងរោងចក្ររោងជាង នៅពេលដែលប្លង់គំនូរមិនត្រឹមត្រូវ

៨. ត្រូវឲ្យចេះចាប់អារម្មណ៍ និងយកចិត្តទុកដាក់លើការងារ ព្រមទាំងសិក្សានូវបច្ចេកវិទ្យាសម័យទំនើបជានិច្ច

៩. យល់ដឹងលើការលៃតម្រូវនិងកែសម្រួលក្នុងការគូរគំនូរឲ្យបានទាន់សម័យ ហើយស្របទៅតាមបច្ចុប្បន្នកាលគ្រប់ពេលវេលាផង។

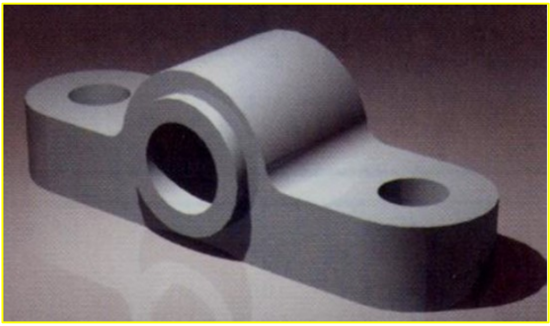
១.១ ប្រវត្តិគំនូរបច្ចេកទេស

- កស្តុតាងបុរាណវត្ថុវិទ្យាៈ ត្រូវបានបង្កើតដោយមនុស្សរាប់ពាន់ឆ្នាំមុន
- សតវត្សទី១៦: Leonardo da Vinci
- គណិតវិទូជនជាតិបារាំង Gaspard Monge: ត្រូវចាត់ទុកជាអ្នកបង្កើតគំនូរបច្ចេកទេសសម័យទំនើប (Géométrie Descriptive, 1799)
- សៀវភៅភាសាអង់គ្លេសដំបូងគេៈ ជនជាតិអាមេរិក Claudius Crozet (Treatise on Descriptive Geometry, 1821)
- ពាក្យគំនូរបច្ចេកទេសជាភាសាអង់គ្លេសៈ Technical Drawings, Drafting, engineering graphics, engineering drawings, Computer-aided Design (CAD)

១.២ ការប្រើប្រាស់ភាសាសម្រាប់ទំនាក់ទំនាក់របស់វិស្វករ

នៅក្នុងគំនូរបច្ចេទេស គេបានកំណត់យកការប្រើប្រាស់ភាសាពីរ គឺក្រាហ្វិច និងអក្សរ។ សម្រាប់កាប្រើប្រាស់ក្នុងទាក់ទងគ្នារបស់វិស្វករ គឺគេប្រើប្រាស់ភាសាចំនួន ៣ គឺៈ

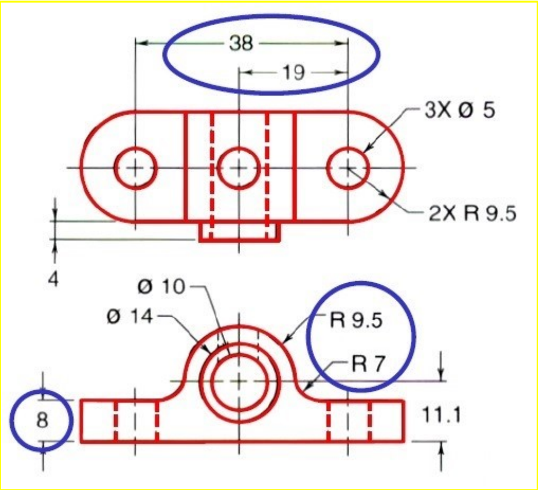
1. សរសេរ ឬនិយាយ
2. និមិត្តសញ្ញា
3. ក្រាហ្វិច



ក្នុងការសរសេរ ឬនិយាយគឺមិនគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ពិពណ៌នាអំពី ទំហំ ទ្រង់ទ្រាយ និង លក្ខណៈផ្សេងៗ ឲ្យបានពេញលេញ និងច្បាស់លាស់ទេ។ ប្រសិនបើគេចង់បង្ហាញពីគំនិតក្នុងការបង្កើតអ្វីមួយ ហើយត្រឹមការគិតលក្ខណៈរបស់ដែលគេចង់បង្កើតនោះ បន្ទាត់មកគេនាំគំនិតនោះទៅបង្ហាញតាមរយៈការនិយាយ ឬសរសេររបស់នោះ គឺពុំអាចបង្ហាញនៅអ្វីដែលគេចង់បង្កើតនោះបានជាក់លាក់ ឬយល់ច្បាស់នោះទេ។

១.៣ គំនូសបន្ទាត់និងកម្រាស់បន្ទាត់

នៅក្នុងការគូរគំនូរបច្ចេកទេស អ្នកគូរត្រូវតែកំណត់គោលការណ៍សំខាន់បីចំនុច គឺ ត្រឹមត្រូវ ច្បាស់លាស់ និងមិនអនុញ្ញាតឲ្យមានការបកស្រាយលើសពីមួយបែប។ គំនូរបច្ចេកទេសមានសារសំខាន់បំផុតនៅពេលដែលគេចង់កសាងរចនាសម្ព័ន្ធថ្មី (Build new structures) ឬបង្កើតម៉ាស៊ីនថ្មី (Create new machines) ដែលអាចឱ្យគេពិចារណាលើការកំណត់រូបរាង ចំនួន ខ្នាតដែលគេចង់បានជាមុន។

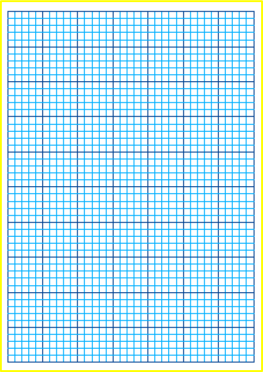


១.៤ សម្ភារៈគំនូរបច្ចេកទេស

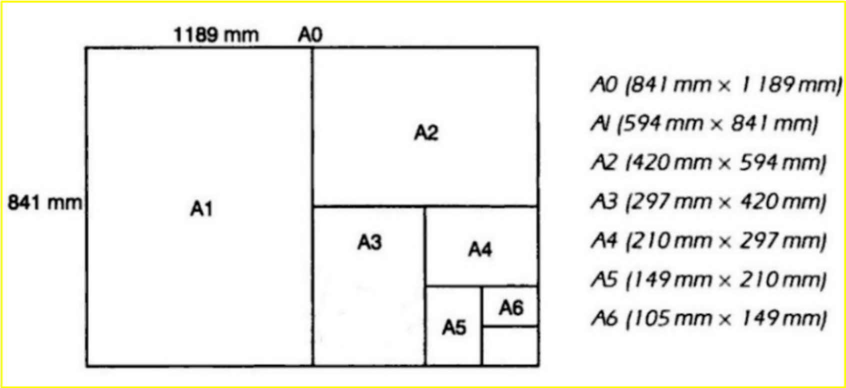
១.៤.១ ក្រដាស

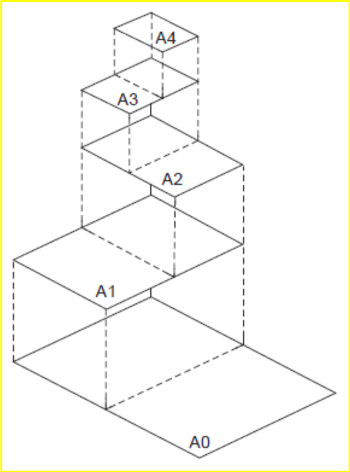
ក្នុងការគូរគំនូរបច្ចេកទេស គេកំណត់ក្រដាសគំនូរមាន ២ ប្រភេទ គឺផ្អិតផ្អង់សម្រេច គេប្រើប្រភេទក្រដាស សរលោង ឬ ក្រដាសកាល់ និងក្រដាសសម្រាប់គូរព្រាង គេប្រើក្រដាស ក្រឡាមីលីម៉ែត្រ ឬ ក្រដាសសលាត។ ក្រដាសត្រូវមានទំហំក្រដាស ច្បាស់លាស់និងមានកន្លែងបញ្ជាក់ (Title block) ហើយទំហំក្រដាសប្រើសម្រាប់មុខវិជ្ជាគំនូរបច្ចេកទេសសម្រាប់វិស្វកម្មកសិកម្មមានចំនួនពីរគឺ៖

- ☞ ក្រដាស A4
- ☞ ក្រដាស A3



ក្រដាស
ក្រឡាមីលីម៉ែត្រ

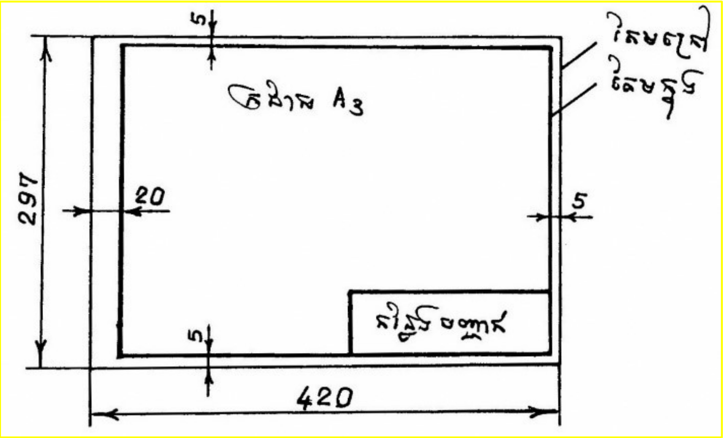


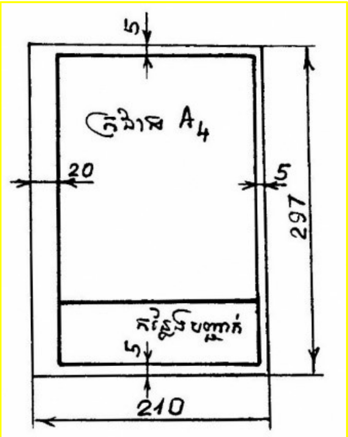


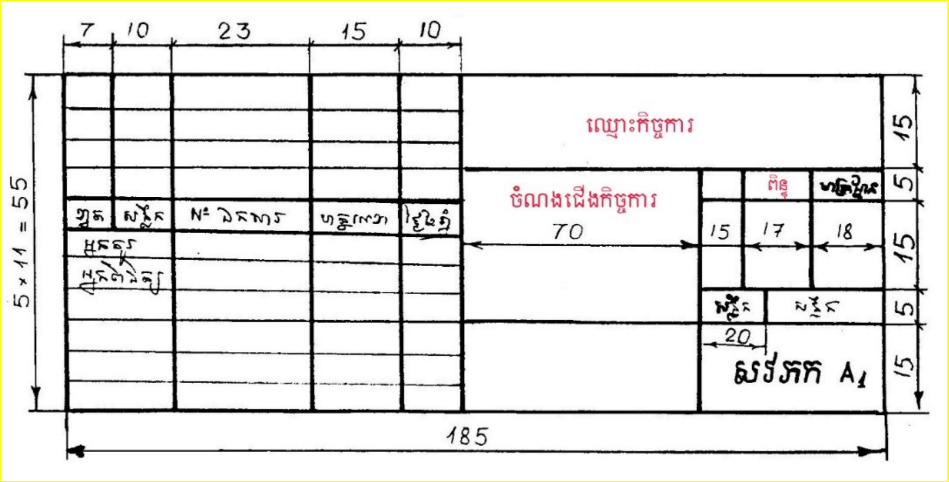
ក្នុងក្រដាសគំនូរបច្ចេកទេស ការកំណត់ទីតាំង និងខ្នាតទំហំកន្លែងបញ្ជាក់យើងត្រូវគូរគែមក្នុងក្រដាសខ្នាត ដោយកំណត់ដូចតទៅ៖

☞ ស៊ុមក្រដាស់គំនូរបច្ចេកទេសកំណត់ចម្ងាយ ២០មម ពីគែមខាងឆ្វេង និង ចម្ងាយ ៥មម ពីគែមខាងលើ ខាងក្រោម និងខាងស្តាំ។

☞ កន្លែងបញ្ជាក់ត្រូវកំណត់ទំហំដូចក្នុងរូបខាងក្រោម ដោយកំណត់សម្រាប់ប្រភេទក្រដាសទំហំ A_3 ស្ថិតនៅផ្នែកក្រោម ខាងស្តាំ និង ក្រដាស់ A_4 ស្ថិតនៅផ្នែកខាងក្រោម។





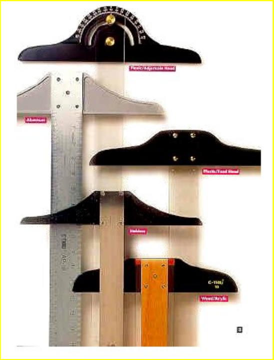


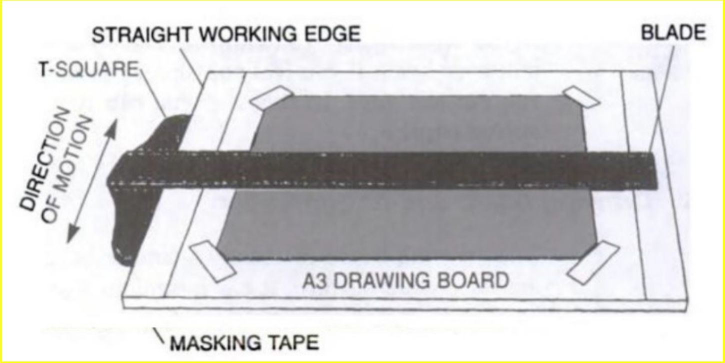
ក្រឡាបញ្ជី កន្លែងបញ្ជាក់

១.៤.២ បន្ទាត់

១.៤.២.១ បន្ទាត់ T (T-Squares)

ក្នុងគំនូរបច្ចេកទេសវិស្វកម្មកសិកម្ម បន្ទាត់ដែលគេប្រើមានរាងដូចអក្សរ T ប្រើសម្រាប់គូសបន្ទាត់ស្រប។ ផ្នែកខាងក្បាលនៃបន្ទាត់អក្សរ T ដាក់កែវជាមួយក្តារទ្រ ឬតុគំនូរ សម្រាប់អូសធ្វើចលនាឡើងចុះ ដែលគេអាចងាយស្រួលគូរបន្ទាត់កែវបានយ៉ាងងាយស្រួល។



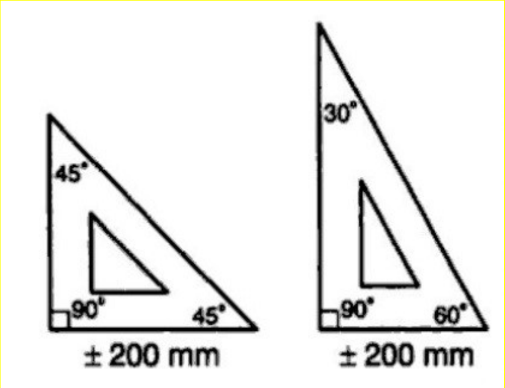


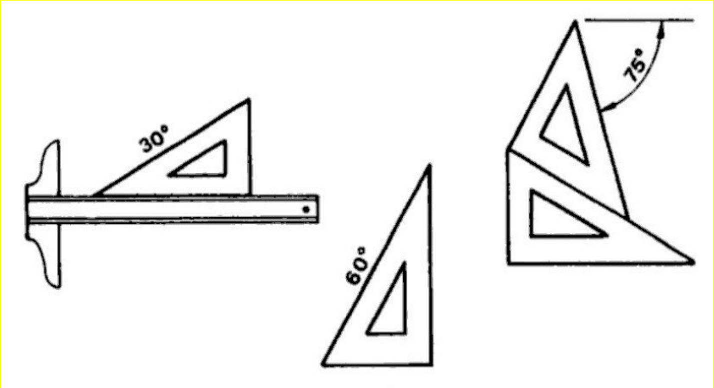
១.៤.២.២ កែង (Set Squares or Triangles)

សម្រាប់បន្ទាត់កែវ ប្រើប្រាស់ក្នុងគំនូរបច្ចេកទេសវិស្វកម្មកសិកម្មវិញ មាន ២ ប្រភេទ គឺៈ

- ☞ ៤៥° x ៤៥ °
- ☞ ៦0 ° x 30 °

ការប្រើសម្រាប់គូសបន្ទាត់បញ្ឈិត ឬបន្ទាត់កែង គឺប្រើសម្រាប់ការបង្កើតសំណង់មុំ ដែលគេប្រើលាយជាមួយបន្ទាត់ T ឬប្រើផ្គុំជាមួយបន្ទាត់កែវពីរផ្គួបគ្នាតែម្តង។





១.៤.៣ ដែកឈាន

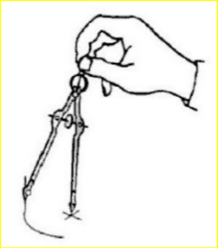
ក្នុងប្រអប់ដែនឈាន មានឧបករណ៍សំខាន់ក្នុងការគូរប្លង់មានប្រភេទខុសគ្នានិងរបៀបប្រើខុសគ្នាទៅតាមទំហំកាំរង្វង់ដែកឈាននោះ។

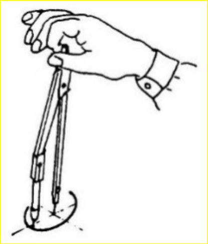
ក. ដែកឈានគូសរង្វង់

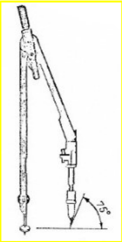
ដែកឈាននេះជាប្រភេទដែកឈានធម្មតាដែលប្រើគូសរង្វង់មានអង្កត់ផ្ចិតធំជាង ១២ មម។

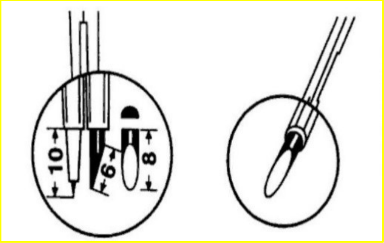
ខ. ដែកឈាន >១៥០ មម

ដែកឈាននេះជាប្រភេទដែកឈានបន្តក្បាលចុងខ្មៅដៃ និងការប្រើប្រាស់វាពេលបង្វិលគឺចុងខ្មៅដៃកែងជាមួយក្រដាសប្លង់។







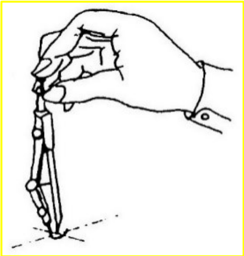


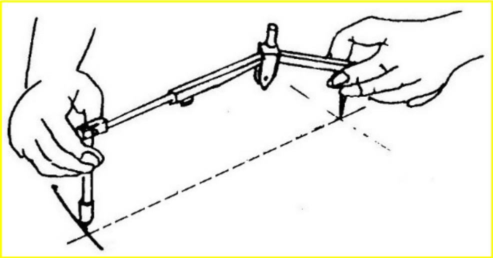
គ. ដែកឈានគូសរង្វង់តូច

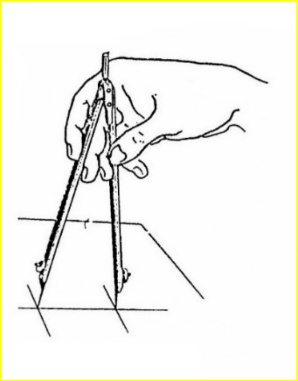
ដែកឈាននេះ គេប្រើគូសរង្វង់មានអង្កត់ផ្ចិត ៦-១២ មម ដែលនៅពេលគូស គឺប្រើចង្អុលដៃសង្កត់លើម្ជុលកណ្តាល មេដៃ ដោយប្រើម្រាមកណ្តាលបង្វិលគូរ។

ឃ. ដែកឈានគូសប្រវែង

ដែកឈានប្រភេទនេះ មានម្ជុលនៅសងខាង ដែលគេប្រើវានៅពេលគេចង់បានប្រវែងណាមួយតាមខ្នាតរបស់បន្ទាត់ ឬប្រវែងដានគម្រូខ្នាតនៃរូបចាស់ រូបចម្លងទៅរូបថ្មី ដោយតម្រូវចុចសង្កត់លើក្រដាសដែលបង្កើតបានស្នាមគូស។







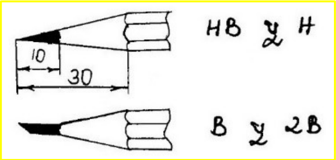
១.៤.៤ ខ្មៅដៃ

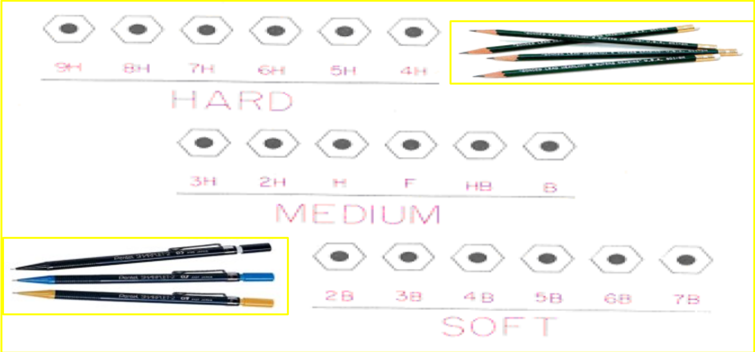
ក្នុងគំនូរបច្ចេកទេស ខ្មៅដៃដែលគេប្រើ ត្រូវបានកំណត់ជា ៣ ប្រភេទធំៗ ៖

☞ ប្រភេទរឹង (H)

☞ ប្រភេទរឹងល្មម (HB)

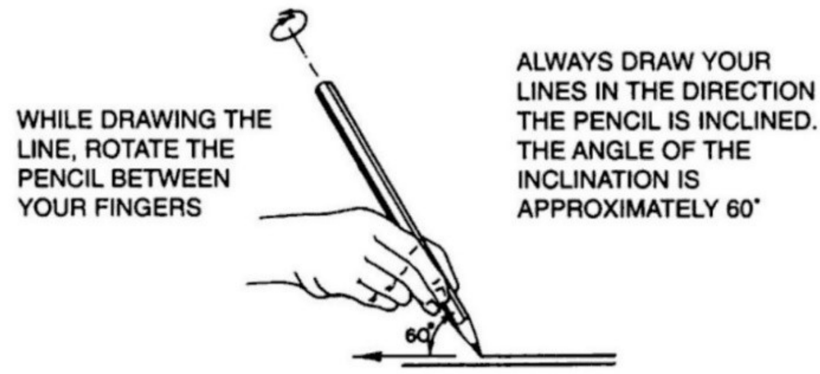
☞ ប្រភេទទន់ (B)





សម្រាប់លេខនៅមុខនិមិត្តសញ្ញាគឺបញ្ជាក់ពីកម្រិតភាពដិតរបស់ខ្មៅដៃ ដែលគេអាចកំណត់តាមរយៈលេខមុខអក្សរសម្គាល់ប្រភេទខ្មៅដៃបាន។ ប្រភេទខ្មៅដៃរឹង តម្លៃលេខកាន់តែច្រើន ភាពដិតរបស់ខ្មៅដៃនោះកាន់តែស្រាល រីឯ ប្រភេទខ្មៅដៃទន់ តម្លៃលេខកាន់តែច្រើន ភាពដិតរបស់ខ្មៅនោះកាន់តែដិតខ្លាំង។

បច្ចេកទេសសម្រាប់ការគូរគំនូរបច្ចេកទេស ដោយប្រើខ្មៅ គឺពេលគូរ ផ្អៀងខ្មៅដៃទេរទៅមុខ ៦០^{0} -៧៥^{0} ធៀបនឹងក្រដាសគូរ លើកប្រអប់ដៃផុតពីក្រដាស និងប្រើម្រាមក្រោបកាន់រួចគូសតាមទិសដៅដែលចង់បាន។

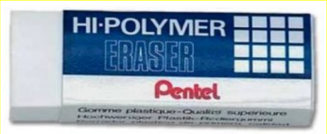


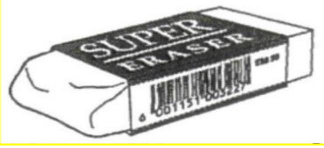
ប្រភេទកម្រិតភាពរឹងរបស់បណ្តូលខ្មៅដៃ ត្រូវបានកំណត់តាមតារាងណែនាំដូចខាងក្រោម៖

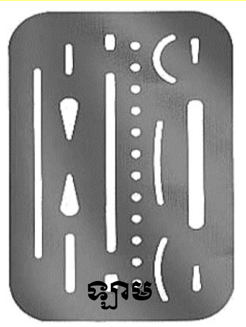
Degrees of hardness			
6B	softest and blackest	H	medium hard
5B	extremely soft	2H	hard
4B	extra soft	3H	hard, plus
3B	very soft	4H	very hard
2B	soft, plus	5H	extra hard
B	soft	6H	extra hard, plus
HB	medium soft	7H	extremely hard
F	intermediate, between soft and hard	8H	extremely hard, plus
		9H	hardest

១.៤.៥ ប្រដាប់លុប

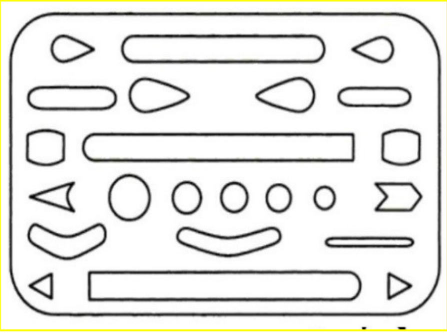
ក្នុងគំនូរបច្ចេកទេស ជ័រលុប (Eraser or Rubber) ជារបស់មួយសំខាន់សម្រាប់ប្រើក្នុងកំណែចំនុចខុស លើស ឬតម្រឹម នៅពេលគូរ។ ការជ្រើសរើសជ័រលុបល្អ ក៏ជួយធ្វើឱ្យរូបគំនូរក្រដាស់របស់យើងស្អាត និងទាក់ទាញផងដែរ។ ជ័រលុបគួរប្រើប្រភេទទន់ល្មម ហើយពេលលុបប្លង់ផ្ចិតផ្ចង់សម្រេចត្រូវយកក្រដាស ឬបន្ទះបាំង បិទផ្នែកមិនត្រូវលុប និងសម្រាប់ប្លង់គំនូរគូរដោយទឹកខ្មៅត្រូវយកឡាមកោស។





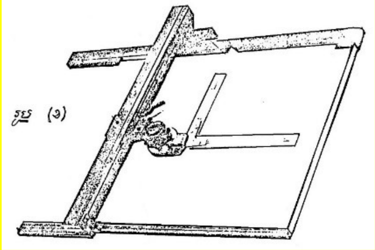


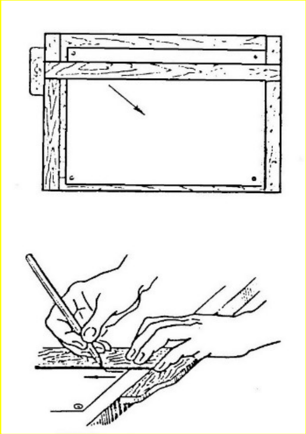
បន្ទះបាំង (Eraser Shield) ជាបន្ទះមានចោះជារាងផ្សេងៗ ដែលប្រើសម្រាប់បាំងគំនូរផ្នែកដែលមិនត្រូវលុប

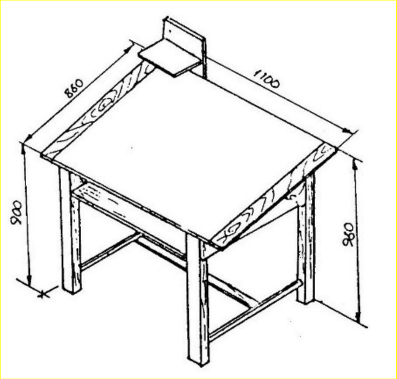


១.៤.៦ តុ និងកៅអី គូរ

តុសម្រាប់គូរគំនូរបច្ចេកទេស ត្រូវមានកម្ពស់សមស្របតាមអ្នកគូរឈរ ឬ អ្នកគូរអង្គុយ រីឯកម្ពស់កៅអីមានប្រវែង ៦០០ មម ដោយគិតតាមចំណោតទេរផ្ទៃតុទៅតាមមុំណាមួយតាមតម្រូវការរបស់អ្នកគូរ។

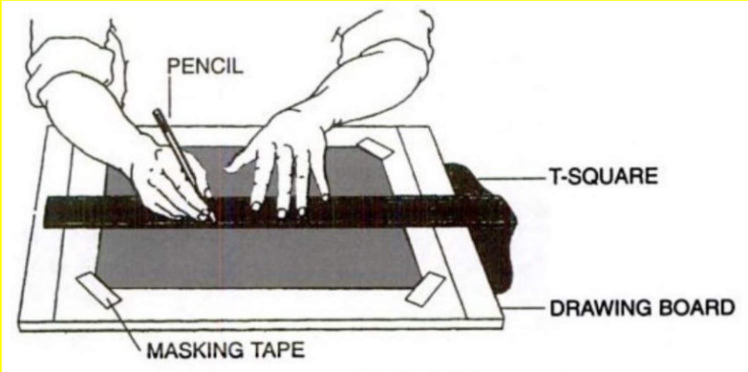






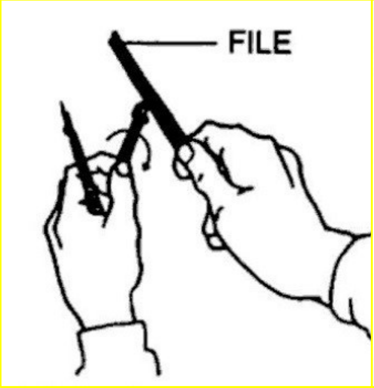
១.៤.៧. ស្កុត (Masking Tape or Adhesive Tape)

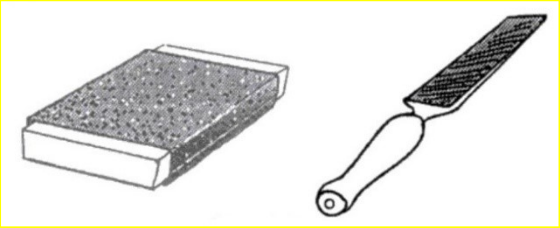
នៅមុនពេលចាប់ផ្តើមគូរ គេត្រូវរៀបចំក្រដាសគូរឱ្យបានល្អ ដោយការប្រើស្កុតមុខមួយបិទ មិនស្អិតធ្វើឲ្យរហែកក្រដាស និងប្រើសម្រាប់បិទភ្ជាប់ក្រដាសឲ្យនៅនឹង ឬគេអាចប្រើឃ្នៀប គៀបពង្រាបទាញសង្កត់ក្រដាសក៏បាន។



១.៤.៨ ក្រដាសខាត់ ឬដែកអង្រួស (Sand Paper or File)

ក្រដាសខាត់ ឬដែកអង្រួស ប្រើសម្រាប់ខាត់បណ្តូលខ្មៅដៃឲ្យស្រួច ឬតាមភាពទេរចង់បាន។

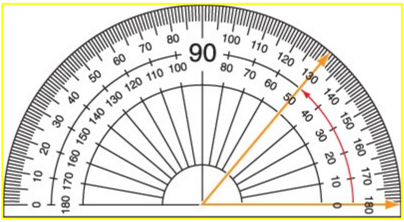




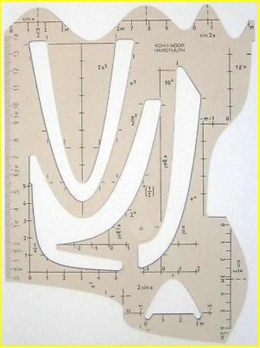
១.៤.៩ កំណាត់ ឬច្រាស (Dust Cloth or Brush)

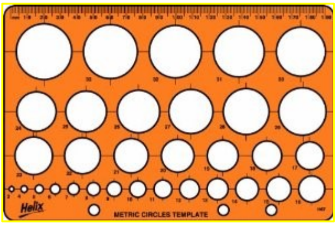
កំណាត់ ឬច្រាស់ ប្រើសម្រាប់សម្អាតក្រដាសគំនូរបន្ទាប់ពីកោសលុប

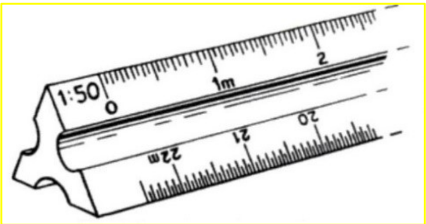
១.៥ ឧបករណ៍ផ្សេងទៀត (Other Instruments/Tools)



- រ៉ាប៉ាទ័រ (Protractor)
- បន្ទាត់ក្រិត (Scale Rulers)
- បន្ទះគំរូរង្វង់ (Circle Template)
- ប៉ារ៉ាបូល (Parabola)







ជំពូកទី២៖ សំណង់ធរណីមាត្រ

របៀបគូររាងធរណីមាត្រ

ដើម្បីគូសគំនូសបច្ចេកទេស ឬ គូសវាស់ផ្សេងៗ យើងត្រូវដឹងពីសំណង់ធរណីមាត្រមួយចំនួន។ សំណង់ធរណីមាត្រសំខាន់ៗជាគ្រឹះសម្រាប់គំនូរបច្ចេកទេសមាន បន្ទាត់ (Line) មុំ (Angle) រង្វង់ (Circle) បន្ទាត់ប៉ះ (Tangency) តំណ (Blending) ពហុកោណនិយ័ត (Equilateral polygon) និងខ្សែកោង (Loci)។

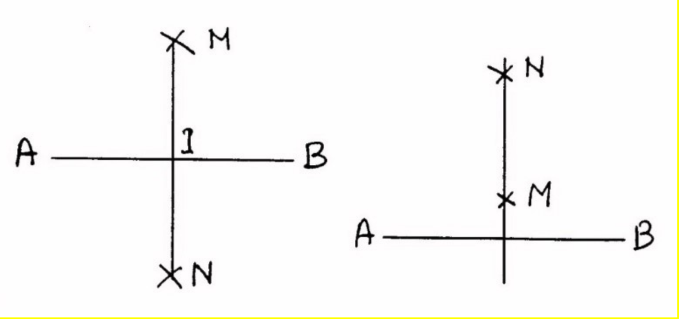
២.១ សំណង់បន្ទាត់

២.១.១ បន្ទាត់កែង

១. គូសបន្ទាត់កែងនឹងអង្កត់ [AB]

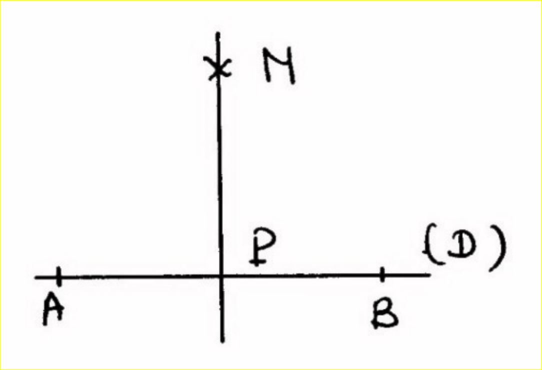
ក. វិធីទី១

- យកប្រវែង AB ចែកនឹង ២
- យកចំណុច A & B ធ្វើផ្ចិត
  - ☞ គូសធ្នូ ២ ដែលមានកាំ > $\frac{[AB]}{2}$ ពីលើ និងពីក្រោមបន្ទាត់ AB
  - ☞ គូសធ្នូ ២ មានកាំ |AM| = |BM| > $\frac{[AB]}{2}$ និង |AN| = |BN| > |AM| ពីលើបន្ទាត់ AB
- បានចំណុច M & N → ភ្ជាប់ M ទៅ N



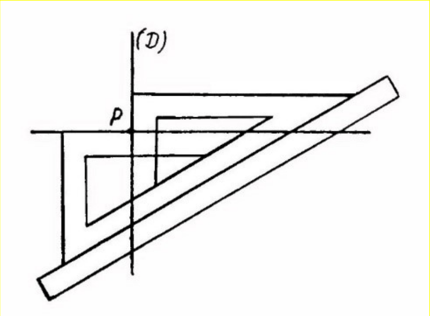
ខ. វិធីទី២

- យក P ជាចំណុចកណ្តាលនៃ AB
- យកចំណុច A & B ធ្វើផ្ចិត → គូសធ្នូ ២ ដែលមានកាំ > |AP| ជួបគ្នាត្រង់ M
- ភ្ជាប់ M មក P



គ. វិធីទី៣

- យកកែងដាក់ជ្រុងវែងជាងគេកែងនឹងបន្ទាត់ AB
- យកបន្ទាត់ផ្អិបនឹងអ៊ីប៉ូតេនុសរបស់កែង
- រំកិលកែងលើបន្ទាត់មកត្រង់ P

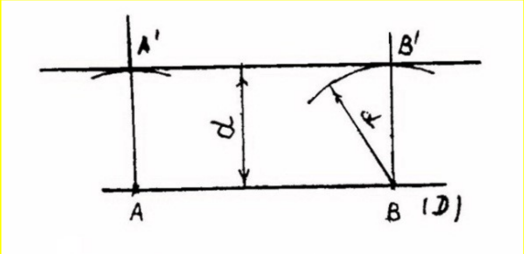


២.១.២. បន្ទាត់ស្រប

ក. ការគូសបន្ទាត់ស្របនឹងបន្ទាត់ (D) ឃ្លាតពីគ្នាប្រវែង d

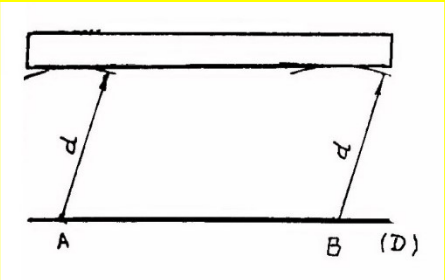
វិធីទី១

- ដៅចំណុច A & B លើ (D)
- គូសបន្ទាត់កែងនឹង (D) ត្រង់ A & B
- យក A & B ធ្វើផ្ចិត → ដៅយកចំណុច A′ & B′ ដែល |AA′| = |BB′| = d
- ភ្ជាប់ A′ ទៅ B′



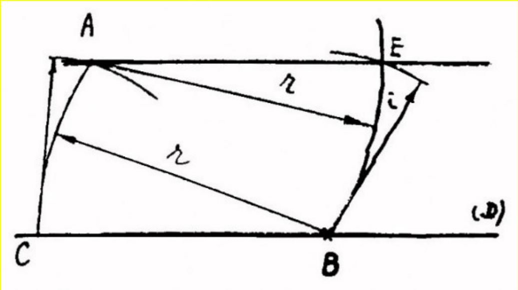
វិធីទី២

- ដៅចំណុច A & B លើ (D)
- គូសធ្នូ ២ មានកាំប្រវែង d ដោយយក A & B ជាផ្ចិត
- យកបន្ទាត់ដាក់ឲ្យប៉ះធ្នូទាំង ២ → ភ្ជាប់ចំណុចប៉ះ



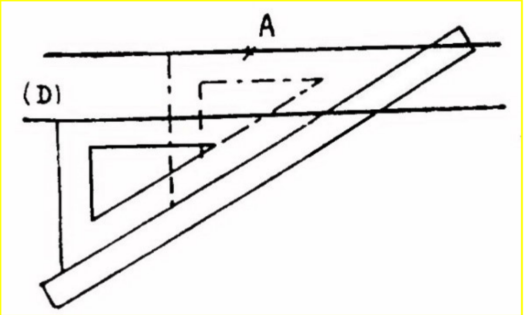
ខ. ការគូសបន្ទាត់កាត់តាមចណុច A ស្របនឹងបន្ទាត់ (D)

ក. វិធីធរណីមាត្រ



- គូសធ្នូផ្ចិត A កាំ r (A, r) កាត់ (D) ត្រង់ B
- គូសធ្នូផ្ចិត B កាំ r (B, r) កាត់ (D) ត្រង់ C
- គូសធ្នូផ្ចិត B កាំ CA (B, CA) កាត់ (A, r) ត្រង់
- ភ្ជាប់ A ទៅ E

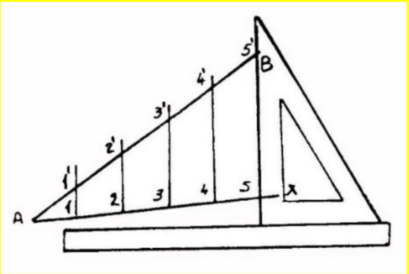
ខ. វិធីប្រើបន្ទាត់កែង



- យកជ្រុងវែងនៃកែងដាក់អែបស្មើនឹង (D)
- យកបន្ទាត់មកផ្ទិបនឹងអ៊ីប៉ូតេនុសរបស់កែង
- រំកិលកែងឲ្យជ្រុងវែងកាត់តាម A → គូសបន្ទាត់

២.១.៣. ការចែកអង្កត់មួយជាចំណែកស្មើគ្នា

ឧ. ចែកអង្កត់ [AB] ជា ៥ ចំណែកស្មើគ្នា



- គូសបន្ទាត់ (Ax) មុំ <៩00
- លើ (Ax) ដៅយកប្រាំចំណែកស្មើគ្នា ដោយប្រើដែកឈាន
- បង់លេខ 1, 2, 3, 4, 5
- ភ្ជាប់ពី B ទៅ 5
- គូសបន្ទាត់ស្របនឹង (B5) ពី 4, 3, 2, 1 កាត់ (AB) ត្រង់ 4′, 3′, 2′, 1′

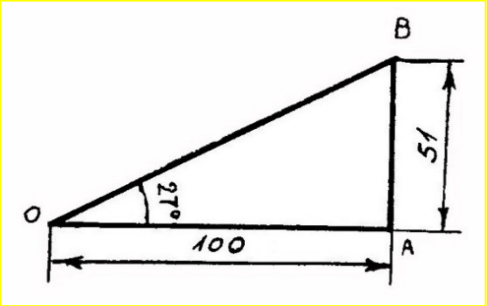
➔ |A1′| = |1′2′| = |2′3′| = |3′4′| = |4′B|

២.២ សំណង់មុំ

២.២.១. សំណង់មុំមួយដែលគេឲ្យ

ឧ. សង់មុំ ២៧°

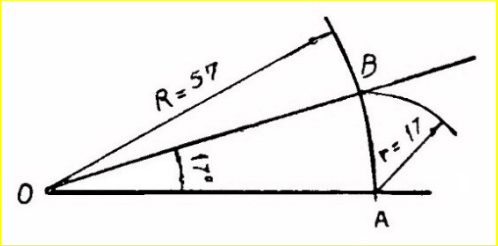
ក. ប្រើរ៉ាប៉ាទ័រ



- បើវិជ្ឈមាត្ររបស់រ៉ាប៉ាទ័រ
  - ☞ តូចៈ មិនសូវទៀងទាត់
  - ☞ ធំៈ ទៀងទាត់

ខ. ប្រើបន្ទាត់ប៉ះនៃមុំ

- tg27 = 0.51
- គូសបន្ទាត់ |OA| = 100 mm
- គូសបន្ទាត់កែងនឹង (OA) ត្រង់ A
- យក |AB| = |OA| x tg27 = 100 x 0.51 =51 mm
- ភ្ជាប់ O ទៅ B → ∠AOB



គ. ការគូសប្រហែល

១. មុំ n < 30^0

- ខ្សែធ្នូស្មើរសមាមាត្រនឹងមុំ $\approx \frac{n}{57}\ x\ R$

ឧ. ខ្សែធ្នូមុំ $\mathbf{1}° \approx \frac{1}{57}\ x\ R$

ឧ. សង់មុំ 17^0

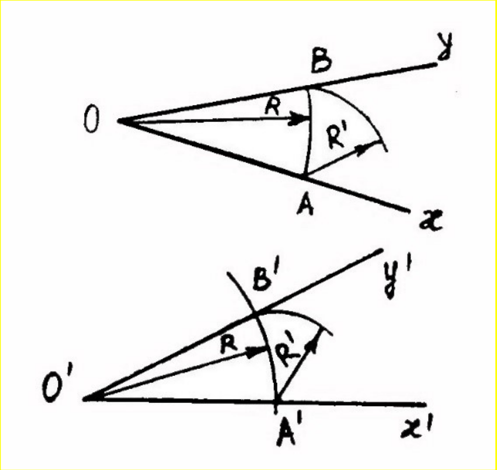
- គូសធ្នូកាំ 57 mm (O, OA)
- យក A ជាផ្ចិត គូសធ្នូកាំ AB = 17
- B ជាចំណុចប្រសព្វនៃធ្នូទាំង ២
- ភ្ជាប់ O ទៅ B → ∠AOB = 17^0

២. មុំ n > 30^0

- សង់មុំ 30^0 ឬ 60^0 ជាមុនសិន

ឧ. សង់មុំ $42^0 = 30^0 + 12^0$ → មុំសល់ 12^0 គូសតាមវិធីមុំ < 30^0

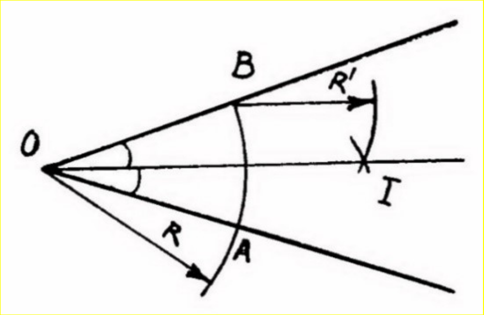
២.២.២. សំណង់មុំមួយស្មើនឹងមុំដែលគេឲ្យ



១. សង់មុំស្មើនឹងមុំដែលឲ្យ $\angle xoy$

- គូសបន្ទាត់ (o′x′)
- គូសធ្នូ (o, R) កាត់ (ox) ត្រង់ A និង (oy) ត្រង់
- គូសធ្នូ (o′, R) កាត់ (o′x′) ត្រង់ A′
- គូសធ្នូ (A′, R′ = |AB|) កាត់ធ្នូ (o′, R) ត្រង់ B′
- ភ្ជាប់ o′ ទៅ B′ បានបន្ទាត់ (o′y′) → $\angle x'o'y' = \angle xoy$

២.២.៣. សំណង់បន្ទាត់ពុះមុំ



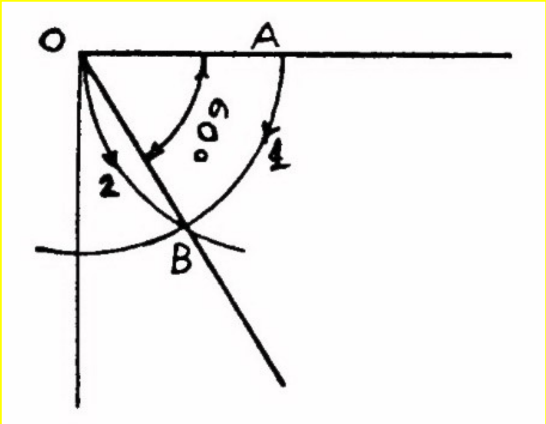
១. សង់បន្ទាត់ពុះមុំ $\angle O$

- គូសធ្នូ (O, AO) ដែល $|OA| = R = |OB|$
- គូសធ្នូ (A, AI) និង (B, BI) ដែល $|AI| = |BI|$
- ភ្ជាប់ O ទៅ I → បន្ទាប់ពុះមុំ $\angle AOB$

២.២.៤. សំណង់មុំសំខាន់ៗ

ក. មុំ 60^0

- គូសធ្នូ (O, AO) និងធ្នូ (A, OA) កាត់គ្នាត្រង់ B
- ភ្ជាប់ O ភ្ជាប់ B → $\angle AOB = 60^0$



ខ. មុំ 30^0

- គូសបន្ទាត់ពុះមុំ 60^0
- គូសមុំ $90^0 - 60^0 = 30^0$

គ. មុំ 45^0

- គូសបន្ទាត់ពុះមុំ 90^0

ឃ. មុំ 15^0

– គូសបន្ទាត់ពុះមុំ 30^0

– គូសមុំ $45^0 – 30^0$

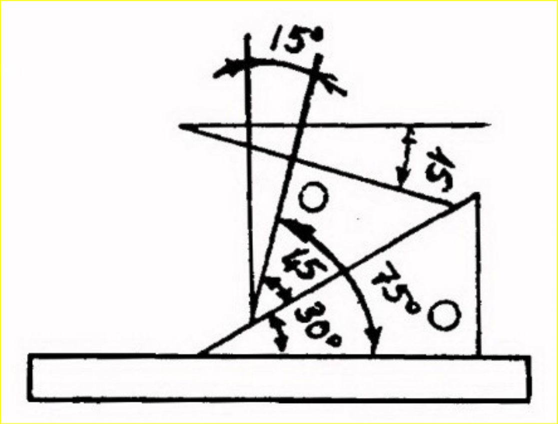
– គូសមុំ $90^0 – (45^0 + 30^0)$

ង. មុំ 75^0

– គូសមុំ $45^0 + 30^0$

ច. មុំ 120^0

– គូសមុំ $90^0 + 30^0$



២.៣ សំណង់រង្វង់

– ដើម្បីសង់រង្វង់បាន ត្រូវស្គាល់ ៖

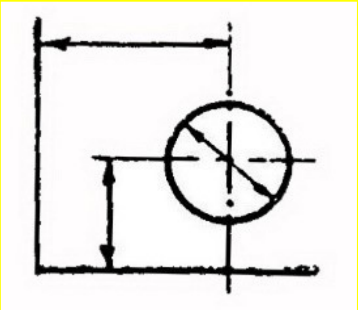
☞ ផ្ចិត

☞ កាំ

– លក្ខណៈអាចកំណត់រង្វង់បាន ៖

☞ កាត់តាមចំណុច ៣ (មិននៅលើបន្ទាត់តែមួយ)

☞ កាត់តាមចំណុច ២ និងបន្ទាត់ប៉ះ ១

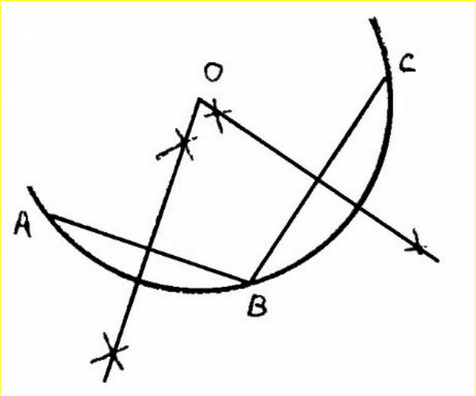


២.៣.១. សំណង់រង្វង់កាត់តាមចំណុច ៣

ឱ. សង់រង្វង់កាត់តាមចំណុច A, B, C

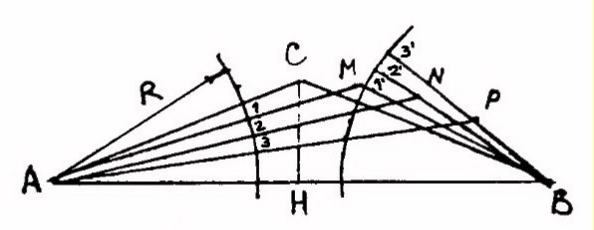
– គូសខ្សែមេដ្យាទ័រនៃ [AB] និង [BC]

– មេដ្យាទ័រទាំង ២ កាត់គ្នាត្រង់ O ដែលជាផ្ចិតនៃរង្វង់



២.៣.២. រកផ្ចិតនៃធ្នូ

ឧ. រកផ្ចិតនៃធ្នូ ◡ABC



– ដៅចំណុច A, B, C លើធ្នូ

– សង់មេដ្យាទ័រដូចក្នុង ៣.១

២.៣.៣. សំណង់ធ្នូកាំធំ

– ធ្នូកាំធំ ជាធ្នូដែលមានផ្ចិតស្ថិតនៅក្រៅក្រដាសគំនូរ

ឧ. សង់ធ្នូកាំធំ ដោយស្គាល់ខ្សែធ្នូ AB និងកម្ពស់កណ្ដាក់ HC

– ដៅចំណុច A, B, C លើធ្នូ

ក. វិធីទី១

– ភ្ជាប់ AC & BC

– យក A & B ជាផ្ចិត → គូសធ្នូ ២ ប៉ុនគ្នាកាំ R < AC

ដៅធ្នូ (A, R) & (B, R) ចេញពី AC & BC នូវចំណែកស្មើគ្នា (ឧ. ៣)

– ភ្ជាប់ A1 & B1′ → M

– ភ្ជាប់ A2 & B2′ → N

– ភ្ជាប់ A3 & B3′ → P

– ភ្ជាប់ CMNPB ➔ ធ្នូកាំធំ

ខ. វិធីទី២

– គូស (BD) ⊥ (CB)

– ចែក [HB] & [CD] (ឧ. បួនចំណែកស្មើគ្នា) រួចចុះលេខតាមទិសចេញពី C & H

– ភ្ជាប់ 11′, 22′, 33′ & 44′

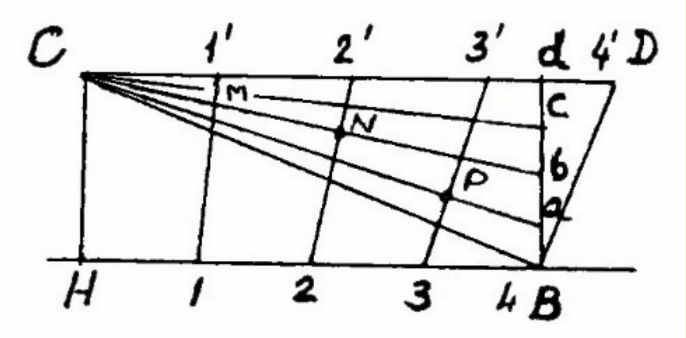
– ទម្លាក់បន្ទាត់កែងពី B ទៅលើ CD ត្រង់ d → ចែកបន្ទាត់ (Bd) ជាបួនចំណែកស្មើគ្នា (a, b, c, d)

– ភ្ជាប់ Cc កាត់ 11′ ត្រង់ M

– ភ្ជាប់ Cb កាត់ 22′ ត្រង់ N

– ភ្ជាប់ Ca កាត់ 33′ ត្រង់ P

– ភ្ជាប់ CMNPB ➔ ធ្នូកាំធំ



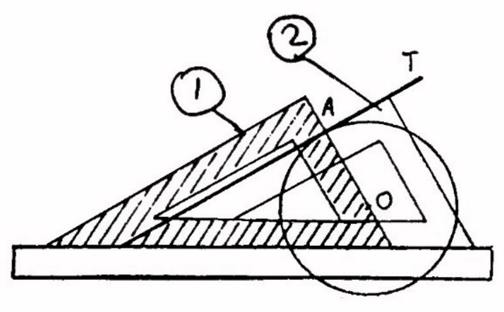
២.៤ សំណង់បន្ទាត់ប៉ះ

បន្ទាត់ប៉ះនឹងរង្វង់ត្រង់ចំណុចមួយគឺជាបន្ទាត់ដែលកែងនឹងកាំរង្វង់ត្រង់ចំណុចនោះ

២.៤.១. សំណង់បន្ទាត់ប៉ះនឹងរង្វង់ត្រង់ចំណុចមួយ

ឧ. គូសបន្ទាត់ប៉ះត្រង់ចំណុច A របស់រង្វង់

– ត្រង់ចំណុច A គូសបន្ទាត់កែងនឹងកាំ OA ដោយ វិធីធរណីមាត្រ ឬ ប្រើកែង



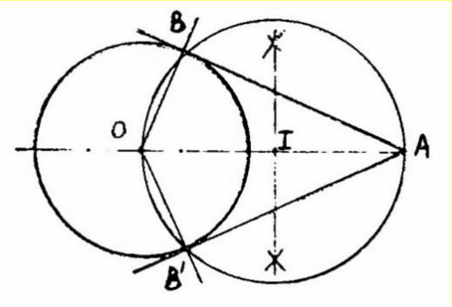
២.៤.២. សំណង់បន្ទាត់ប៉ះ ២ ចេញពីចំណុចមួយនៅក្រៅរង្វង់

ឧ. គូសបន្ទាត់ប៉ះ ២ ចេញពីចំណុច A (A $\notin$ រង្វង់) ទៅនឹងរង្វង់

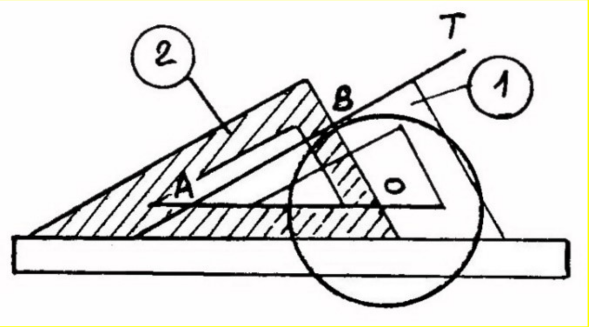
ក. វិធីធរណីមាត្រ

– គូសរង្វង់វិជ្ឈមាត្រ AO ផ្ចិត I កាត់រង្វង់ត្រង់ចំណុច B & B′

– ភ្ជាប់ A ទៅ B និង A ទៅ B′ ➔ បន្ទាត់ប៉ះ ២ ចេញពីចំណុច A



ខ. ប្រើបន្ទាត់កែង



– ដាក់កែងឲ្យប៉ះនឹងរង្វង់

– គូសកាំ OB

– ភ្ជាប់ AB

– ធ្វើដូចគ្នាចំពោះAB′

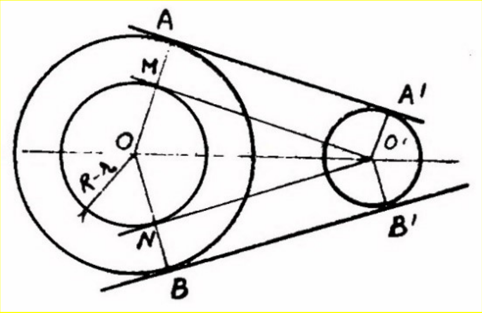
២.៤.៣. សំណង់បន្ទាត់ប៉ះរួមក្រៅទៅនឹងរង្វង់ ២

ខ. គូសបន្ទាត់ប៉ះរួមក្រៅទៅនឹងរង្វង់ផ្ចិត O កាំ R & ផ្ចិត O′ កាំ r

ក. វិធីធរណីមាត្រ

– គូសរង្វង់ (O, R-r)

– គូសបន្ទាត់ប៉ះចេញពី O′ ប៉ះនឹងរង្វង់ (O, R-r) ត្រង់ M & N



– ភ្ជាប់ OM បន្លាយកាត់រង្វង់ (O, R) ត្រង់ A

– ភ្ជាប់ ON បន្លាយកាត់រង្វង់ (O, R) ត្រង់ B

– គូស (O′A′) // (OA) និង (O′B′) // (OB)

– ភ្ជាប់ A ទៅ A′ និង B ទៅ B′

➔ បន្ទាត់ប៉ះក្រៅរួម (AA′) & (BB′)

ខ. ប្រើបន្ទាត់ និងកែង

– ដូចចំណុច ៤.២ "ខ

២.៤.៤. សំណង់បន្ទាត់ប៉ះរួមក្នុងទៅនឹងរង្វង់ ២

ខ. គូសបន្ទាត់ប៉ះរួមក្នុងទៅនឹងរង្វង់ផ្ចិត O កាំ R & ផ្ចិត O′ កាំ r

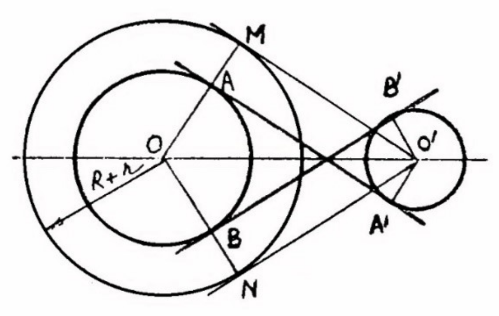
ក. វិធីធរណីមាត្រ

– គូសរង្វង់ (O, R + r)

– គូសបន្ទាត់ប៉ះចេញពី O′ ប៉ះនឹងរង្វង់ (O, R + r) ត្រង់ M & N

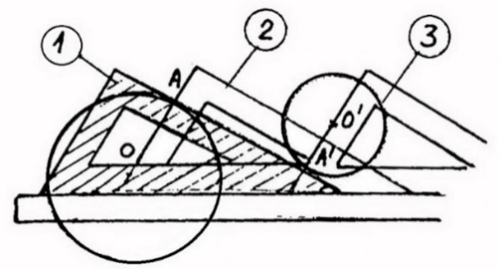
– ភ្ជាប់ OM កាត់រង្វង់ (O, R) ត្រង់ A

– ភ្ជាប់ ON កាត់រង្វង់ (O, R) ត្រង់ B
– គូស (AA′) // (O′M) និង (BB′) // (O′N)
– ភ្ជាប់ A ទៅ A′ និង B ទៅ B′



ខ. ប្រើកែង និងបន្ទាត់

– ដាក់កែងឲ្យប៉ះនឹងរង្វង់ទាំង ២
– គូសកាំ OA & O′A′ → ភ្ជាប់ AA′
– គូសកាំ OB & O′B′ → ភ្ជាប់ BB′



២.៥ សំណាច់តំណ

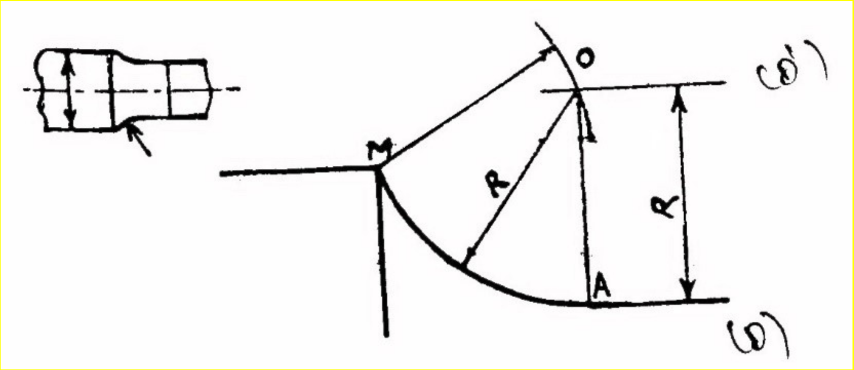
ក្នុងការគូរគំនូរលើចំណុចនេះ អ្នកគូរត្រូវកំណត់ផ្ចិត និងចំណុចភ្ជាប់ ដែលមាន៖

– ចំណោលទូទៅ
  - ☞ ស្គាល់កាំវង់
  - ☞ ភ្ជាប់បន្ទាត់ ២ ឬ បន្ទាត់ ១ ទៅរង្វង់ ១
  - ☞ ភ្ជាប់វង់ ២ ប៉ះនឹងវង់មួយទៀត
– ការកំណត់ផ្ចិត
  - ☞ វង់ប៉ះទៅនឹងបន្ទាត់មួយ ត្រូវមាន ផ្ចិតស្ថិតនៅចម្ងាយ R ពីបន្ទាត់
  - ☞ វង់ពីរប៉ះគ្នាខាងក្រៅ ត្រូវមាន ចម្ងាយរវាងផ្ចិត ស្មើ ផលបូកកាំទាំង ២
  - ☞ វង់ពីរប៉ះគ្នាខាងក្នុង ត្រូវមាន ចម្ងាយរវាងផ្ចិត ស្មើ ផលសងកាំទាំង ២
– ការកំណត់ចំណុចភ្ជាប់
  - ☞ វង់ប៉ះនឹងបន្ទាត់មួយ ត្រូវមាន ជើងបន្ទាត់កែងទម្លាក់ពីផ្ចិតមកលើបន្ទាត់
  - ☞ វង់ពីរប៉ះគ្នា ត្រូវមាន ចំណុចភ្ជាប់ស្ថិតនៅលើខ្សែផ្ចិតទាំង ២

២.៥.១. សំណង់វង់កាត់តាមចំណុចមួយ ហើយប៉ះនឹងបន្ទាត់មួយ

១. គូសវង់កាំ R កាត់តាមចំណុច M ប៉ះនឹងបន្ទាត់ (D)

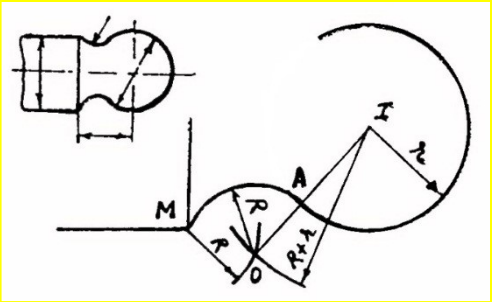
- គូសបន្ទាត់ (D′) ស្រប (D) ក្នុងចម្ងាយ R
- គូសធ្នូផ្ចិត M កាំ R = MO កាត់បន្ទាត់ (D′) ត្រង់ O → O ជាផ្ចិតរបស់វង្វង់
- គូសបន្ទាត់ (OA) ⊥ (D) ត្រង់ A
- ចំណុចភ្ជាប់គឺជើង A



២.៥.២. សំណង់វង់កាត់តាមចំណុចមួយ ហើយប៉ះនឹងវង់មួយទៀត

១. គូសវង់កាំ R កាត់តាមចំណុច M ប៉ះនឹងវង្វង់ផ្ចិត I កាំ r

- គូសធ្នូ (M, R) & (I, r + R) កាត់គ្នាត្រង់ O
- បន្ទាត់ (OI) កាត់វង្វង់ផ្ចិត I ត្រង់ A
- A ជាចំណុចភ្ជាប់

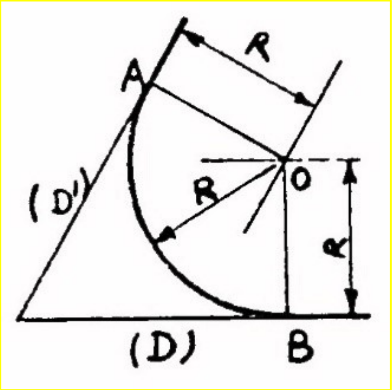


២.៥.៣. សំណង់វង់ប៉ះនឹងបន្ទាត់ពីរ

១. គូសវង់កាំ R ប៉ះនឹងបន្ទាត់ (D) & (D′)

ក. ករណី (D) មិនកែងនឹង (D′)

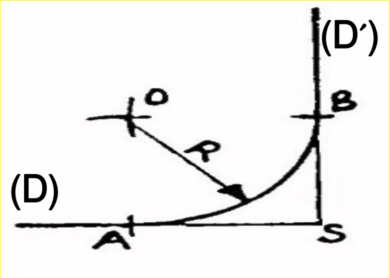
- គូសបន្ទាត់ស្របនឹង (D) & (D′) ក្នុងចម្ងាយ R កាត់គ្នាត្រង់ O
- គូសបន្ទាត់ (OA) ⊥ (D′) ត្រង់ A



– គូសបន្ទាត់ (OB) ⊥ (D) ត្រង់ B
– ចំណុចភ្ជាប់គឺ A & B

ខ. ករណី (D) ⊥ (D′) ត្រង់ S

– គូសធ្នូ (S, R) កាត់ (D) ត្រង់ A និងកាត់ (D′) ត្រង់ B
– គូសធ្នូកាំ R ផ្ចិត A & B → កាត់គ្នាត្រង់ O
– ចំណុចភ្ជាប់គឺ A & B

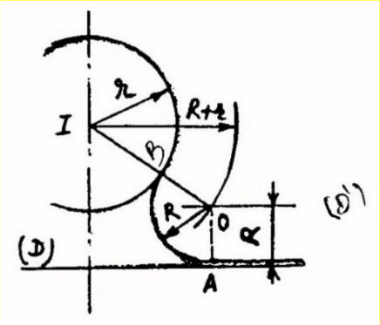


២.៥.៤. សំណង់ទង់ប៉ះនឹងបន្ទាត់មួយហើយប៉ះនឹងរង្វង់មួយទៀត

ឧ. គូសវង់កាំ R ប៉ះនឹងបន្ទាត់ (D) និងរង្វង់ផ្ចិត I កាំ r

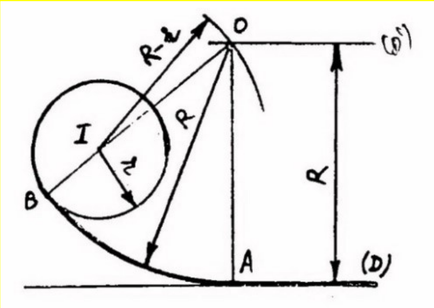
ក. ករណីវង់ប៉ះគ្នាខាងក្រៅ

– គូសបន្ទាត់ (D′) ស្របនឹង (D) ក្នុងចម្ងាយ R
– គូសធ្នូផ្ចិត I កាំ r + R កាត់ (D′) ត្រង់ O
– គូសធ្នូផ្ចិត O កាំ R កាត់ (D) ត្រង់ A និងកាត់ (IO) ត្រង់ B
– ចំណុចភ្ជាប់គឺ A & B



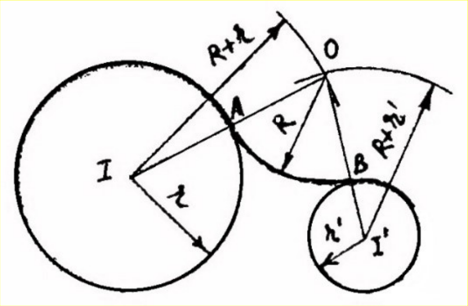
ខ. ករណីវង់ប៉ះគ្នាខាងក្នុង (R > r)

– គូសបន្ទាត់ (D′) ស្របនឹង (D) ក្នុងចម្ងាយ R
– គូសធ្នូផ្ចិត I កាំ R – r កាត់ (D′) ត្រង់ O
– គូសធ្នូផ្ចិត O កាំ R កាត់ (D) ត្រង់ A និងកាត់ (OI) ត្រង់ B
– ចំណុចភ្ជាប់គឺ A & B



២.៥.៥ សំណង់ចង់ប៉ះនឹងខ្នង់ពីផ្សេងទៀត

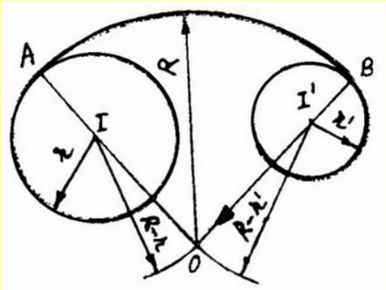
១. គូសវង់កាំ R ប៉ះនឹងរង្វង់ផ្ចិត I កាំ r និងរង្វង់ផ្ចិត I′ កាំ r′



ក. ករណីវង់ ២ ដែលស្គាល់ស្ថិតខាងក្រៅរង្វង់ប៉ះ

- គូសធ្នូ (I, R + r) & (I′, R + r′) កាត់គ្នាត្រង់ O
- គូសធ្នូ (O, R) កាត់ (OI) ត្រង់ A និងកាត់ (OI′) ត្រង់ B
- ចំណុចភ្ជាប់គឺ A & B

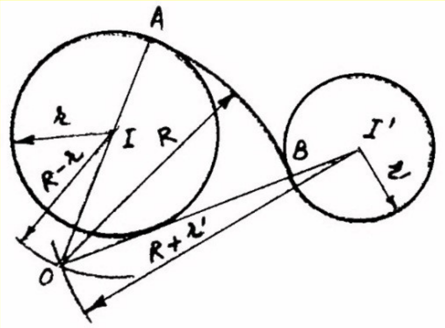
ខ. ករណីវង់ ២ ដែលស្គាល់ស្ថិតខាងក្នុងរង្វង់ប៉ះ



- គូសធ្នូ (I, R – r) & (I′, R – r′) កាត់គ្នាត្រង់ O
- គូសធ្នូ (O, R) កាត់ (OI) ត្រង់ A និងកាត់ (OI′) ត្រង់ B
- ចំណុចភ្ជាប់គឺ A & B

គ. ករណីរង្វង់មួយប៉ះខាងក្នុង និងរង្វង់មួយទៀតប៉ះខាងក្រៅរង្វង់តំណ

- គូសធ្នូ (I, R – r) & (I′, R + r′) កាត់គ្នាត្រង់ O
- គូសធ្នូ (O, R) កាត់ (OI) ត្រង់ A និងកាត់ (OI′) ត្រង់ B
- ចំណុចភ្ជាប់គឺ A & B

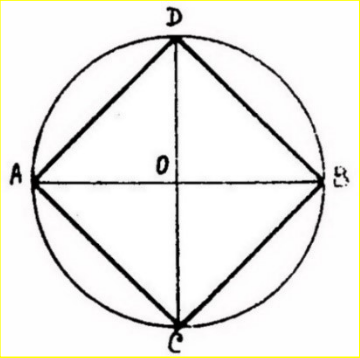


២.៦ សំណង់ពហុកោណនិយ័ត

ពហុកោណនិយ័តគឺជាពហុកោណដែលមាន ៖

- ☞ ជ្រុងស្មើគ្នា
- ☞ មុំស្មើគ្នា
- ☞ រង្វង់មួយចារឹកខាងក្នុង និងរង្វង់មួយចារឹកខាងក្រៅ

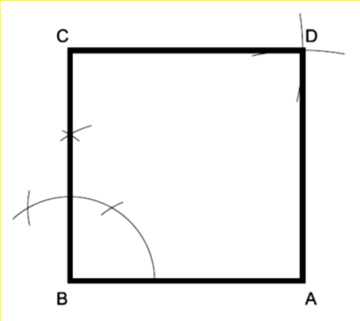
២.៦.១. សំណង់ការេ ឬចតុកោណកែងស្មើចារឹកក្នុងរង្វង់



ខ. គូសការេ ABCD ចារឹកក្នុងរង្វង់ផ្ចិត O

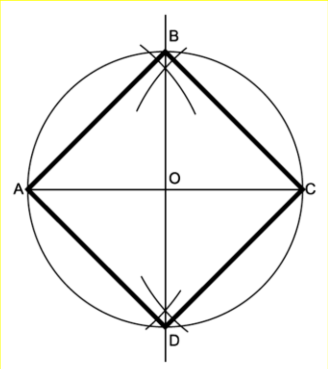
ក. ករណីស្គាល់រង្វង់

- គូសរង្វង់ផ្ចិត O
- គូសវិជ្ជមាត្រ AOB & COD កែងគ្នា → ភ្ជាប់ A, B, C, D
- ការេមានជ្រុង = $R\sqrt{2}$



ខ. ករណីស្គាល់ប្រវែងជ្រុង

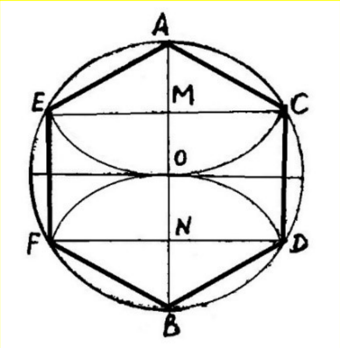
- គូសជ្រុង AB
- គូសបន្ទាត់កែងនឹង (AB) ត្រង់ B
- វាស់ប្រវែង |AB| = |BC|
- យក A & C ជាផ្ចិត គូសធ្នូកាំ R = ជ្រុង |AB| កាត់គ្នាត្រង់ D
- បន្ទាប់ពីបានការេ ABCD → គូសអង្កត់ទ្រូងកាត់គ្នាត្រង់ O ជាផ្ចិតរង្វង់



គ. ករណីស្គាល់ប្រវែងអង្កត់ទ្រូង

- គូសអង្កត់ទ្រូង AC
- គូសបន្ទាត់ (BD) ពុះកែងនឹង (AC) ចំពាក់កណ្ដាលត្រង់ O
- យក O ជាផ្ចិត គូសធ្នូកាំ |OA| = |OC| កាត់បន្ទាត់ (BD) ត្រង់ B & D
- បានការេ ABCD មាន O ជាផ្ចិតរង្វង់ចារឹកខាងក្រៅ

២.៦.២. សំណង់ឆកោណចារឹកក្នុងរង្វង់



ខ. គូសឆកោណ ABCDE ចារឹកក្នុងរង្វង់ផ្ចិត O

ក. ករណីស្គាល់វិជ្ជមាត្ររង្វង់

- ចែកអង្កត់ [AB] ជាពីរ |OA| = |OB|

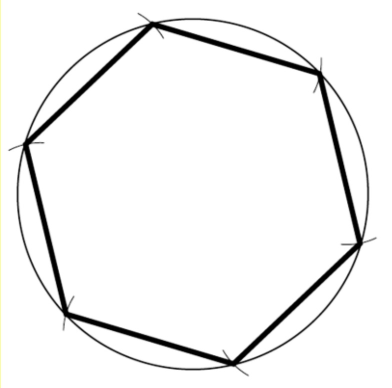
– គូសរង្វង់ផ្ចិត O កាំ OA

– យក A & B ជាផ្ចិត គូសធ្នូពីរកាំ OA កាត់រង្វង់ត្រង់ E, C, F, D

– ភ្ជាប់ ACDBEF

– ប្រវែងជ្រុងឆកោណ = R

– |FC| = $R\sqrt{3}$



គេបាន |AM|=|MO|=|ON|=|NB|= $\frac{R}{2}$

ខ. ករណីស្គាល់ប្រវែងជ្រុងឆកោណ

– គូសរង្វង់កាំប្រវែងជ្រុងដែលស្គាល់

– ប្រើដែកឈានប្រវែងជ្រុង គូសកាត់ធ្នូរង្វង់ ៦ ដង

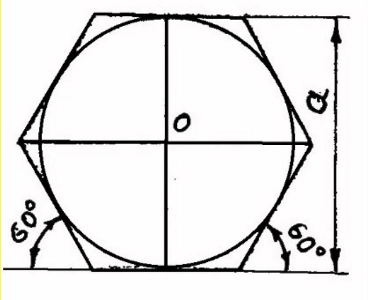
គ. ករណីស្គាល់ប្រវែងជ្រុងឈម a

– គូសវិជ្ឈមាត្រ a

– គូសបន្ទាត់ប៉ះ ២ កែងនឹង a

– គូសជ្រុងប៉ះរង្វង់ក្នុងមុំ ៦០០ ធៀបនឹងបន្ទាត់ប៉ះ ២ ខាងលើ

– ភ្ជាប់កំពូលឆកោណឈមគ្នា → ដោយកចំណុច O ជាផ្ចិតរង្វង់ចារឹកក្រៅ



២.៦.៣. សំណង់ត្រីកោណសម័ង្សចារឹកក្នុងរង្វង់

ក. គូសត្រីកោណសម័ង្ស ACD ចារឹកក្នុងរង្វង់ផ្ចិត O

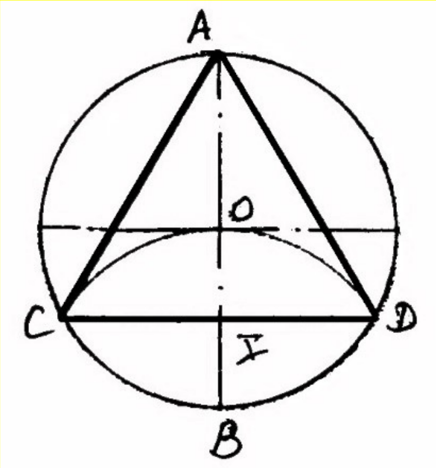
❖ គូសវិជ្ឈមាត្រ AB និងរង្វង់ (O, |OA|=|OB|)

❖ គូសធ្នូ (B, R = |OA|) កាត់រង្វង់ត្រង់ C & D

❖ ភ្ជាប់ ACD

❖ ជ្រុងត្រីកោណ = $R\sqrt{3}$

❖ |OI|=|IB|= $\frac{R}{2}$



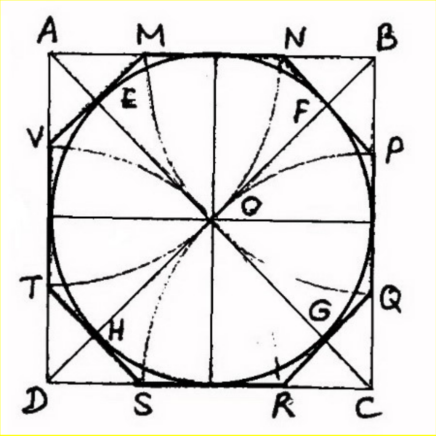
២.៦.៤. សំណង់អដ្ឋកោណចារឹកក្នុងរង្វង់

ក. ចែកការេជាអដ្ឋកោណនិយ័ត

ខ. ចែកការេ ABCD ជាអដ្ឋកោណនិយ័ត MNPQRSTV

វិធីទី១

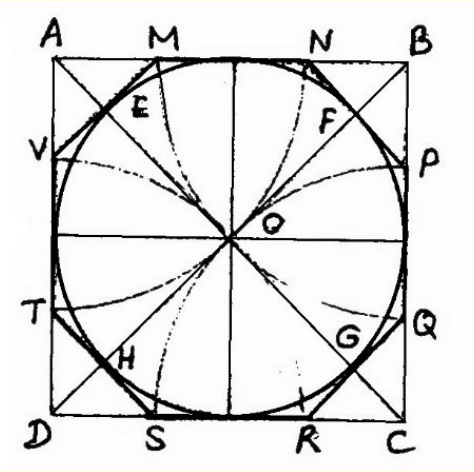
- គូសអង្កត់ទ្រូង AC & BD កាត់គ្នាត្រង់ O
- គូសធ្នូ (A, AO) កាត់ AB ត្រង់ N និងកាត់ AD ត្រង់ T
- គូសធ្នូ (B, BO) កាត់ BA ត្រង់ M និងកាត់ BC ត្រង់ Q
- គូសធ្នូ (C, CO) កាត់ CB ត្រង់ P និងកាត់ CD ត្រង់ S
- គូសធ្នូ (D, DO) កាត់ DA ត្រង់ V និងកាត់ DC ត្រង់ R
- ភ្ជាប់ VM, NP, QR & ST ➔ អដ្ឋកោណ MNPQRSTV



វិធីទី២

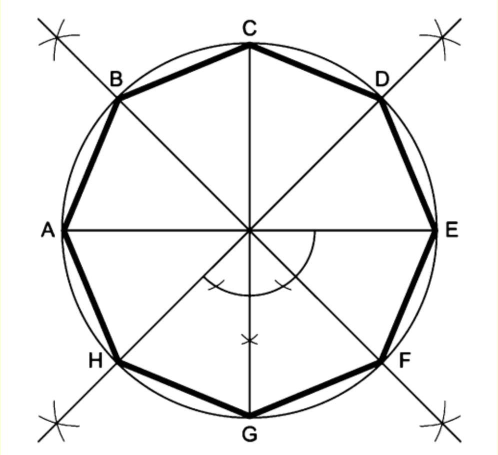
- គូសអង្កត់ទ្រូង AC & BD កាត់គ្នាត្រង់ O
- គូសរង្វង់ផ្ចិត O ចារឹកក្នុងការេ កាត់ ៖
  - ☞ OA ត្រង់ E
  - ☞ OB ត្រង់ F
  - ☞ OC ត្រង់ G
  - ☞ OD ត្រង់ H
- គូសបន្ទាត់ប៉ះនឹងរង្វង់ ៖
  - ☞ ត្រង់ E កាត់ជ្រុងការេត្រង់ M & V
  - ☞ ត្រង់ F កាត់ជ្រុងការេត្រង់ N & P
  - ☞ ត្រង់ G កាត់ជ្រុងការេត្រង់ Q & R
  - ☞ ត្រង់ H កាត់ជ្រុងការេត្រង់ S & T

  ➔ អដ្ឋកោណ MNPQRSTV



ខ. គូសអដ្ឋកោណនិយ័តចារឹកក្នុងរង្វង់ដោយស្គាល់រង្វង់

ឧ. គូសអដ្ឋកោណនិយ័ត ABCDEFGH ចារឹកក្នុងរង្វង់ផ្ចិត O



– គូសរង្វង់ផ្ចិត O

– គូសអង្កត់ផ្ចិត AE កែងនឹង CG ត្រង់ O

– ពុះធ្នូទាំង ៤ ជា ២ ៖

  ☞ ◡AC → B

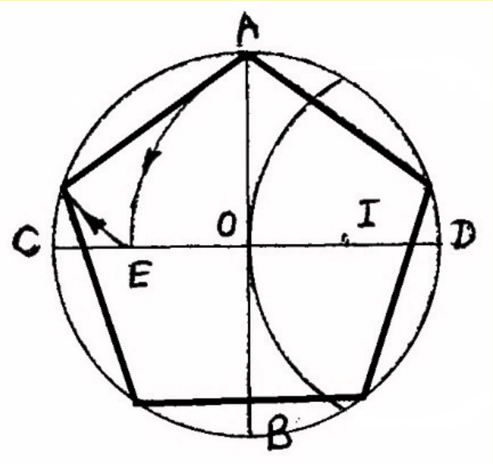
  ☞ ◡CE → D

  ☞ ◡EG → F

  ☞ ◡GA → H

➔ អដ្ឋកោណ ABCDEFGH

២.៦.៥. សំណង់បញ្ចកោណចារឹកក្នុងរង្វង់



ឧ. គូសបញ្ចកោណចារឹកក្នុងរង្វង់ផ្ចិត O

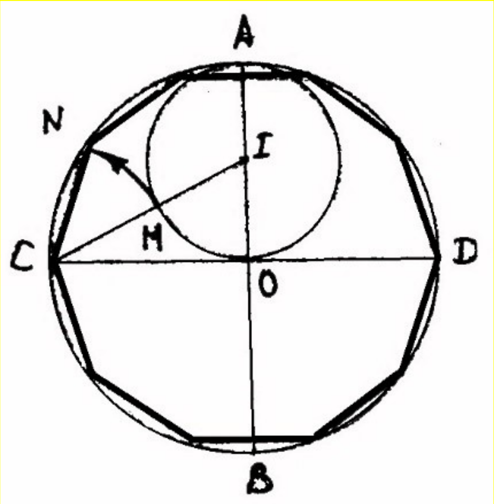
– គូសរង្វង់ផ្ចិត O និងវិជ្ឈមាត្រ AB ⊥ CD ត្រង់ O

– រកចំណុចកណ្ដាល I នៃ OD

– គូសធ្នូ (I, IA) កាត់ CD ត្រង់ E

– AE ជាប្រវែងនៃជ្រុងបញ្ចកោណ

២.៦.៦. សំណង់ទសកោណចារឹកក្នុងរង្វង់



ឧ. គូសទសកោណចារឹកក្នុងរង្វង់ផ្ចិត O

វិធីទី១

– គូសរង្វង់ផ្ចិត O និងវិជ្ឈមាត្រ AB ⊥ CD ត្រង់ O

– រកចំណុចកណ្ដាល I នៃ AO

– គូសរង្វង់ (I, IO)

– ភ្ជាប់ C ទៅ I កាត់រង្វង់ផ្ចិត I ត្រង់ M

– CM ជាប្រវែងជ្រុងទសកោណ

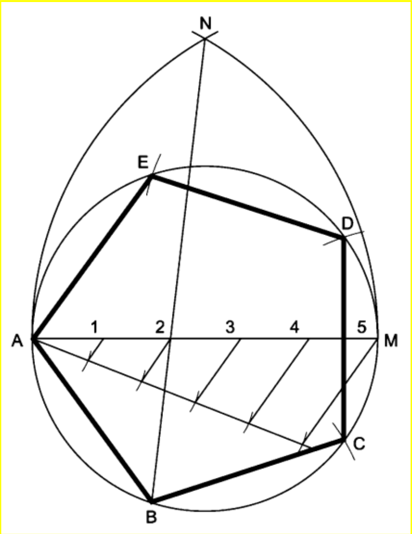
វិធីទី២

– អាចគូសដូចចំណុច ៦.៥ ប៉ុន្តែ OE ជាជ្រុងនៃទសកោណ

២.៦.៧. សំណង់ពហុកោណដោយស្គាល់អង្កត់ផ្ចិតរង្វង់ចារឹក

ឧ. គូសបញ្ចកោណ ABCDE ចារឹកក្នុងរង្វង់អង្កត់ផ្ចិត AM

– គូសរង្វង់អង្កត់ផ្ចិត AM
– ចែកអង្កត់ AM ជា n = 5 ចំណែកស្មើគ្នា (n ជាចំនួនជ្រុងពហុកោណ)
– យក A & M ជាផ្ចិត គូសធ្នូ ២ កាំ AM កាត់គ្នាត្រង់ N
– ភ្ជាប់ N ទៅលេខ 2 → បន្លាយទៅកាត់រង្វង់ត្រង់ B (កាត់រង្វង់លើកទី២)
– AB ជាប្រវែងជ្រុងបញ្ចកោណ



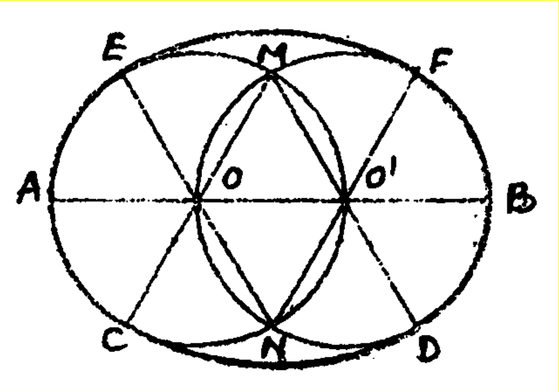
២.៧ សំណង់ខ្សែកោងដែលនិយមប្រើ

២.៧.១. រាងពងក្រពើ

គេឲ្យ: អ័ក្ស AB = 3R

– ចែក AB ជា ៣ ចំណែកស្មើគ្នា |AO| = |OO′| = |O′B| = R
– គូសរង្វង់ (O, R) និង (O′, R) កាត់គ្នាត្រង់ M & N
– យក M & N ជាផ្ចិត គូសធ្នូកាំ 2R ប៉ះរង្វង់ផ្ចិត O & O′ ត្រង់ C, D, E, F

➔ រាងពងក្រពើ ACDBFE

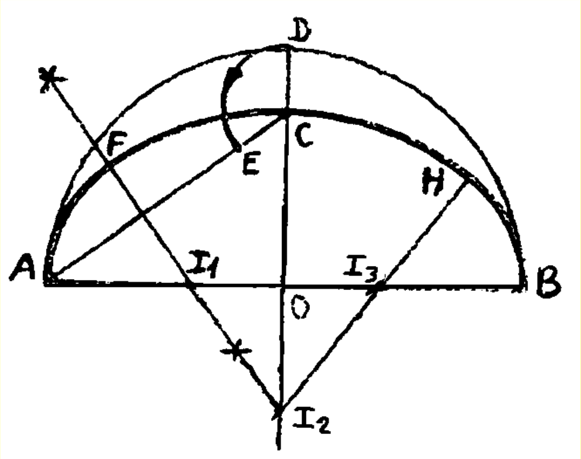


២.៧.២. រាងគូទកញ្ចើផ្ចិត ៣

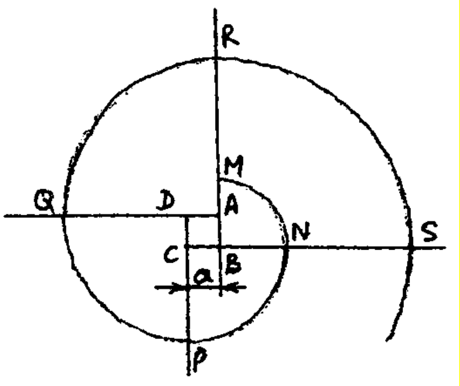
គេឲ្យ: ប្រវែង AB និងកម្ពស់ OC

- គូសរង្វង់ (O, OA) កាត់ OC ត្រង់ D
- ភ្ជាប់ AC
- គូសរង្វង់ (C, CD) កាត់ AC ត្រង់ E
- គូសបន្ទាត់កែងនឹង AE ចំពាក់កណ្ដាល កាត់ AO ត្រង់ I1 កាត់ OC ត្រង់ I2
- យក I 3 ឆ្លុះនឹង I1 ធៀបនឹង I2C
- យក I1 & I3 ជាផ្ចិត គូសធ្នូកាំ I1A & I3B កាត់ I2I1 ត្រង់ F និង I2I3 ត្រង់ H
- យក I2 ជាផ្ចិត គូសធ្នូកាំ I2C កាត់តាម F & H

➔ រាងគូទកញ្ចើ AFCHB



២.៧.៣. ខ្សែគូទខ្យងផ្ចិត ៤



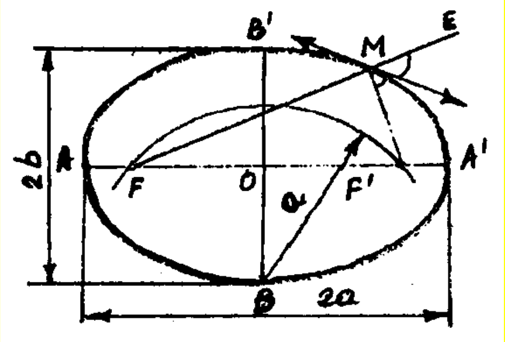
- គូសការេ ABCD មានប្រវែងជ្រុង a
- យក A, B, C, D ជាផ្ចិត គូសធ្នូកាំ a, 2a, 3a, 4a
- ធ្នូទាំងអស់ភ្ជាប់គ្នាពីមួយទៅមួយត្រង់ M, N, P, Q

➔ ខ្សែគូទខ្យងព័ទ្ធជុំវិញការេជារៀងរហូតគ្មានទីបញ្ចប់

២.៧.៤. អេលីប

ក. និយមន័យ:

ខ្សែកោងរាបស្មើដែលចម្ងាយពីចំណុចនឹងពីរ F & F′ មានតម្លៃថេរ បង្កើតបានជាអេលីប ។



- F & F′ ជា កំណុំ
- MF & MF′ ជា កាំរ៉ិចទ័រ

ខ. លក្ខណៈ:

- អ័ក្សទាំង ២ របស់អេលីបជាអ័ក្សឆ្លុះ
  - AA′ ជា អ័ក្សធំ
  - BB′ ជា អ័ក្សតូច

  } កាត់គ្នាត្រង់ផ្ចិតឆ្លុះ
- AA′ ជាផលបូករ៉ិចទ័រ
- $|BF| = |BF'| = \frac{|AA'|}{2}$ ➔ សម្រាប់រកកំណុំរបស់អេលីប
- បន្ទាត់ប៉ះត្រង់ M ជាបន្ទាត់ពុះមុំ F′ME

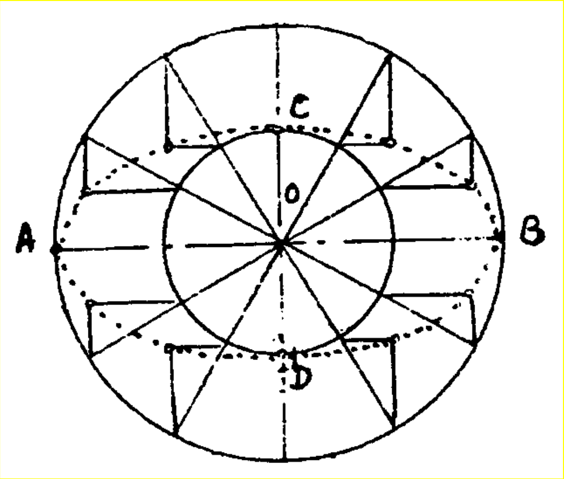
គ. ការគូសអេលីប

១. ដោយគូសរង្វង់ ២

- គូសរង្វង់ ២ ផ្ចិតរួម O មានអង្កត់ផ្ចិតស្មើអ័ក្សតូច និងអ័ក្សធំ របស់អេលីប
- ចែករង្វង់ជាចំណែកស្មើគ្នា (ឧ. ជា ១២ ចំណែក)
- ភ្ជាប់ចំណុចនីមួយៗកាត់តាមផ្ចិត O
- តាមចំណុចនីមួយៗលើរង្វង់តូច គូសបន្ទាត់ស្របនឹងអ័ក្សធំ

– តាមចំណុចនីមួយៗលើរង្វង់ធំ គូសបន្ទាត់ស្របនឹងអ័ក្សតូច

➔ ចំណុចប្រសព្វគ្នាទាំងឡាយ ជា ចំណុចរបស់អេលីប



២. ដោយគូសកំណុំ

– គូសអ័ក្ស ២ កែងគ្នា (AB កែង CD)

– ដៅចំណុច f & f′ (យក C ឬ D ផ្ចិត គូសធ្នូកាំ IA កាត់ AB)

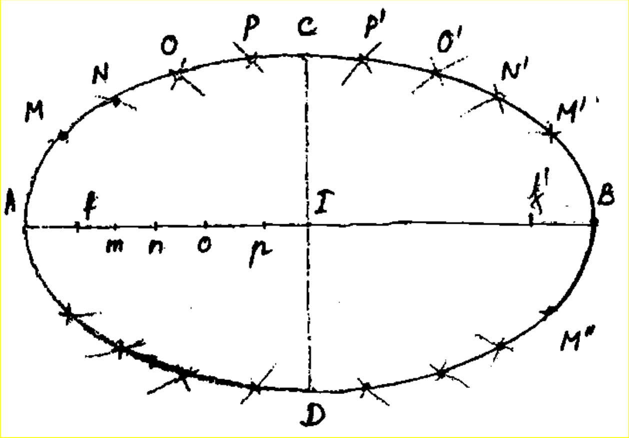
– ដៅចំណុច m, n, o, p, … លើអ័ក្សធំ

– យក f និង f′ ជាផ្ចិត គូសធ្នូកាំ Am & Bm កាត់គ្នាត្រង់ M

  – fM + f′M = Am + Bm = 2 d

– ធ្វើដូចគ្នាចំពោះ n, o, p, … បានចំណុច N, O, P

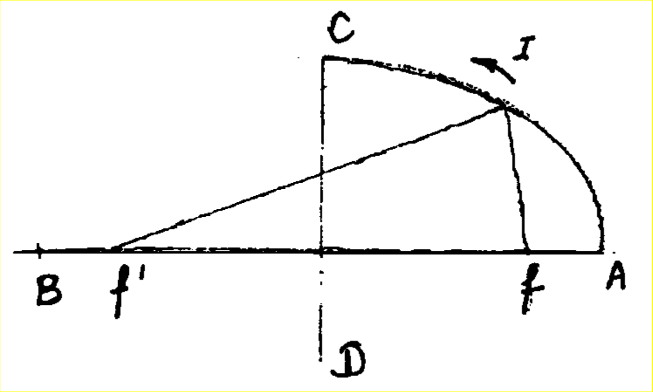
យកចំណុចនីមួយៗឆ្លុះធៀបនឹងអ័ក្សធំ និងអ័ក្សតូច ➔ ចំណុចរបស់អេលីប



៣. ដោយសង់ស្លួនច្បារ

- ប្រើខ្សែប្រវែង 2a (a = ½ អ័ក្សធំ)
- សង្កត់ចុងខ្សែជាប់ត្រង់កំណុំ f & f′
- ចំណុច I ចល័តតាមបណ្តោយខ្សែ

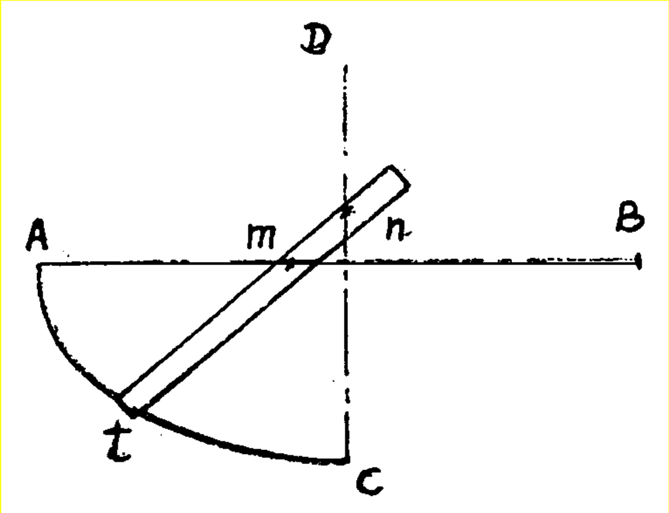
➔ បង្កើតជាអេលីប



៤. ដោយប្រើបន្ទាត់

- ប្រើក្រដាស ឬ បន្ទាត់
- យក tm = ½ អ័ក្សតូច
- យក tn = ½ អ័ក្សធំ
- បង្វិលបន្ទាត់ឲ្យ m រត់លើអ័ក្សធំ និង n រត់លើអ័ក្សតូច

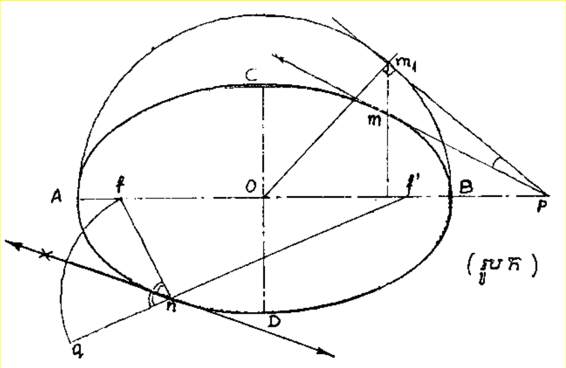
➔ t គូសបានជាអេលីប

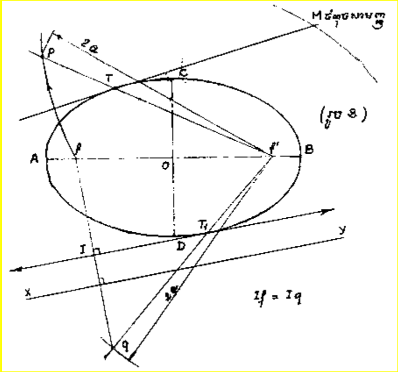


ឃ. បន្ទាត់ប៉ះនឹងអេលីប

មានវិធី ២ យ៉ាងដើម្បីគូសបន្ទាត់ប៉ះនឹងអេលីប

1. គូសបន្ទាត់ប៉ះនៃមុំខាងក្រៅបង្កើតដោយកាំវ៉ិចទ័រទាំង ២ ត្រង់ចំណុចប៉ះ
2. គូសរង្វង់លើអ័ក្សធំ → បន្ទាត់ប៉ះនឹងរង្វង់និងអេលីបត្រង់ចំណុច ២ មានអាប់ស៊ីសដូចគ្នា និងប្រសព្វគ្នាត្រង់កន្លែងតែមួយ លើបន្លាយនៃអ័ក្សធំ





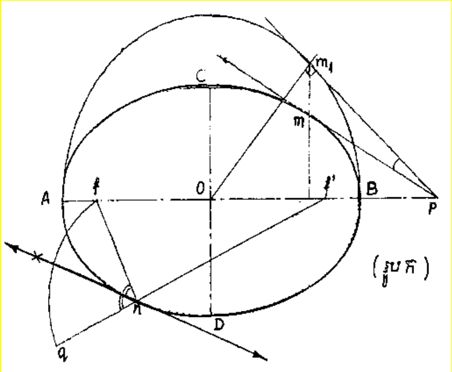
ង. សំណង់បន្ទាត់ប៉ះត្រង់ចំណុចមួយរបស់អេលីប

វិធីទី១

- ត្រង់ចំណុច n របស់អេលីប គូសកាំវ៉ិចទ័រ fn & f′n
- បន្លាយ f′n ឲ្យបាន |nq| = |fn|
- គូសបន្ទាត់ពុះមុំ fnq

➔ បន្ទាត់ប៉ះ

អេលីបត្រង់ n

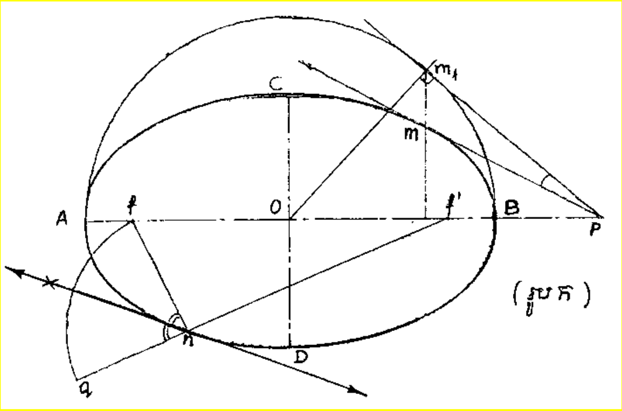


វិធីទី២: សំណង់បន្ទាត់ប៉ះត្រង់ចំណុច m របស់អេលីប

- លើអង្កត់ AB គូសរង្វង់ (O, |OB| = |OA|)
- ត្រង់ m ទម្លាក់បន្ទាត់កែងមក AB បន្លាយឡើងលើ កាត់រង្វង់ត្រង់ m1
- គូសបន្ទាត់ប៉ះនឹងរង្វង់ត្រង់ m1 បន្លាយមកកាត់ AB ត្រង់ P
- ភ្ជាប់ P ទៅ m

➔ បន្ទាត់ប៉ះអេលីបត្រង់ m

សម្គាល់: វិធីទី២ នេះ គេមិននិយមប្រើទេ ព្រោះបើ m ខិតកាន់តែជិត C → P ស្ថិតនៅកាន់តែឆ្ងាយ អាចនៅក្រៅក្រដាសគំនូរ



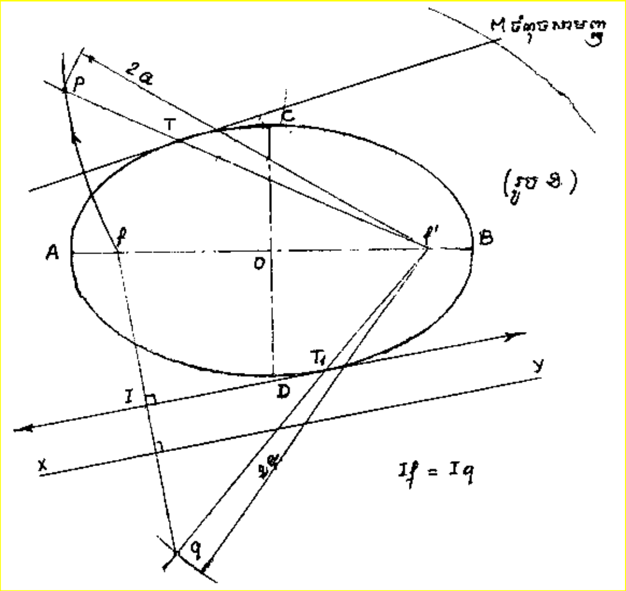
ច. សំណង់បន្ទាត់ប៉ះនឹងអេលីបកាត់តាមចំណុច M (M នៅក្រៅអេលីប)

– ត្រង់ M គូសធ្នូ (M, Mf) និង ត្រង់ f′ គូសធ្នូ (f′, 2a = AB) កាត់គ្នា P

– ភ្ជាប់ f′ ទៅ P កាត់អេលីបត្រង់ T

– ភ្ជាប់ M ទៅ T

➔ MT ជាបន្ទាត់ប៉ះ កែងនឹង Pf ត្រង់ចំណុចកណ្តាល



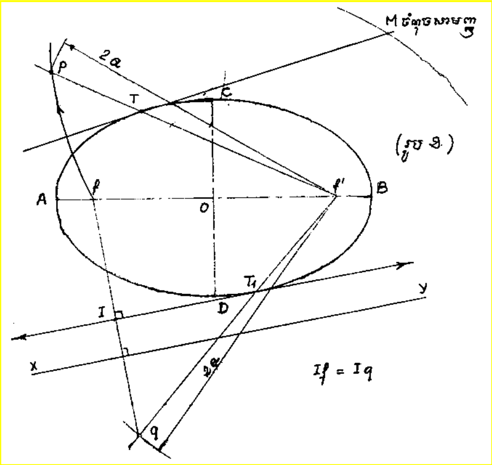
ឆ. សំណង់បន្ទាត់ប៉ះនឹងអេលីប ហើយស្របនឹងបន្ទាត់ xy

– ត្រង់កំណុំ f ទម្លាក់បន្ទាត់កែងនឹង xy

– ត្រង់ f គូសធ្នូ (f, 2a) កាត់បន្ទាត់កែងត្រង់ q

– ភ្ជាប់ f′ ទៅ q កាត់អេលីបត្រង់ T1

➔ បន្ទាត់ IT1 ជាបន្ទាត់ប៉ះនឹងអេលីបត្រង់ T1 ដែលកែងនឹង fq ត្រង់ I



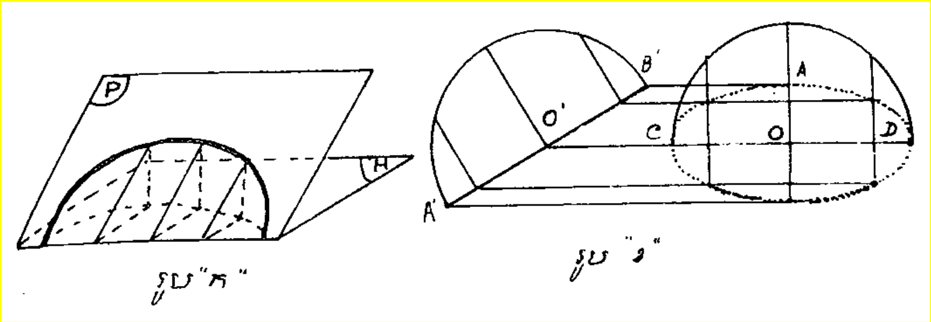
ជ. ករណីពិសេសនៃចំណោលកែងរបស់រង្វង់

ករណីខ្លះ រង្វង់មិនកែង និងមិនស្របទៅនឹងប្លង់ចំណោល → ចំណោលលើប្លង់ជាអេលីប

ដើម្បីកំណត់ចំណោលកែងលើ A′B′

- សង់កន្លះរង្វង់ (O′, |O′A′|=|O′B′|)
- ចែកធ្នូ A′B′ ជាចំណែកស្មើគ្នា (ឧ. ជា ៣ ចំណែក) រួចទម្លាក់ចំណោលកែងលើ A′B′
- ក្នុងប្លង់ចំណោលត្រង់ O គូសកន្លះរង្វង់ CD (O, |OC|=|OD|=|O′A′|)
- ចែកធ្នូ CD ជាចំណែកស្មើគ្នា (ឧ. ជា ៣ ចំណែក) ពីចំណុចទាំងនោះ សង់បន្ទាត់កែងនឹង CD
- គូសបន្ទាត់ចំណោលចេញពីចំណុចចែកលើ A′B′ ទៅកាត់បន្ទាត់កែងនឹង CD

➔ចំណុចប្រសព្វជាចំណុចរបស់អេលីប ដែលជាចំណោលកែងរបស់រង្វង់



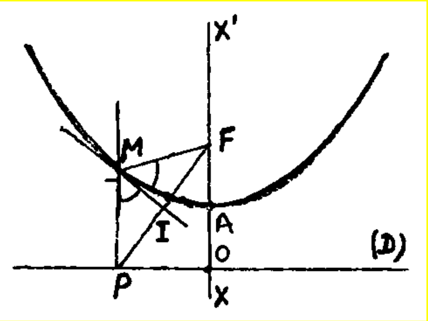
២.៧.៥. ប៉ារ៉ាបូល

ក. និយមន័យ:

ជាខ្សែកោងស្មើ មិនបិទជិត ដែលចំណុចនីមួយៗរបស់វាស្ថិតនៅចម្ងាយស្មើគ្នាពី ៖

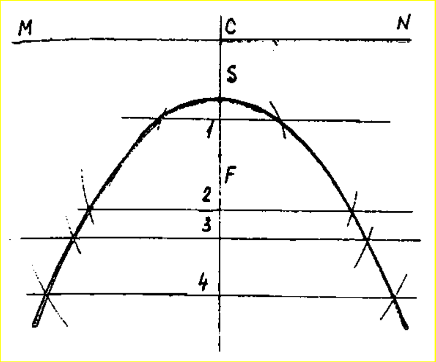
- ចំណុចនឹងមួយ (កំណុំ)
- បន្ទាត់នឹងមួយ (បន្ទាត់ប្រាប់ទិស)

ខ. លក្ខណៈ



- ប៉ារ៉ាបូលមានអ័ក្សឆ្លុះ xx′
- កំពូល A ជាចំណុចកណ្តាលនៃបន្ទាត់ប្រាប់ទិស (D) និងកំណុំ F
- បន្ទាត់ប៉ះត្រង់ M ជាបន្ទាត់ពុះមុំ PMF

គ. ការសង់ប៉ារ៉ាបូល



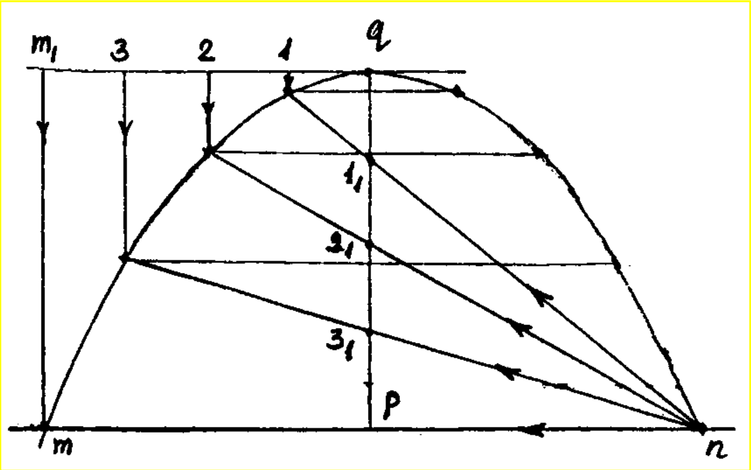
១. ស្គាល់បន្ទាត់ប្រាប់ទិស (MN) និងកំណុំ F

- គូសបន្ទាត់កែងពី F ទៅលើ MN ត្រង់ C
- ដៅចំណុចកណ្តាល S នៃ FC
- ទម្លាក់បន្ទាត់ SF រួចដៅចំណុចសាមញ្ញ 1, 2, 3, 4, …
- គូសបន្ទាត់ស្របនឹង MN កាត់តាមលេខទាំងនេះ
- យក F ជាផ្ចិត គូសធ្នូកាំ 1C, 2C, 3C, 4C, … កាត់បន្ទាត់ស្របតាមចំណុចរបស់ប៉ារ៉ាបូល

២. ស្គាល់ទទឹង mn និងជម្រៅ pq

- គូសបន្ទាត់ qm1 ស្របនឹង mn និងបន្ទាត់ mm1 ស្របនឹង pq
- ចែក qm1 និង pq ជាចំណែកស្មើគ្នា (ឧ. ជា ៤ ចំណែក 1, 2, 3 លើ qm1 និង 11, 21, 31 លើ pq)
- ពីចំណុចលើ qm1 គូសបន្ទាត់ស្របនឹង pq
- គូសបន្ទាត់ចេញពី n កាត់តាម 11, 21, 31 កាត់នឹងបន្ទាត់ដែលមានលេខដូចគ្នា
- ដៅចំណុចកាត់គ្នាឆ្លុះនឹង pq

➔ ប៉ារ៉ាបូលចង់បាន



ឃ. សង់បន្ទាត់ប៉ះនឹងប៉ារ៉ាបូលត្រង់ A

– ភ្ជាប់ F ទៅ A

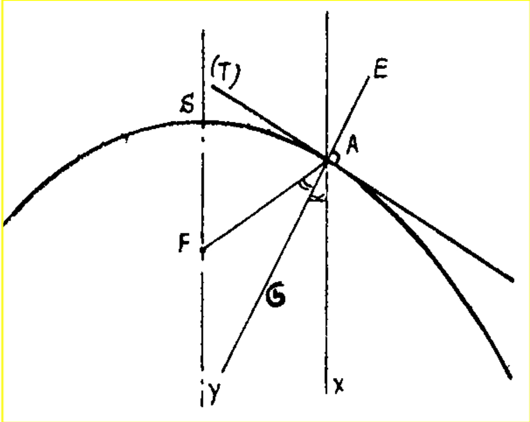
– ត្រង់ A គូសបន្ទាត់ (x) ស្របនឹងអ័ក្សឆ្លុះ (y)

– គូសបន្ទាត់ (EG) ពុះមុំ FAx

– គូសបន្ទាត់ (T) កែងនឹង (EG)

➔ T ជាបន្ទាត់ប៉ះប៉ារ៉ាបូលត្រង់ A

សម្គាល់: អាចគូសបន្ទាត់ (T) ពុះមុំ FAx ខាងលើ



២.៧.៦. ស៊ីក្លូអ៊ីត

ក. និយមន័យ:

ជាខ្សែកោងរបស់ចំណុចមួយនៃរង្វង់ដែលរមៀល ដោយគ្មានរអិល លើបន្ទាត់នឹងមួយ។

ខ. សំណង់ស៊ីក្លូអ៊ីតនៃរង្វង់កាំ R

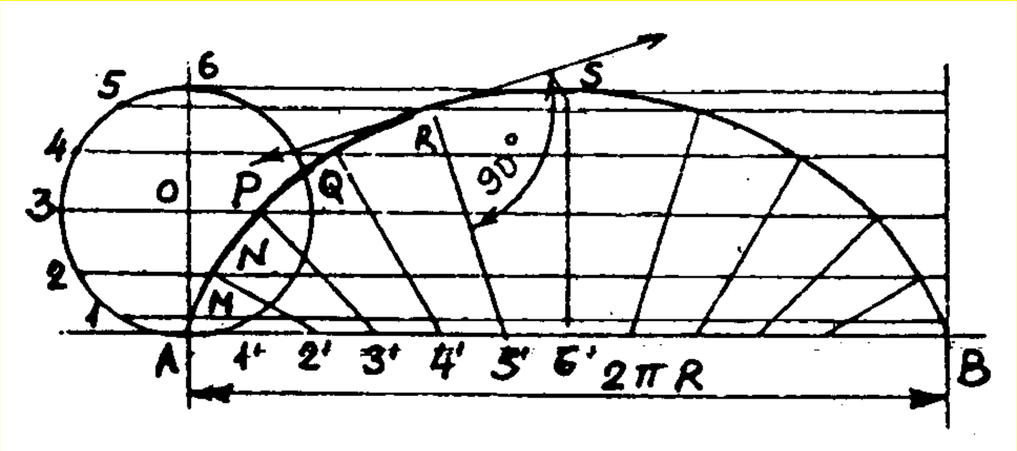
– គូសអង្កត់ |AB| = 2πR និងរង្វង់ (O, |OA| = R)

– ចែករង្វង់ផ្ចិត O និងអង្កត់ AB ជាចំណែកស្មើគ្នា (ឧ. ជា ១២ ចំណែក)

– ចេញពីចំណុច 1 ដល់ 12 គូសបន្ទាត់ស្របនឹង AB

– ចេញពីចំណុច 1′ 12′ គូសបន្ទាត់ស្របនឹង A1 ដល់ A12 គេបានចំណុច M, N, P, Q, R, … ដែលជាចំណុចនៃស៊ីក្លូអ៊ីត

គ. បន្ទាត់ប៉ះនឹងស៊ីក្លូអ៊ីត → បន្ទាត់ប៉ះនឹងស៊ីក្លូអ៊ីតត្រង់ចំណុច R ត្រូវកែងនឹង 5′R



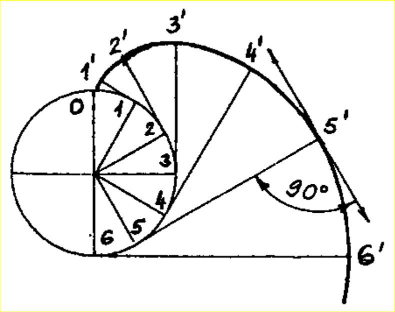
២.៧.៧. ខ្សែកោងវង្វង់ពន្លាត

ក. និយមន័យ:

ជាខ្សែកោងរបស់ចំណុចមួយនៃបន្ទាត់ដែលរមៀល ដោយគ្មានរអិល លើរង្វង់នឹងមួយ។

ខ. សង់ខ្សែកោងវង្វង់ពន្លាត

- ចែករង្វង់ជាចំណែកស្មើគ្នា (ឧ. ជា ១២ ចំណែក)
- គូសបន្ទាត់ប៉ះនឹងរង្វង់ត្រង់ចំណុចទាំងនោះ
- លើបន្ទាត់ប៉ះ ដៅ |11′| = ប្រវែងធ្នូ O1, |22′| = ប្រវែងធ្នូ O2, ...



គ. បន្ទាត់ប៉ះនឹងរង្វង់ពន្លាត

បន្ទាត់ប៉ះនឹងរង្វង់ពន្លាតត្រង់ចំណុច 5′ ត្រូវកែងនឹង 55′។

ជំពូកទី៣៖ ធរណីមាត្រក្នុងលំហ

របៀបគូរធរណីមាត្រក្នុងលំហ

ក្នុងគំនូរបច្ចេកទេស ការគូររាងធរណីមាត្រក្នុង យើងត្រូវស្គាល់ចំនុចគ្រឹះដំបូង ដូចជាការគូរចំណុច ក្នុងប្លង់ គូរបន្ទាត់ និងប្លង់ និងយល់ពីរបៀបនៃការចំណោលកែងរបស់អង្គធាតុ ទៅប្លង់ជាមុនសិន។

៣.១ បន្ទាត់ និងប្លង់

– មានវត្ថុជាច្រើននៅជុំវិញយើងដែលមានរូបភាពជាកំណាត់ប្លង់

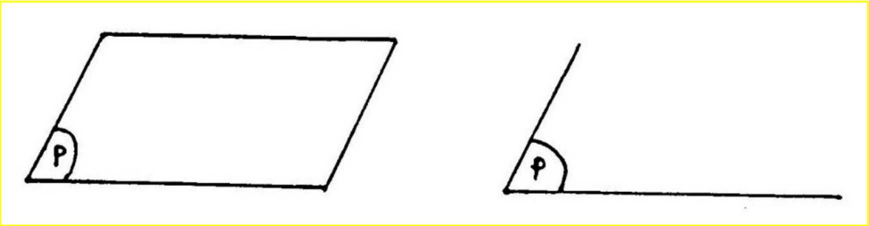
ឧ. ក្រដាសមួយសន្លឹក, ផ្ទៃរាបរបស់កញ្ចក់, ផ្ទៃក្តារខៀន, ជញ្ជាំងថ្នាក់រៀន ។ល។

❖ ប្លង់គ្មានព្រំដែនទេ ៖

– ពេលគូសត្រូវកំណត់តាមសន្ទតដោយវណ្ឌៃមួយ

– ជាទូទៅ វណ្ឌៃមានរាងជាចតុកោណ តាងដោយប្រលេឡូក្រាម ឬកន្លះ ២ មានគល់រួម

– ជាទូទៅ គេប្រើអក្សរធំតាងឲ្យប្លង់មួយ ឧ. ប្លង់ (P)



៣.២ លក្ខណៈសម្គាល់នៃប្លង់

❖ បើបន្ទាត់មួយមានចំណុចរួម ២ ជាមួយប្លង់ ១ ➔ គ្រប់ចំណុចទាំងអស់របស់បន្ទាត់ស្ថិតក្នុងប្លង់នោះ

– កាលណាយកបន្ទាត់មួយដាក់លើផ្ទៃរាបស្មើមួយ ឬកំណាត់ប្លង់ ➔ ស្នាមបន្ទាត់ជិតចាប់នឹងផ្ទៃនោះ

❖ បើប្លង់ ២ ខុសគ្នាមានចំណុចរួម ១ ➔ ប្លង់ទាំង ២ កាត់គ្នាត្រង់បន្ទាត់ ១ កាត់តាមចំណុចរួមនោះ

– ឧ. ផ្ទៃទឹកនឹងថ្កល់ និងជញ្ជាំងរបស់ទំនប់ទឹកមួយ ➔ ស្នាមលើជញ្ជាំងជាបន្ទាត់រួមមួយរវាងផ្ទៃទឹក និងជញ្ជាំងទំនប់

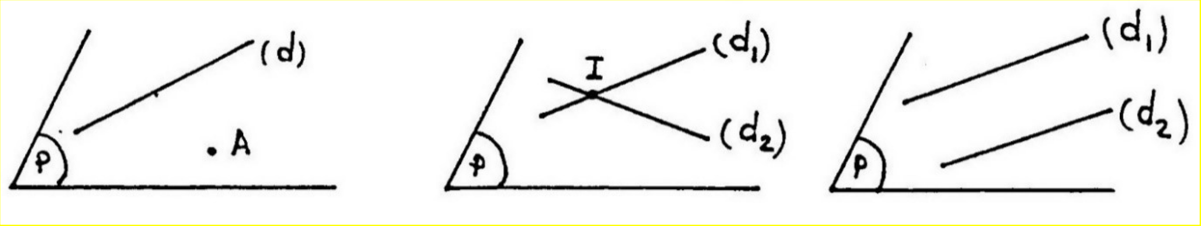
❖ មានប្លង់តែមួយគត់កាត់តាមចំណុច ៣ មិនស្ថិតនៅលើបន្ទាត់តែមួយ

– ឧ. ជើងម៉ាស៊ីនថតរូប

៣.៣ ការកំណត់ប្លង់

មានចំណុច A, B, C មិនរត់ត្រង់ជួរក្នុងប្លង់មួយ ➔ កំណត់ទីតាំងប្លង់បាន

- វិបាក ១: តាមបន្ទាត់ ១ និងចំណុច ១ មិននៅលើបន្ទាត់ ➔ មានប្លង់តែ ១ គត់កាត់តាមនោះ
- វិបាក ២: តាមបន្ទាត់ ២ កាត់គ្នា ➔ មានប្លង់តែ ១ គត់កាត់តាមនោះ
- វិបាក ៣: តាមបន្ទាត់ ២ ស្របគ្នា ➔ មានប្លង់តែ ១ គត់កាត់តាមនោះ

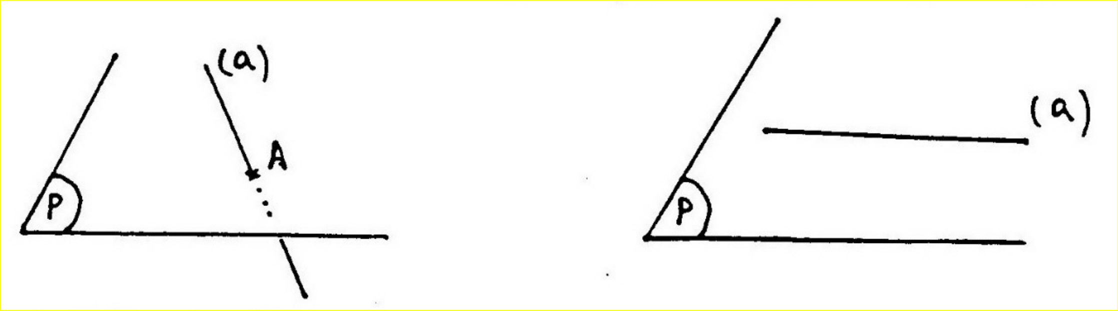


៣.៤ ទីតាំងរវាងបន្ទាត់ និងប្លង់

❖ បើបន្ទាត់ (a) និងប្លង់ (P) មានចំណុច A រួមមួយ ➔ បន្ទាត់ (a) ទម្លុះប្លង់ (P) កាត់ប្លង់ (P) ត្រង់ A

- ចំណុច A ហៅថា គល់ប្រសព្វរវាងប្លង់ (P) និងបន្ទាត់ (a)

❖ បើបន្ទាត់ (a) និងប្លង់ (P) គ្មានចំណុចរួម ➔ បន្ទាត់ (a) ស្របប្លង់ (P)

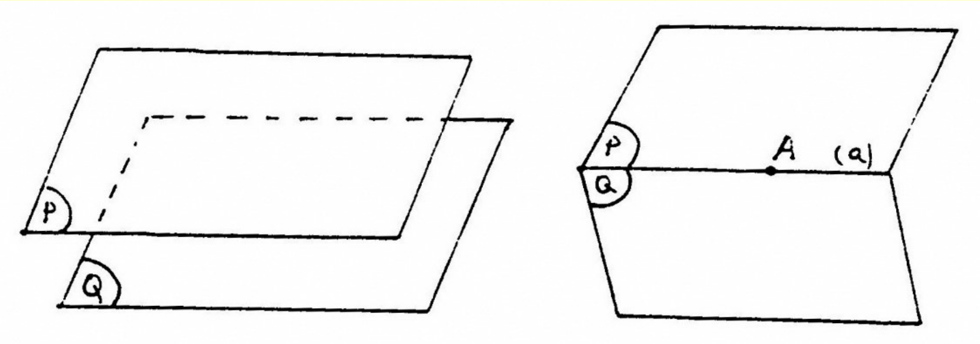


៣.៥ ទីតាំងរបស់ប្លង់ និងប្លង់

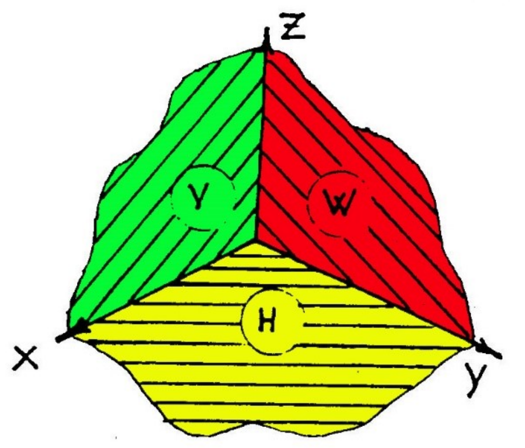
ប្លង់ ២ អាច ៖ កាត់គ្នាបានបន្ទាត់ ១ ឬ ស្របគ្នា

❖ បើប្លង់ (P) និងប្លង់ (Q) មានចំណុច A រួមមួយ ➔ ប្លង់ (P) និង (Q) កាត់គ្នាបានបន្ទាត់ (a) កាត់តាមចំណុច A

❖ បើប្លង់ (P) និងប្លង់ (Q) គ្មានចំណុចរួម ➔ ប្លង់ (P) ស្របប្លង់ (Q)



សញ្ញាណក្នុងលំហ



មានប្លង់ ៣ សន្ធុតដូចខាងក្រោម ៖

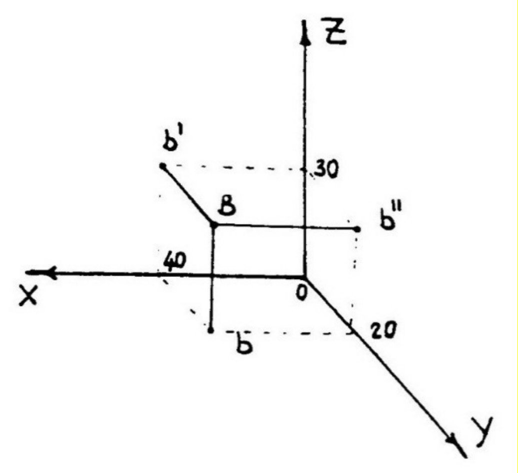
- ប្លង់មុខ តាងដោយ (V)
- ប្លង់ដេក តាងដោយ (H)
- ប្លង់ចំហៀង តាងដោយ (W)

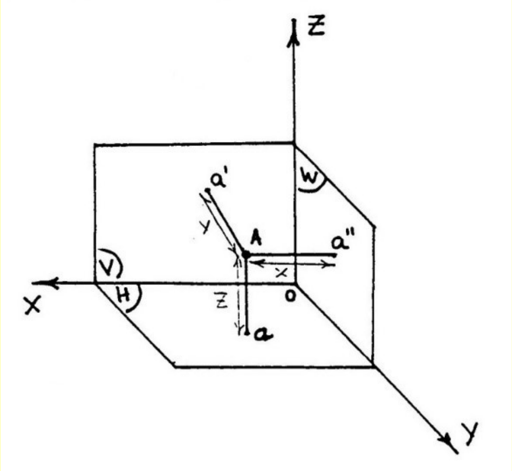
៣.៦ ការកំណត់ចំណុចក្នុងលំហ

មានចំណុច A មួយក្នុងលំហ ៖ ទម្លាក់ចំណោលកែងរបស់វាលើប្លង់ទាំង ៣

- ចំណុច a ជាចំណុចចំណោលកែងលើប្លង់ដេក (H)
- ចំណុច a′ ជាចំណុចចំណោលកែងលើប្លង់មុខ (V)
- ចំណុច a″ ជាចំណុចចំណោលកែងលើប្លង់ចំហៀង (W)

ឧ. សង់ចំណុច B ក្នុងលំហដែលមាន $x = 40, y = 20, z = 30$



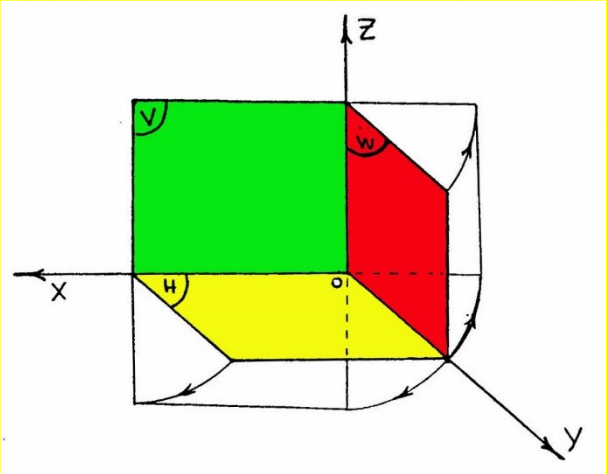


៣.៧ អេព្យួរ

អេព្យួរគឺជារូបភាពលាតរបស់ប្លង់ក្នុងលំហ ដែលបានពន្លាតដូចខាងក្រោម ៖

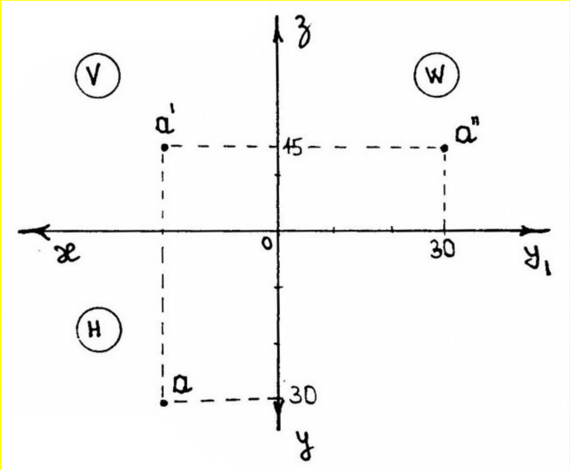
- ទុកប្លង់ (V) ឲ្យនៅស្ងៀម
- ទម្លាក់ប្លង់ (H) ចុះស្របនឹងបន្ទាត់ (oz) ➔ កែងនឹង (oy)
- លាប្លង់ (W) ឲ្យស្របនឹង (ox)

➔ កែងនឹង (oy)



សង់អេព្យួររបស់ចំណុច A មួយក្នុងលំហ ដែលមានតម្លៃ x = 20, y = 30, z = 15

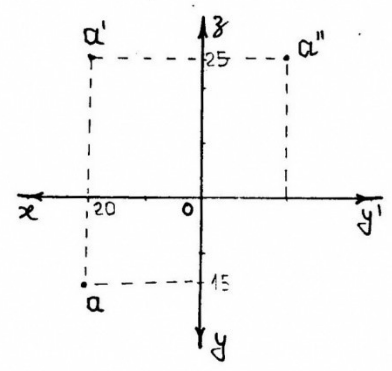
- លើ (ox) ដៅតម្លៃ ២០ មម, គូសបន្ទាត់ស្របនឹង (yz)
- លើ (oy) និង (oy1) ដៅតម្លៃ ៣០ មម, គូសបន្ទាត់ស្របនឹង (xy1) & (yz)
- លើ (oz) ដៅតម្លៃ ១៥ មម, គូសបន្ទាត់ស្របនឹង ((xy1)
- បន្ទាត់ស្របកាត់គ្នាលើប្លង់ (H) ត្រង់ a, ប្លង់ (V) ត្រង់ a′ និង (W) ត្រង់ a″

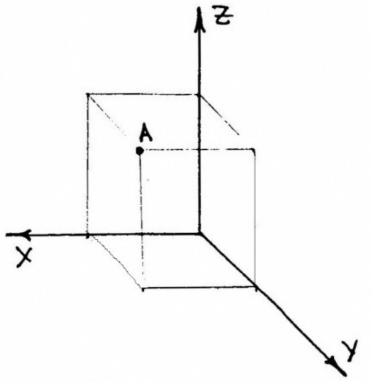


ទីតាំងនៃចំណុចក្នុងលំហ

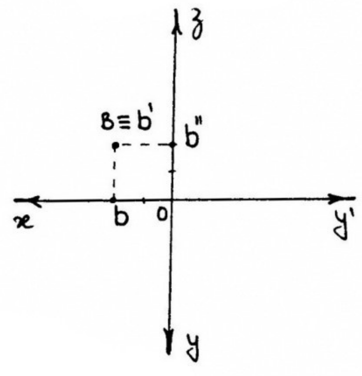
- ☞ បើចំណុច A1 នៅក្នុងលំហ ➔ x ≠ 0, y ≠ 0, z ≠ 0
- ☞ បើចំណុច A2 ស្ថិតក្នុងប្លង់ (H) ➔ x ≠ 0, y ≠ 0, z = 0
- ☞ បើចំណុច A3 ស្ថិតក្នុងប្លង់ (V) ➔ x ≠ 0, y = 0, z ≠ 0
- ☞ បើចំណុច A4 ស្ថិតក្នុងប្លង់ (W) ➔ x = 0, y ≠ 0, z ≠ 0
- ☞ បើចំណុច A5 ស្ថិតលើអ័ក្ស ox ➔ x ≠ 0, y = 0, z = 0
- ☞ បើចំណុច A6 ស្ថិតលើអ័ក្ស oy ➔ x = 0, y ≠ 0, z = 0
- ☞ បើចំណុច A7 ស្ថិតលើអ័ក្ស oz ➔ x = 0, y= 0, z ≠ 0
- ☞ បើចំណុច A8 ស្ថិតលើគល់អ័ក្សត្រង់ o ➔ x = 0, y = 0, z = 0

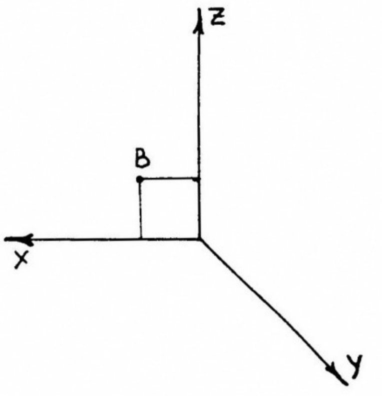
ឧ១ សង់សំណាង់អេព្យូរ និងសំណាង់ក្នុងលំហានៃចំណុច A (20, 15, 25)





ឧ២ សង់សំណាង់អេព្យូរ និងសំណាង់ក្នុងលំហានៃចំណុច B (10, 0, 10)



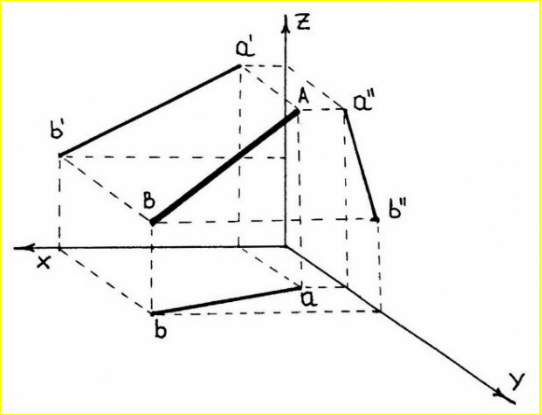


៣.៨ សំណង់បន្ទាត់ក្នុងលំហ

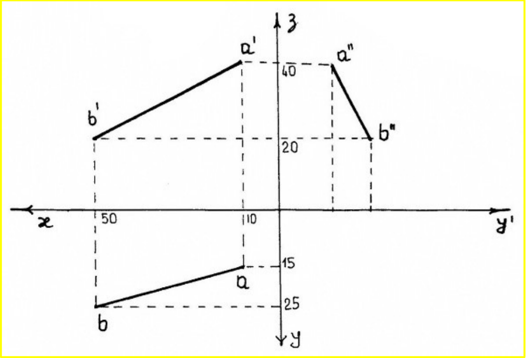
ដើម្បីសង់បន្ទាត់ក្នុងលំហ ទម្លាក់ចំណោលកែងរបស់បន្ទាត់នោះលើប្លង់)H), (V) & (W)

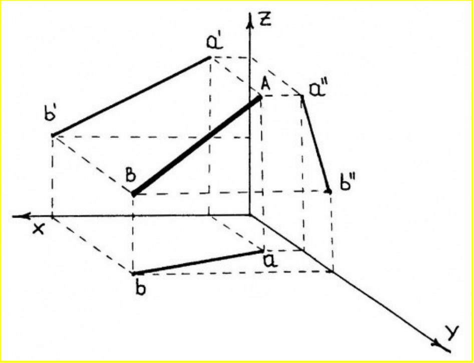
ឧ. សង់បន្ទាត់ (AB) មួយក្នុងលំហ

- ☞ នៅលើចំណុចដើមនៃបន្ទាត់ ➔ A (a, a′, a″)
- ☞ នៅលើចំណុចចុងនៃបន្ទាត់ ➔ B(b, b′, b″)
- ☞ ភ្ជាប់ចំណុចទាំង ២ ពី A ទៅ B
- ☞ (ab) ជាបន្ទាត់ចំណោលលើប្លង់ (H)
- ☞ (a′b′) ជាបន្ទាត់ចំណោលលើប្លង់ (V)
- ☞ (a″b″) ជាបន្ទាត់ចំណោលលើប្លង់ (W)



ឧ. មានចំណុច A (10, 15, 40) និង B (50, 25, 20) ចូរសង់បន្ទាត់ (AB) ក្នុងលំហ និងចំណោលបន្ទាត់ក្នុងអេព្យួរ



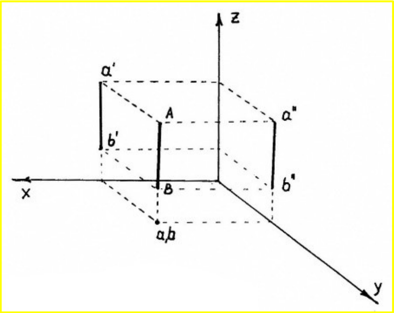


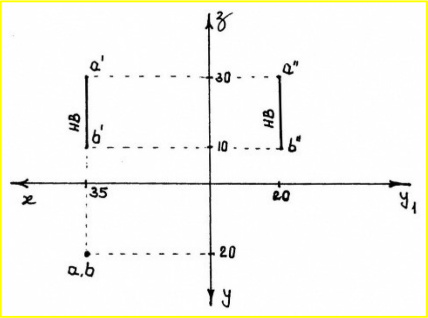
៣.៩ ទីតាំងនៃបន្ទាត់ក្នុងលំហធៀបប្លង់ទាំងបី

ក. ទីតាំងនៃបន្ទាត់សកលៈ ទីតាំងបន្ទាត់ (AB) ពុំមានគ្រួតលើប្លង់ណាមួយឡើយ និងគ្មានរូបពិត (HB) ទេ

ខ. បន្ទាត់ចំណោលកែងនឹងប្លង់ដេកៈ បន្ទាត់ (AB) មានរូបពិត (HB) លើប្លង់ (V) & (W)

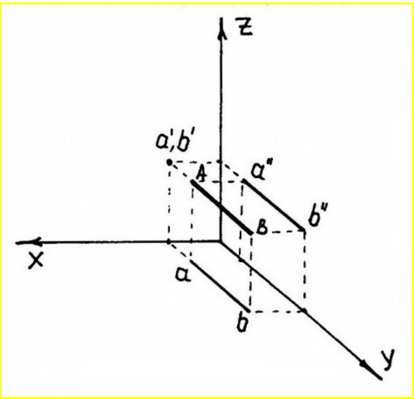
ឧ. បន្ទាត់ (AB) ដែល A (35, 20, 30), B (35, 20, 10)

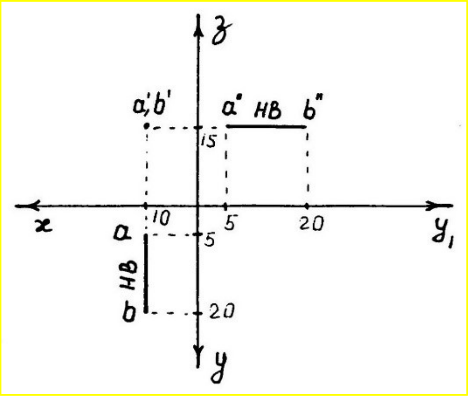




គ. បន្ទាត់ចំណោលកែងនឹងប្លង់មុខ: បន្ទាត់ (AB) មានរូបពិត (HB) លើប្លង់ (H) & (W)

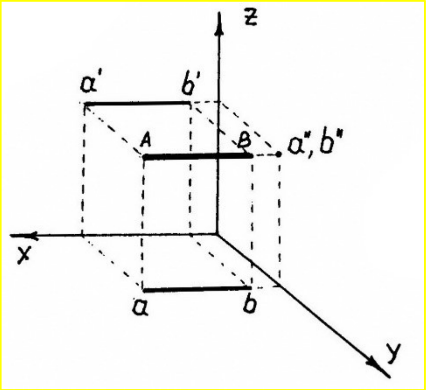
ឧ. បន្ទាត់ (AB) ដែលមាន A (10, 5, 15), B (10, 20, 15)

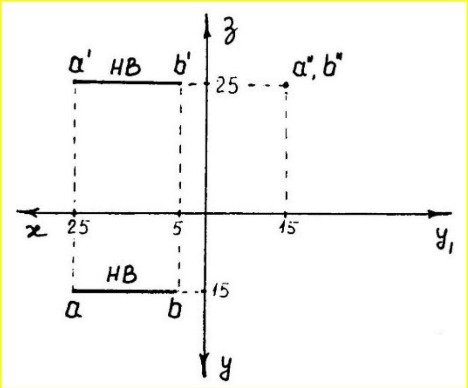




ឃ. បន្ទាត់ចំណោលកែងនឹងប្លង់ចំហៀង: បន្ទាត់ (AB) មានរូបពិត (HB) លើប្លង់ (H) & (V)

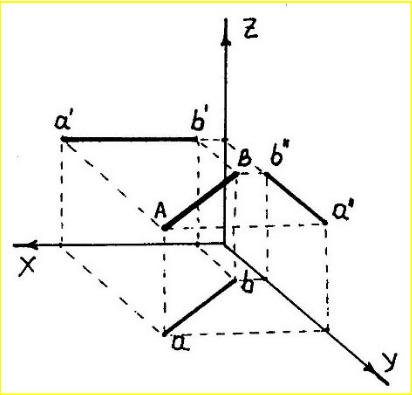
ឧ. បន្ទាត់ (AB) ដែលមាន A (25, 15, 25), B (5, 15, 25)

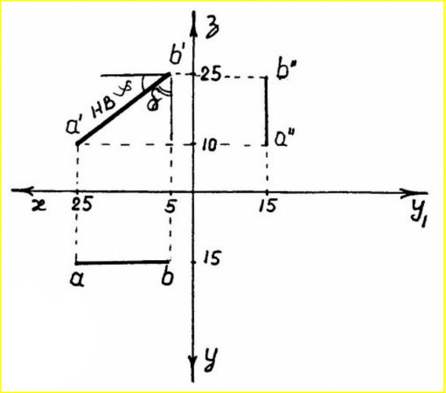




ង. បន្ទាត់ស្របនឹងប្លង់ដេក: បន្ទាត់ (AB) មានរូបពិត (HB) លើប្លង់ (H)

ឧ. បន្ទាត់ (AB) ដែលមាន A (30, 25, 20), B (5, 10, 20)

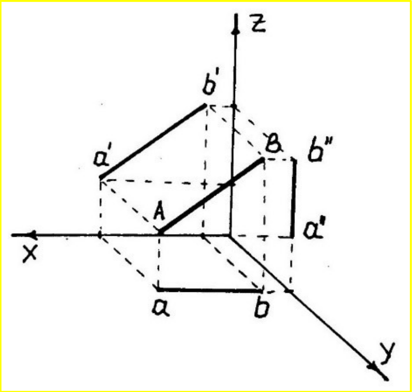


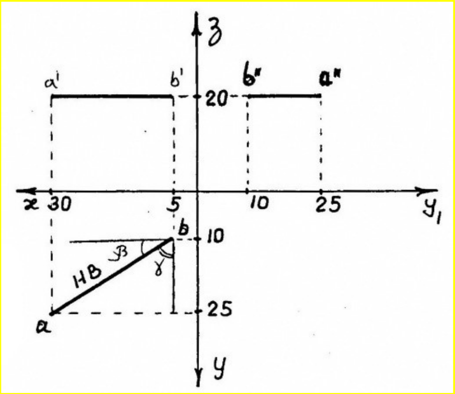


β ជាមុំ (AB) ប្រសព្វនឹង (V) ; γ ជាមុំ (AB) ប្រសព្វនឹង (W)

ច. បន្ទាត់ស្របនឹងប្លង់មុខ: បន្ទាត់ (AB) មានរូបពិត (HB) លើប្លង់ (V)

ឧ. បន្ទាត់ (AB) ដែលមាន A (25, 15, 10), B (5, 15, 25)



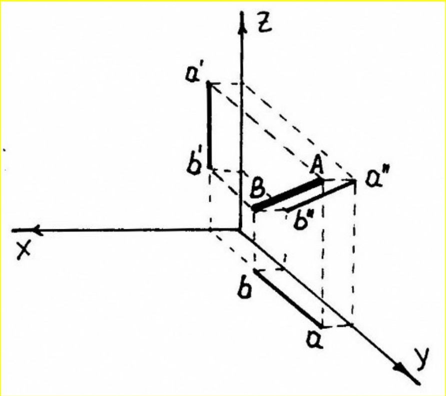


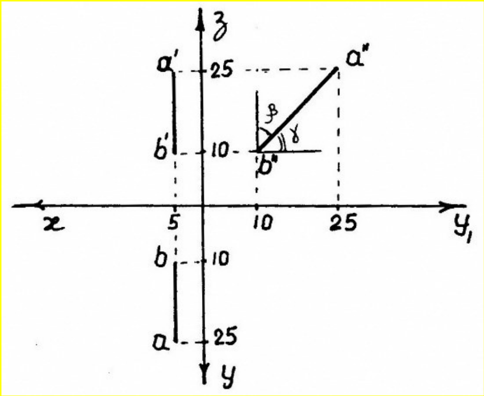
β ជាមុំ (AB) ប្រសព្វនឹង (H)

γ ជាមុំ (AB) ប្រសព្វនឹង (W)

ឆ. បន្ទាត់ស្របនឹងប្លង់ចំហៀង: បន្ទាត់ (AB) មានរូបពិត (HB) លើប្លង់ (W)

ឧ. បន្ទាត់ (AB) ដែលមាន A (5, 25, 25), B (5, 10, 10)





β ជាមុំ (AB) ប្រសព្វនឹង (V)

γ ជាមុំ (AB) ប្រសព្វនឹង (H)

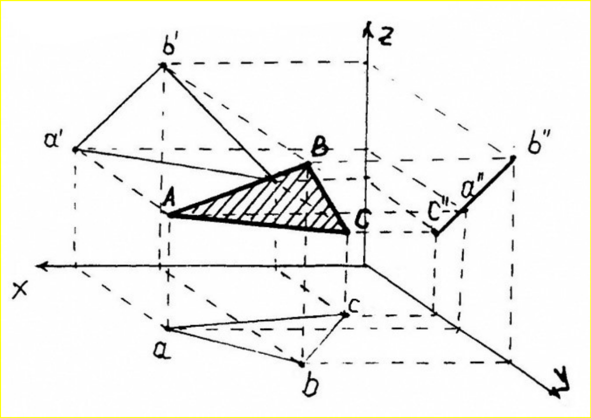
៣.១០ សំណង់នៃកំណាត់ប្លង់ក្នុងលំហ

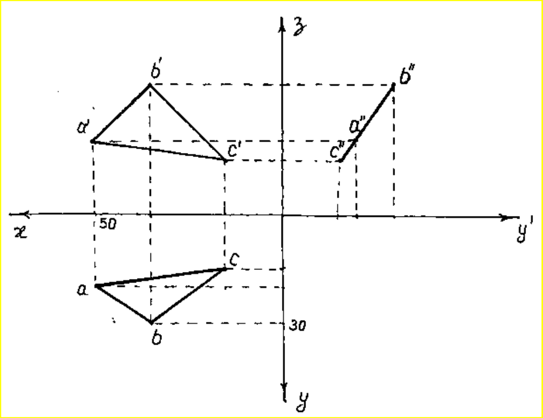
៣.១០.១ សំណង់នៃកំណាត់ប្លង់

ដើម្បីសង់កំណាត់ប្លង់ក្នុងលំហ ត្រូវទម្លាក់ចំណោលកែងនៃកំណាត់ប្លង់នោះលើប្លង់ (H), (V) និង (W)

ឧ. សង់កំណាត់ប្លង់នៃត្រីកោណ ABC ដែលមាន A(50, 20, 20), B(35, 30, 35), C (15, 15, 15)

- ចេញពីចំណុចកំពូល A ធ្វើចំណោលកែងលើប្លង់ទាំងបីបាន a, a′, a″
- ចេញពីចំណុចកំពូល B ធ្វើចំណោលកែងលើប្លង់ទាំងបីបាន b, b′, b″
- ចេញពីចំណុចកំពូល C ធ្វើចំណោលកែងលើប្លង់ទាំងបីបាន c, c′, c″
- ភ្ជាប់ចំណុចទាំងបីនៃត្រីកោណ ABC តាមប្លង់នីមួយៗ យើងបាន ៖
    - ត្រីកោណ abc ជាកំណាត់ប្លង់នៃចំណោលកែងលើប្លង់ដេក
    - ត្រីកោណ a′b′c′ ជាកំណាត់ប្លង់នៃចំណោលកែងលើប្លង់មុខ
    - ត្រីកោណ a″b″c″ ជាកំណាត់ប្លង់នៃចំណោលកែងលើប្លង់ចំហៀង



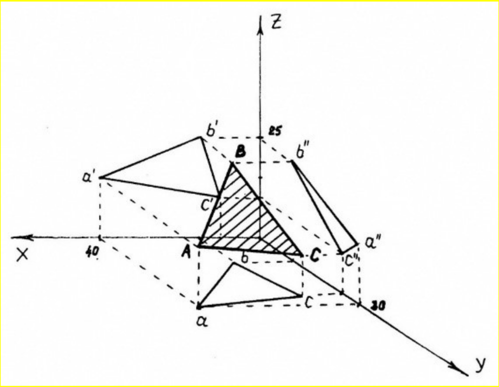


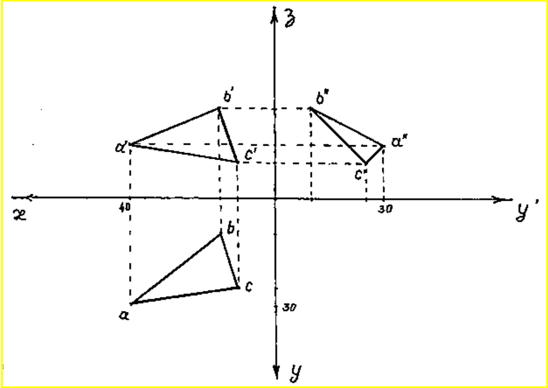
៣.១០.២. ទីតាំងនៃកំណាត់ប្លង់ក្នុងលំហធៀបនឹងប្លង់

១. កំណាត់ប្លង់សកល

កំណាត់ប្លង់នេះគ្មានរូបពិត (HB) នៅលើប្លង់ណាមួយឡើយ ➔ កំណាត់ប្លង់មិនស្រប ឬត្រូត លើប្លង់ណាមួយឡើយ។

ឧ. ត្រីកោណ ABC ដែលមាន A (40, 30, 15), B (15, 10, 25), C (10, 25, 10)

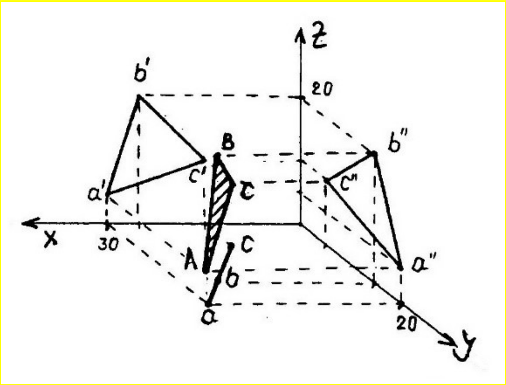


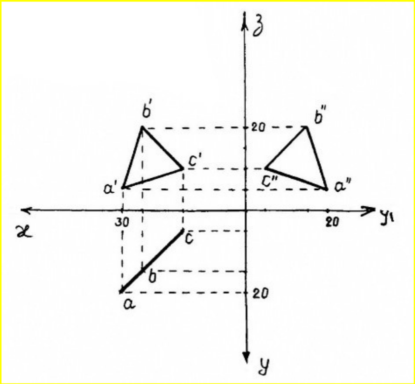


២.កំណាត់ប្លង់នៃចំណោលកែងលើប្លង់ដេក

កំណាត់ប្លង់នេះគ្មានរូបពិត (HB) នៅក្នុងប្លង់ណាមួយឡើយ ប៉ុន្តែចំណោលកែងរបស់វានៅលើប្លង់ដេក គឺជាបន្ទាត់ត្រង់មួយ។

ឧ. ត្រីកោណ ABC ដែលមាន A (30, 20, 5), B (25, 15, 20), C (15, 5, 10)





៣. កំណាត់ប្លង់នៃចំណោលកែងលើប្លង់មុខ

កំណាត់ប្លង់នេះគ្មានរូបពិត (HB) នៅក្នុងប្លង់ណាមួយឡើយ ប៉ុន្តែចំណោលកែងរបស់វានៅលើប្លង់មុខ គឺជាបន្ទាត់ត្រង់មួយ។

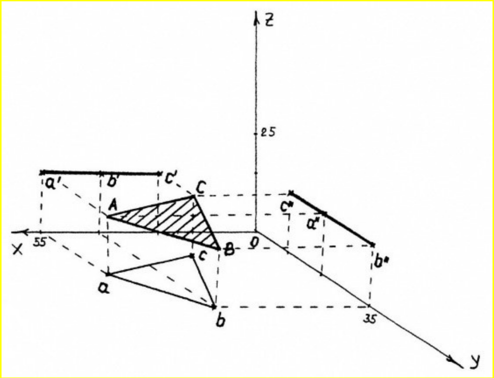
៤. កំណាត់ប្លង់នៃចំណោលកែងលើប្លង់ចំហៀង

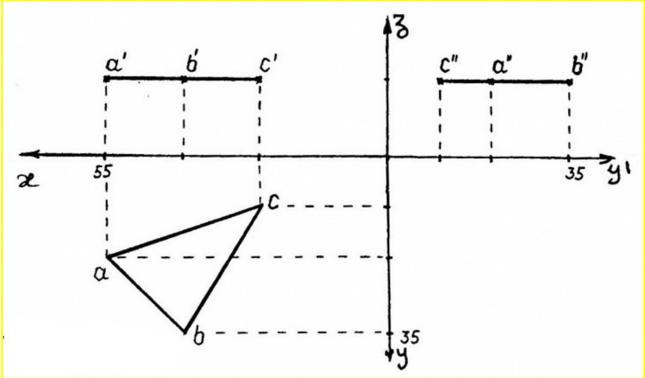
កំណាត់ប្លង់នេះគ្មានរូបពិត (HB) នៅក្នុងប្លង់ណាមួយឡើយ ប៉ុន្តែចំណោលកែងរបស់វានៅលើប្លង់ចំហៀង គឺជាបន្ទាត់ត្រង់មួយ។

៥. កំណាត់ប្លង់លើប្លង់ដេក

កំណាត់ប្លង់នេះឲ្យរូបពិត (HB) តែមួយគត់លើប្លង់ដេក ហើយស្ថិតនៅស្រប ឬត្រួតស៊ីនឹងប្លង់ដេក ។ ចំណែកចំណោលកែង ២ ទៀត លើប្លង់មុខ និងប្លង់ចំហៀង ជាបន្ទាត់ត្រង់។

ឧ. ត្រីកោណ ABC ដែលមាន A (55, 20, 15), B (40, 35, 15), C (25, 10, 15)





៦. កំណាត់ប្លង់លើប្លង់មុខ

កំណាត់ប្លង់នេះឲ្យរូបពិត (HB) តែមួយគត់លើប្លង់មុខ ហើយស្ថិតនៅស្រប ឬត្រួតស៊ីនឹងប្លង់ដេក ។ ចំណែកចំណោលកែង ២ ទៀត លើប្លង់ដេក និងប្លង់ចំហៀង ជាបន្ទាត់ត្រង់។

៧. កំណាត់ប្លង់លើប្លង់ចំហៀង

កំណាត់ប្លង់នេះឲ្យរូបពិត (HB) តែមួយគត់លើប្លង់ចំហៀង ហើយស្ថិតនៅស្រប ឬត្រួតស៊ីនឹងប្លង់ដេក ។ ចំណែកចំណោលកែង ២ ទៀត លើប្លង់ដេក និងប្លង់មុខ ជាបន្ទាត់ត្រង់។

ជំពូកទី៤៖ សូលីតធរណីមាត្រ

ការគោសូលីតធរណីមាត្រ

៤.១ ការគោពហុមុខ

៤.១.១. វិធីគោ

- គេគាងពហុមុខដោយមុខទាំងឡាយដែលផ្គុំជាពហុមុខនោះ
- ចំណោលនៃមុខនីមួយៗដែលត្រូវកំណត់ គឺភ្ជាប់ដោយបន្ទាត់ទាំងឡាយពីចំណោលនៃកំពូលមួយទៅកំពូលមួយ

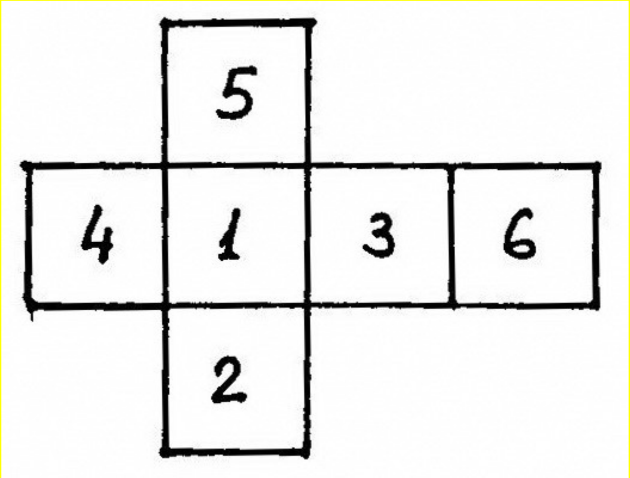
៤.១.២. សំណង់គំនូរ

– សញ្ញាណទូទៅនៃការសង់គំនូរ រូបដែលទទួលបានគឺជារូបពិតដែលហៅថា «រូបក្នុងលំហ»

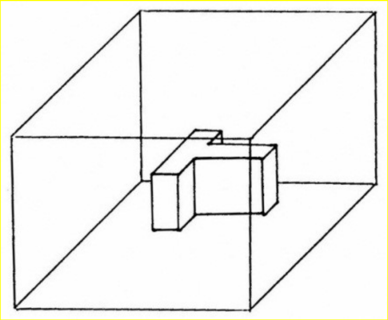
– ការគូររូបក្នុងលំហបែបនេះ (សូលីតធរណីមាត្រ) គេអាចមើលឃើញតែផ្នែកខ្លះប៉ុណ្ណោះ ➔ តម្រូវឲ្យគូររូបពន្លាត ឲ្យដានលើប្លង់ ៦ នៅជុំវិញវត្ថុ ឬអង្គធាតុគំរូមួយ

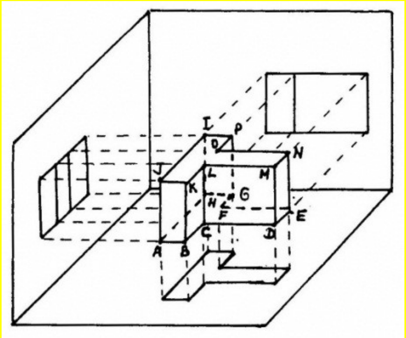
– ចំណោលដានទាំងនោះមាន ៖

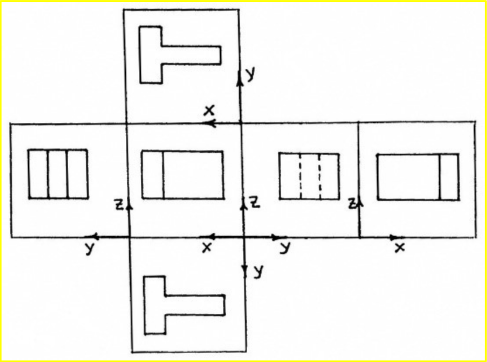
1. ប្លង់មុខ (ប្លង់គ្រឹះ)
2. ប្លង់លើ
3. ប្លង់ចំហៀងខាងឆ្វេង
4. ប្លង់ចំហៀងខាងស្តាំ
5. ប្លង់ក្រោម
6. ប្លង់ក្រោយ

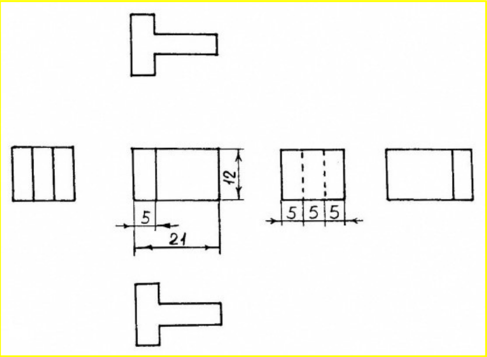


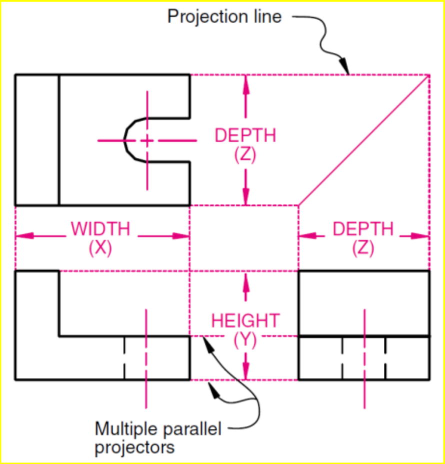
ឧ. សំណង់រូបភាពអក្សរ T មួយ

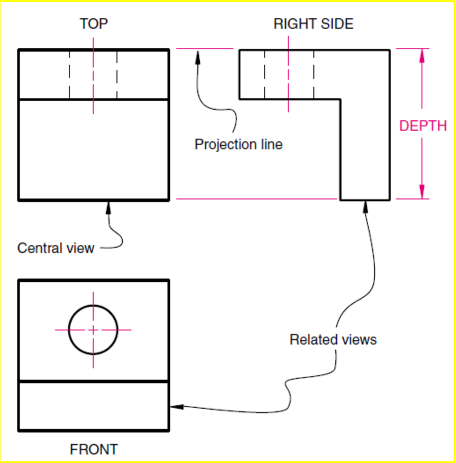


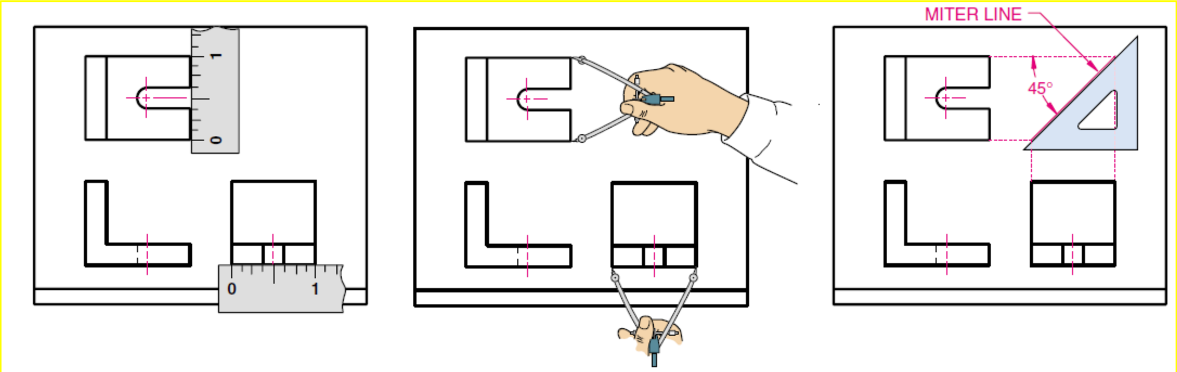












(A) Scale (B) Dividers (C) Miter Line

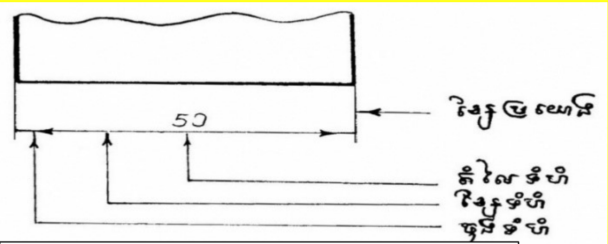
៤.២ ការដាក់ខ្នាតទំហំ

- ❖ ខ្នាតទំហំនៃគំនូរគឺជាចង្អុលបង្ហាញអំពីទំហំនៃគ្រឿងដែលត្រូវគូរ
- ❖ ការដាក់ទំហំលើផ្ទាំងគំនូរមានសារៈសំខាន់ និងចាំបាច់មិនអាចខ្វះបាន

៤.២.១. វត្ថុធាតុនៃខ្នាតទំហំ

វត្ថុធាតុសំខាន់ៗនៃខ្នាតទំហំមាន ៖

- ខ្សែទំហំ
- តម្លៃទំហំ
- ចុងទំហំ ឬចុងព្រួញ
- ខ្សែយោង

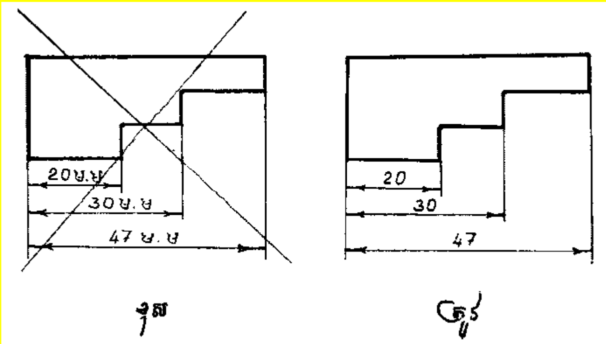


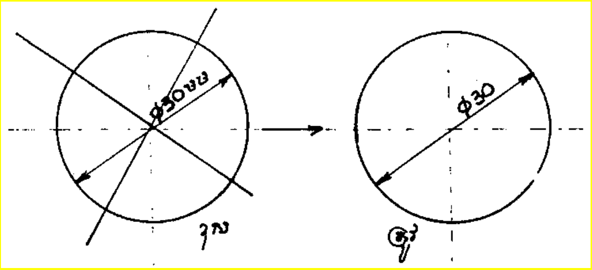
ខ្សែយោង និង ខ្សែទំហំ ➔ គំនូសជំនួយ

៤.២.២. របៀបសរសេរខ្នាតទំហំ

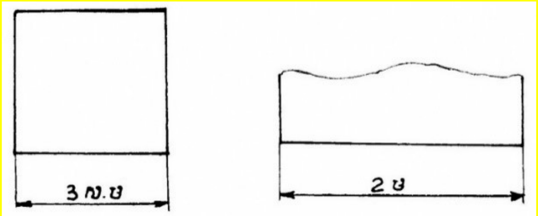
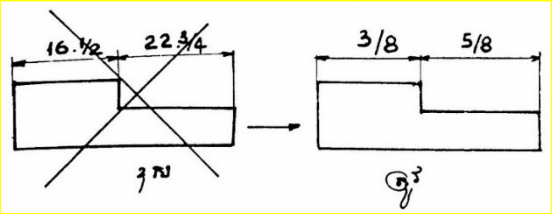
ការសរសេរខ្នាតទំហំត្រូវអនុវត្តដូចខាងក្រោម ៖

1. ចុះលេខខ្នាតនៃគំនូរ ប៉ុន្តែមិនអាស្រ័យតាមមាត្រដ្ឋានទេ
2. ចំនួនខ្នាតទំហំត្រូវដាក់ឲ្យបានគ្រប់គ្រាន់ សព្វគ្រប់ ដើម្បីជានា និងងាយស្រួលដល់ការផលិត និងត្រួតពិនិត្យ
3. ខ្នាតទំហំដែលចុះមិនត្រូវច្រំដែលទេ
4. ប្រវែងខ្នាតទំហំដែលត្រូវចុះ កំណត់យកខ្នាតមីលីម៉ែត្រ (មម ឬ mm) ជាគោល ដោយពុំចាំបាច់សរសេរអក្សរ «មម» ឬ «mm» លើផ្ទាំងគំនូរទេ





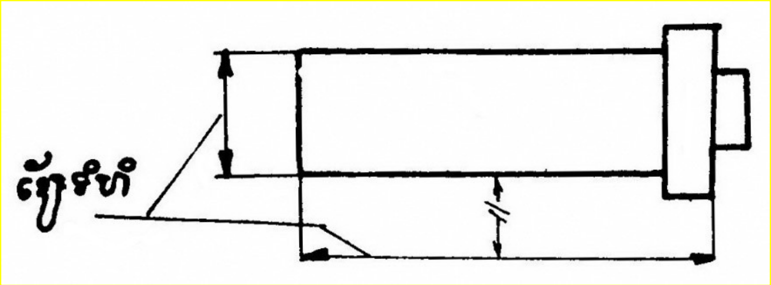
5. ក្នុងករណីផ្ទាំងគំនូរចុះប្រវែងទំហំជាសង់ទីម៉ែត្រ (សម) ឬ ម៉ែត្រ (ម) គេអាចសរសេរអក្សរ « សម» ឬ «ម» នៅពីក្រោយលេខផ្ទាល់ ឬចុះក្នុងនាមវល្លិ
6. មិនអនុញ្ញាតឲ្យសរសេរតម្លៃទំហំជាលេខប្រភាគទេ ប៉ុន្តែអាចដាក់ប្រភាគបាននៅពេលផ្ទាំងគំនូរទាំងអស់កំណត់យក «អ៊ីញ» ជាខ្នាត

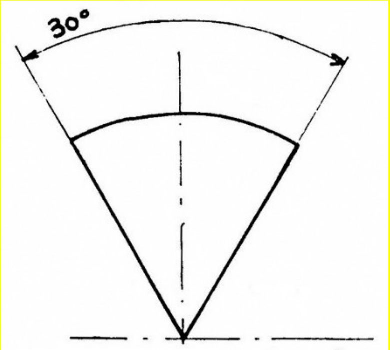



៤.២.៣. ខ្សែទំហំ

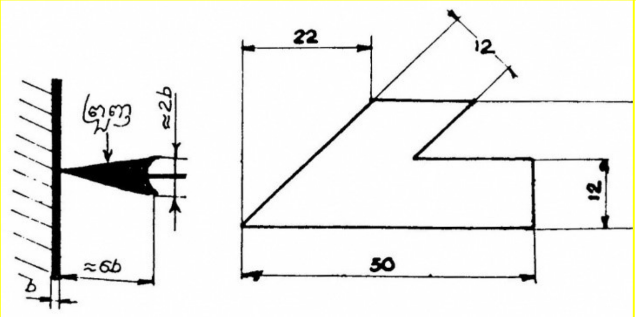
ខ្សែទំហំកំណត់ប្រវែងទំហំនៃគ្រឿង និង ត្រូវគូសជាគំនូសជំនួយ

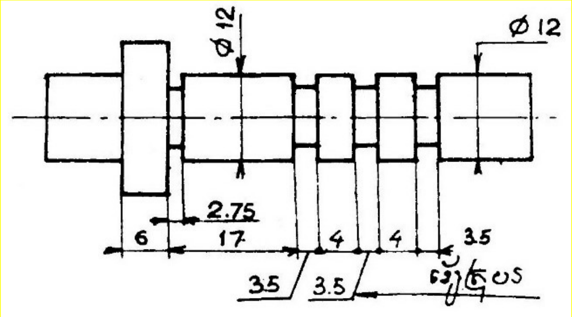
1. ខ្សែទំហំនៃគ្រឿងត្រង់ ត្រូវគូសឲ្យស្របនឹងបន្ទាត់នៃគ្រឿងនោះ
2. ខ្សែទំហំនៃរង្វង់ ត្រូវគូសតាមរង្វង់ផ្ចិតរួម



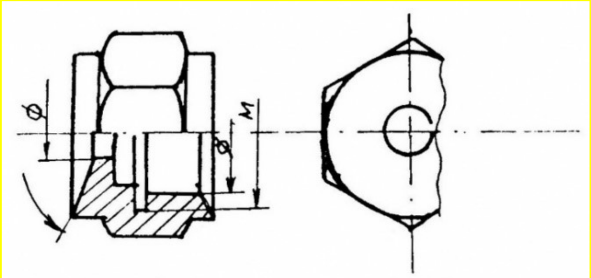


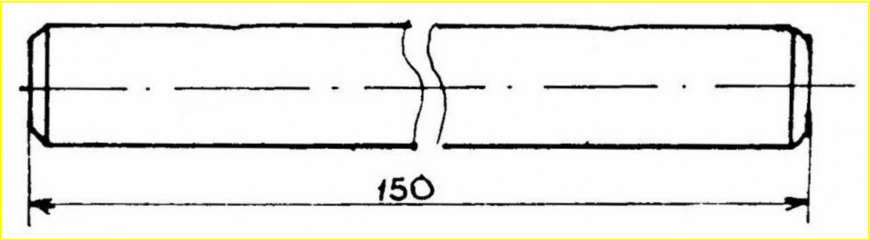
3. ខ្សែទំហំជាគំនូសជំនួយ បញ្ចប់ដោយព្រួញនៅខាងចុង ។ ទំហំនៃព្រួញត្រូវស្របទៅតាមគំនូសគ្រឹះរបស់គំនូរ
4. ក្នុងករណីខ្សែទំហំគ្មានកន្លែងគ្រប់គ្រាន់ (ចង្អៀត) សម្រាប់គូសព្រួញ អាចគូសព្រួញនៅក្រៅខ្សែយោង ឬប្រើចំណុច ឬគូសបន្ទិច





5. ក្នុងករណីរូបស៊ីមេទ្រី ហើយគំនូរគូសមិនពេញលេញ គំនូសទំហំត្រូវគូសបំប្រួញខាងចុងតែមួយ
6. ក្នុងករណីរូបវែង តែគំនូរត្រូវបានគូសកាត់បំប្រួញ ត្រូវគូសខ្សែទំហំជាខ្សែជាប់ ហើយទំហំត្រូវដាក់ឲ្យបានពេញលេញ





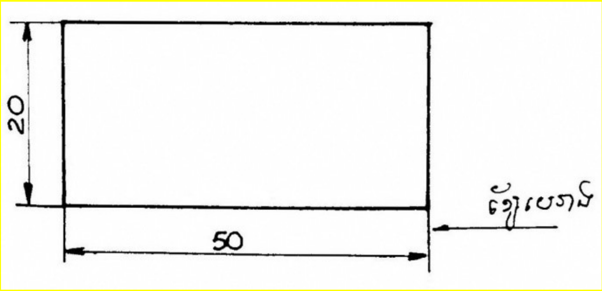
២.៤. ខ្សែយោង

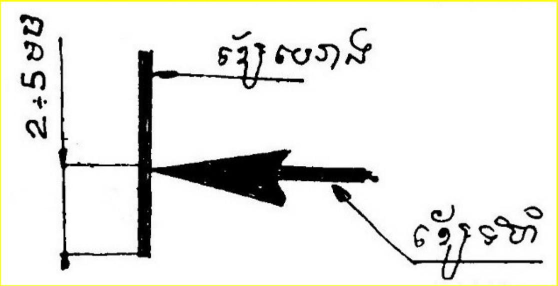
ក. ខ្សែយោងត្រូវ ៖

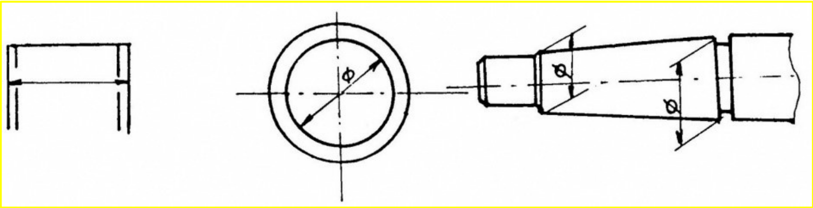
- គូសជាគំនូសជំនួយ
- ជាខ្សែកំណត់ទំហំ
- គូសឲ្យហួសខ្សែទំហំ 2-5 មម

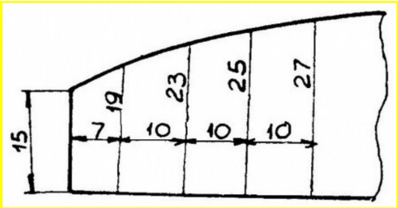
ខ. ខ្សែយោងត្រូវគូសកែងនឹងបន្ទាត់គ្រឿង តែក្នុងករណីពិសេសអាចគូសបញ្ឈិត តែឲ្យស្របគ្នា

គ. ក្នុងករណីខ្លះ អាចយកខ្សែធ្នូ ឬខ្សែភ្លៅ ធ្វើជាខ្សែយោងបាន









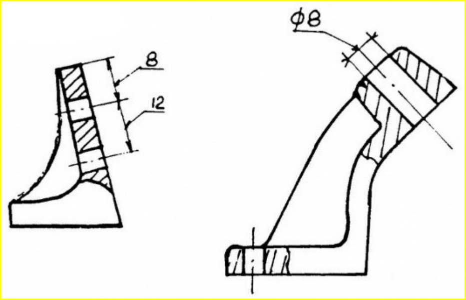
៤.២.៥. លេខទំហំ

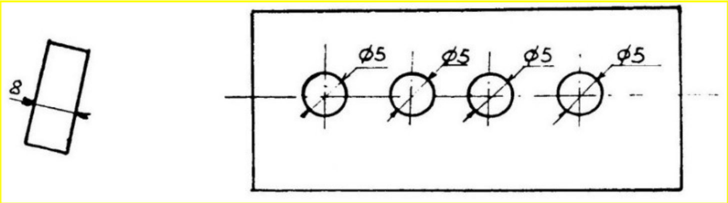
ក. ត្រូវសរសេរឲ្យច្បាស់ កម្ពស់លេខមិនត្រូវទាបជាង 3 មម ឡើយ

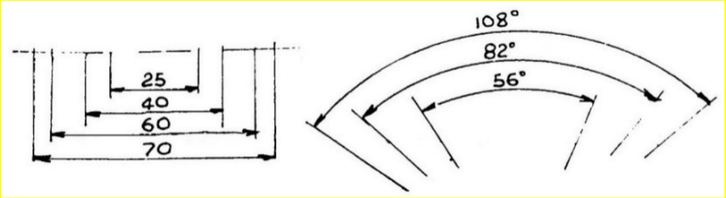
ខ. ត្រូវចុះលេខទំហំពីលើខ្សែទំហំឲ្យចំកណ្តាល ក្នុងករណីគ្រឿងមានរាងបញ្ឈិតខ្លាំង អាចគូសខ្សែយោងមកក្រៅបាន

គ. ក្នុងករណីទំហំតូចៗ និងគ្មានកន្លែងចុះលេខទំហំ ➔ សរសេរលេខទំហំនៅខាងក្រៅគ្រឿង

ឃ. ក្នុងករណីទំហំច្រើនជាន់បន្តគ្នា ឬមានផ្លូវច្រើន លេខទំហំត្រូវចុះឆ្លាស់គ្នា







៤.២.៦. និមិត្តសញ្ញា

ទំហំខ្នាតលើផ្ទាំងគំនូរនៃគ្រឿងមានរូបរាង ខុសៗគ្នា អាចតាងដោយនិមិត្តសញ្ញា

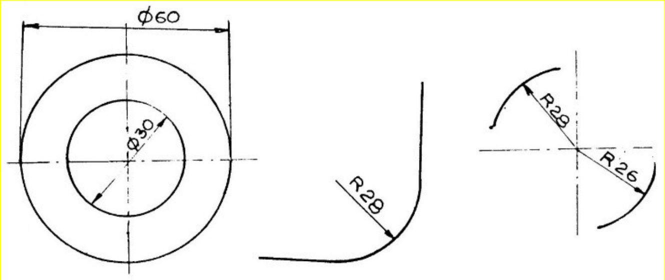
រង្វង់ : ∅ , រង្វ : Ori

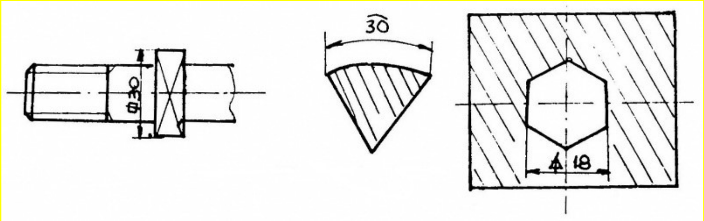
កាំ : R

ការេ : □ ឬ □

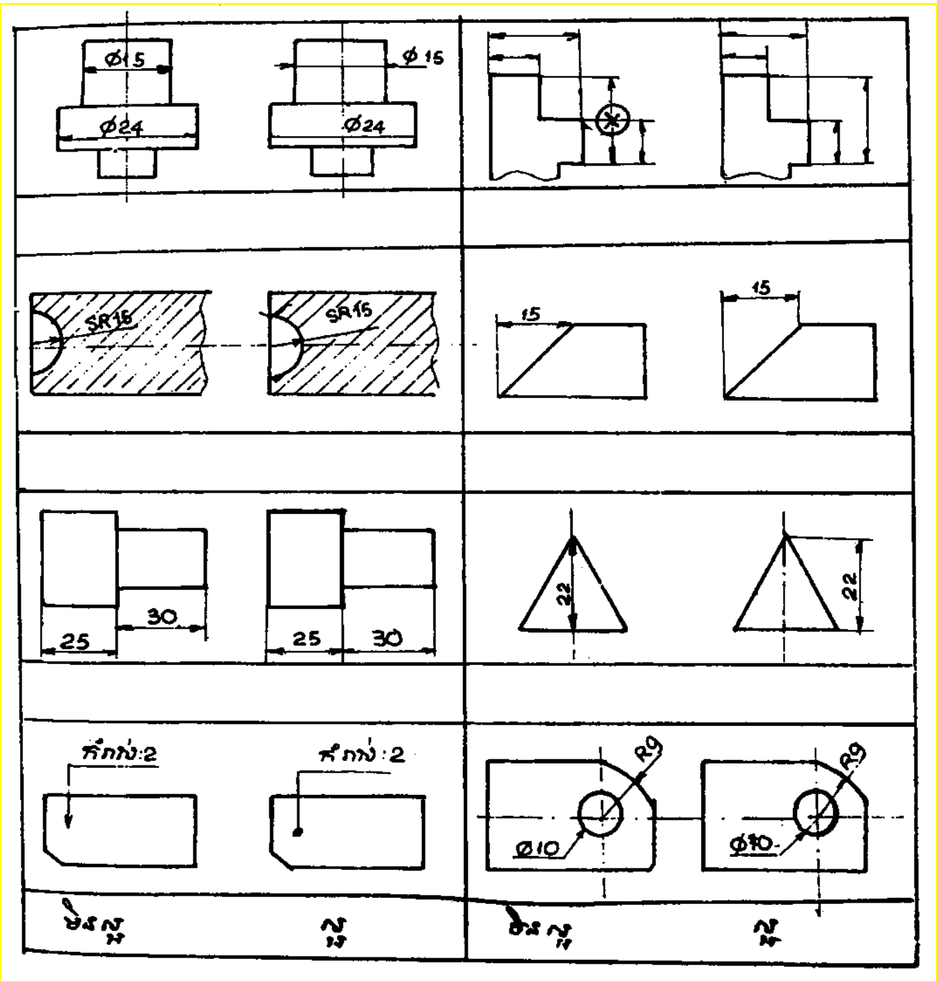
៦ ជ្រុង : (ក្នុងសៀវភៅបច្ចេកទេសខ្លះមិនមានប្រើសញ្ញានេះទេ)

ប្រវែងធ្នូ : ⌒



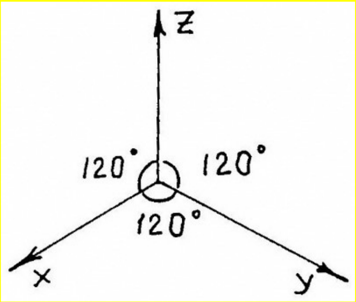


៤.៣ កំហុសខ្លះៗគួរជៀសវាងក្នុងការដាក់ខ្នាតទំហំ



៤.៤ វិធានផ្សេងៗដើម្បីបង្កើតសំណង់ក្នុងលំហ

៤.៤.១. អ៊ីសូមេទ្រីក្នុងលំហ

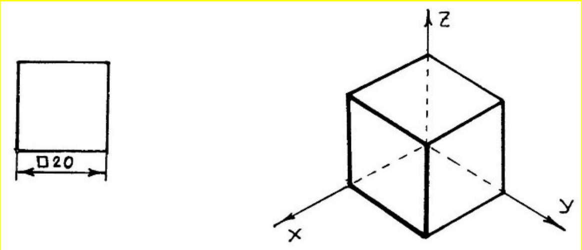


ដើម្បីសង់អ៊ីសូមេទ្រីក្នុងលំហ ៖

- ត្រូវមានអ័ក្ស ៣ (x, y, z)
- ចន្លោះមុំរវាងអ័ក្ស ១២០០

ឧ. សង់គូបមួយមានជ្រុង

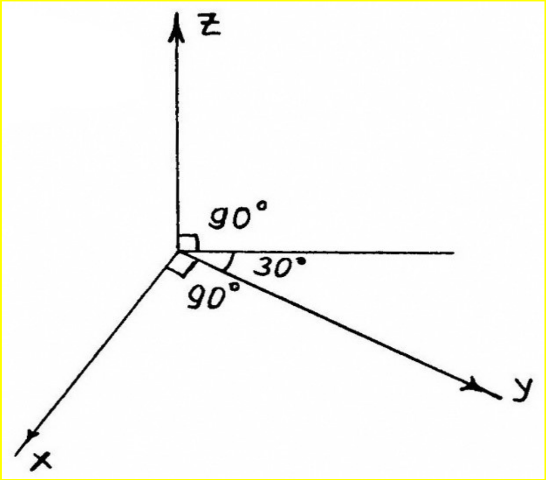
a = 20 mm ក្នុងអ៊ីសូមេទ្រី

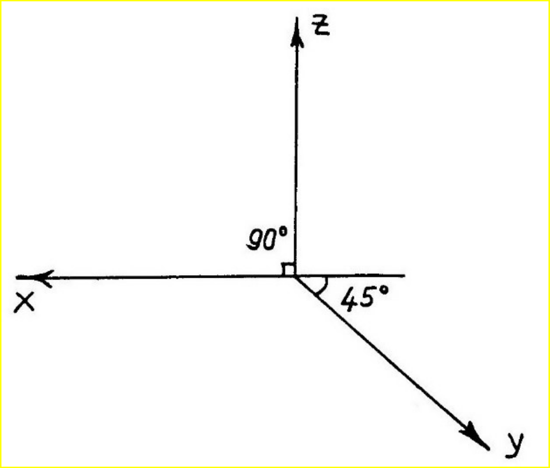


៤.៤.២. សំណាច់ផ្សេងៗក្រៅពីសំណាច់អ៊ីសូមេទ្រី

ក. អ៊ីសូមេទ្រីប្លង់មុខ (x = 1, y = 1, z = 1)

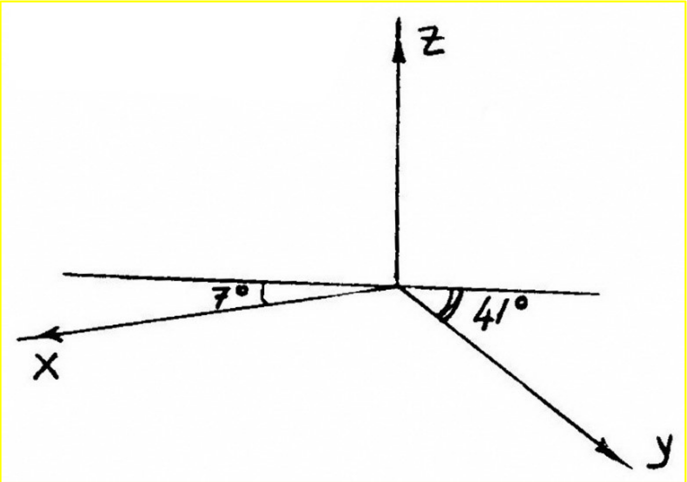
ខ. អ៊ីសូមេទ្រីប្លង់ដេក (x = 1, y = 1, z = 1)

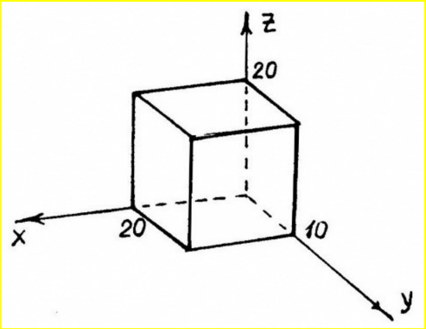


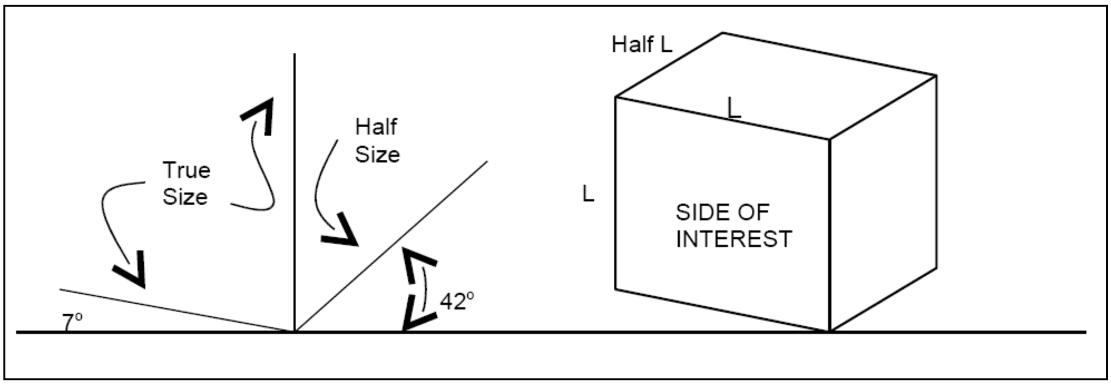


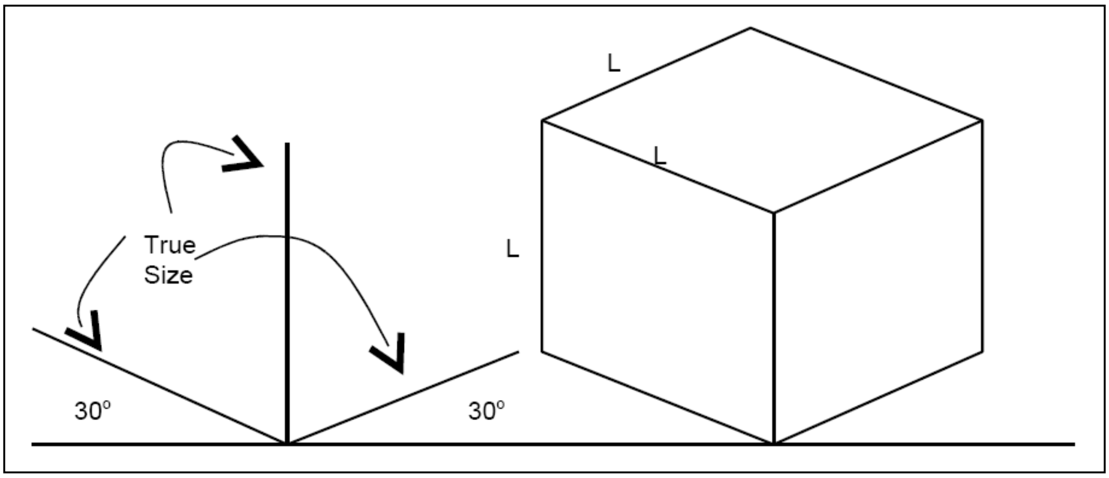
គ. ឌីមេទ្រីក្នុងលំហ (x = 1, y = 0.5, z = 1)

ឃ. សង់គូបមួយដែលមានជ្រុង a = 20 mm នៅលើឌីមេទ្រី (x =20, y = 10, z = 20)





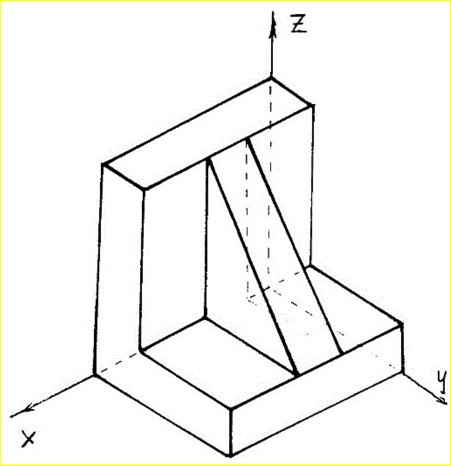


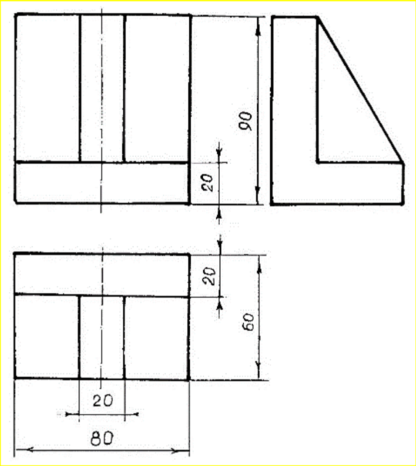


៤.៥ សំណង់នៃអង្គធាតុក្នុងលំហ

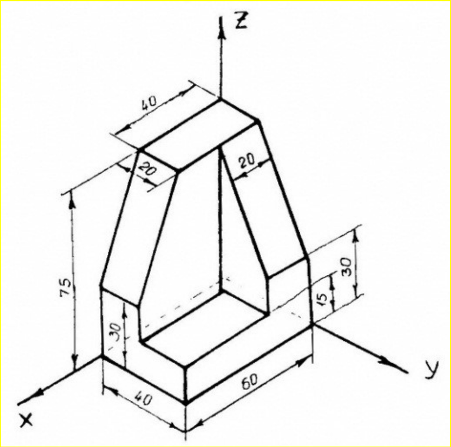
៤.៥.១. សំណង់សាមញ្ញ

ឧ១. ធ្វើសំណង់អ៊ីសូមេទ្រីពីប្លង់ពន្លាតដែលផ្តល់ឲ្យ

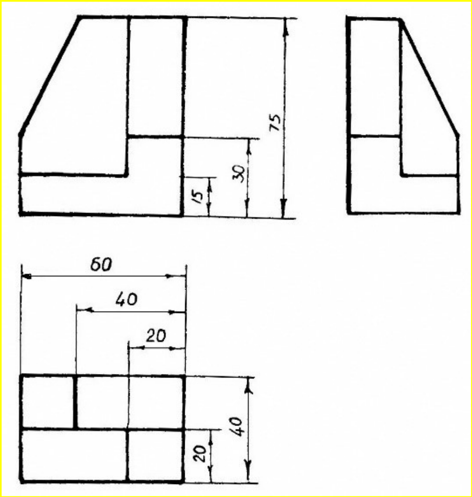


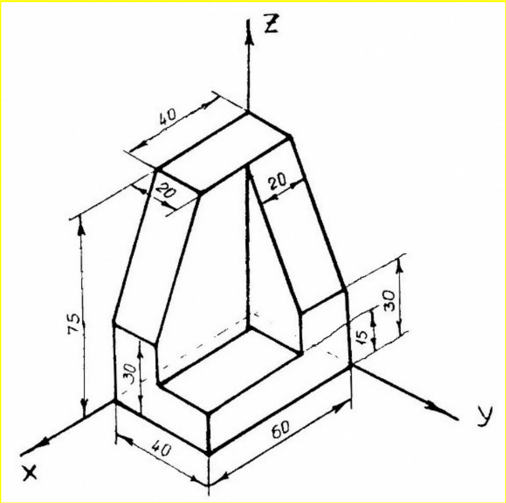


ឧ២. ធ្វើសំណង់លើប្លង់ពន្លាត និងដាក់តម្លៃ ពីរូបភាពលើអេសូមេទ្រីដែលផ្តល់ឲ្យ



១២. ធ្វើសំណង់លើប្លង់ពន្លាត និងដាក់តម្លៃ ពីរូបភាពលើអេសូមេទ្រីដែលផ្តល់ឲ្យ

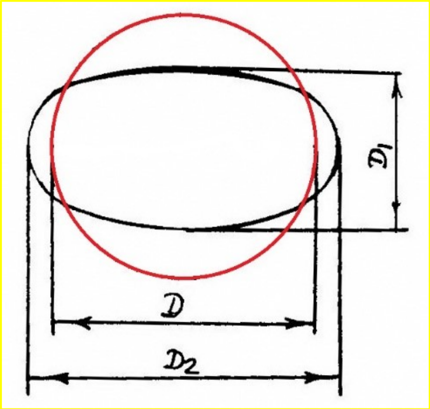




៤.៥.២. សំណង់រង្វង់ក្នុងលំហ

សំណង់រង្វង់ក្នុងលំហ ➔ រូបរាងរបស់វាក្លាយជាអេលីប

- អង្កត់ផ្ចិតតូច (D1) របស់អេលីប = 0.71 នៃអង្កត់ផ្ចិត (D) របស់រង្វង់
- អង្កត់ផ្ចិតតូច (D2) របស់អេលីប = 1.22 នៃអង្កត់ផ្ចិត (D) របស់រង្វង់
  - **$D_1 = 0.71 D$**
  - **$D_2 = 1.22 D$**



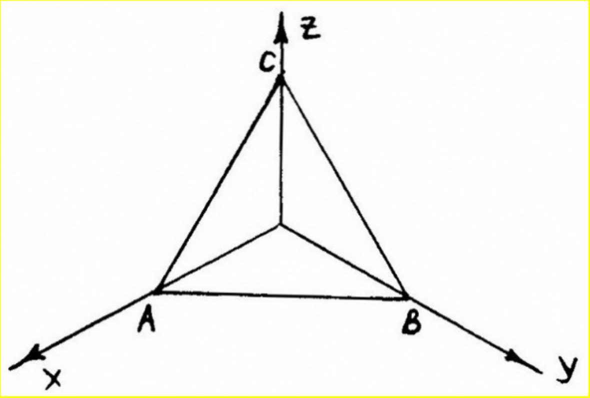
៤.៥.៣. សំណង់រង្វង់ក្នុងអ៊ីសូមេទ្រី

សំណង់រង្វង់ក្នុងអ៊ីសូមេទ្រី ➔ រូបរាងរបស់រង្វង់លើប្លង់ (V), (H) & (W)ក្លាយជាអេលីប ប៉ុន្តែត្រូវអនុវត្តតាមលក្ខខណ្ឌដូចខាងក្រោម ៖

❖ សង់រង្វង់ (O, R) រួចចែកមុំ ១២០០ ដូចសំណង់អ៊ីសូមេទ្រីដែរ

❖ ចំណុចប្រសព្វរវាងរង្វង់នឹង

- អ័ក្ស (OX) គឺ A



– អ័ក្ស (OY) គឺ B

– អ័ក្ស (OZ) គឺ C

❖ ភ្ជាប់ A → B, B → C និង A → C

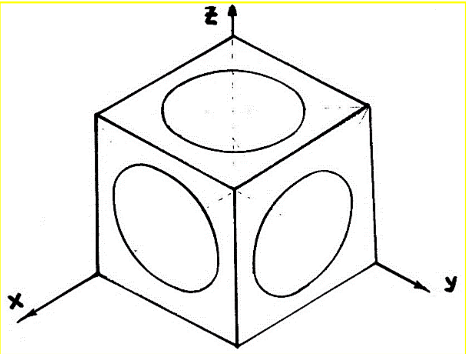
❖ គេបានអង្កត់

– [AB] ជាអ័ក្សធំរបស់អេលីបលើប្លង់ (H)

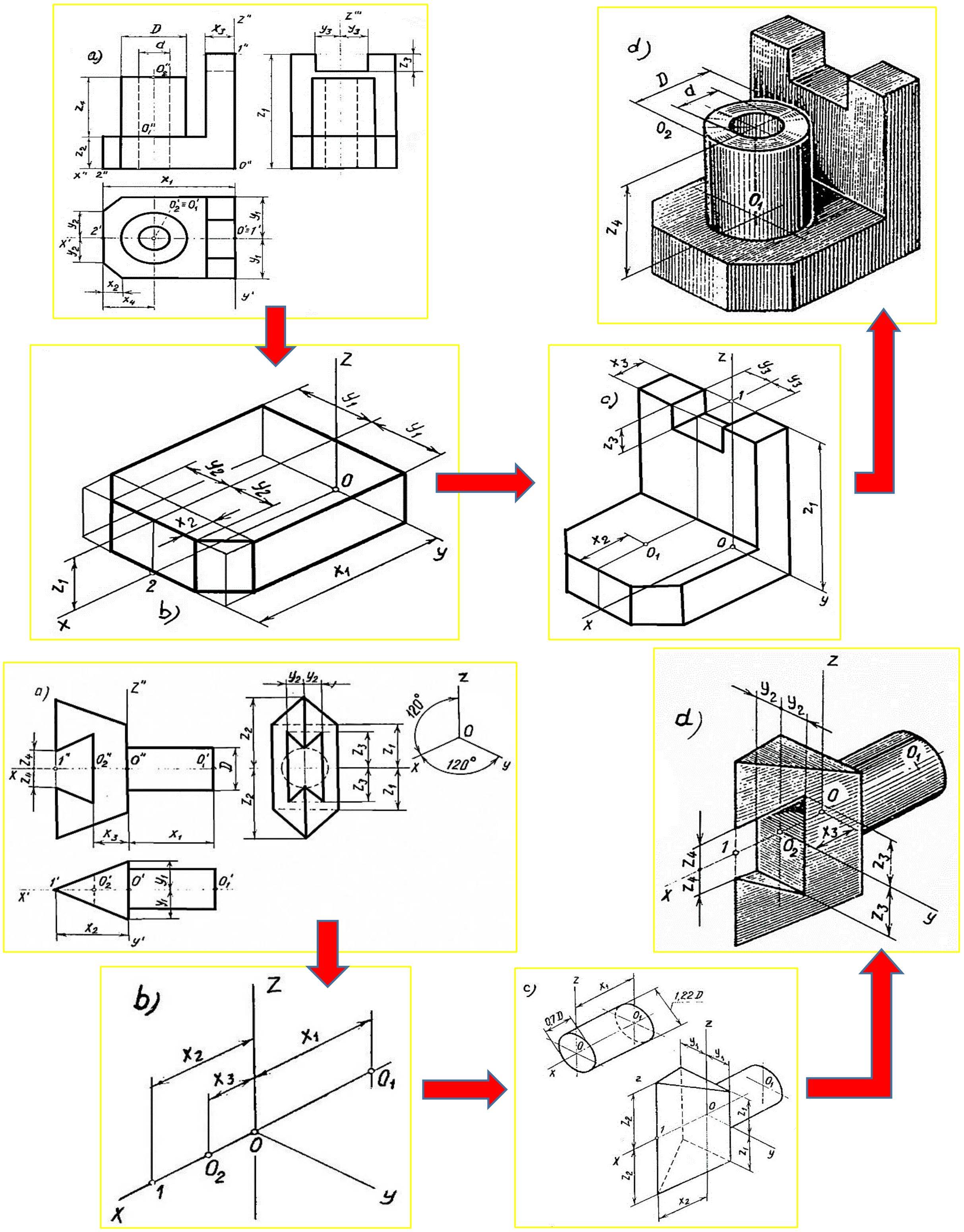
– [BC] ជាអ័ក្សធំរបស់អេលីបលើប្លង់ (W)

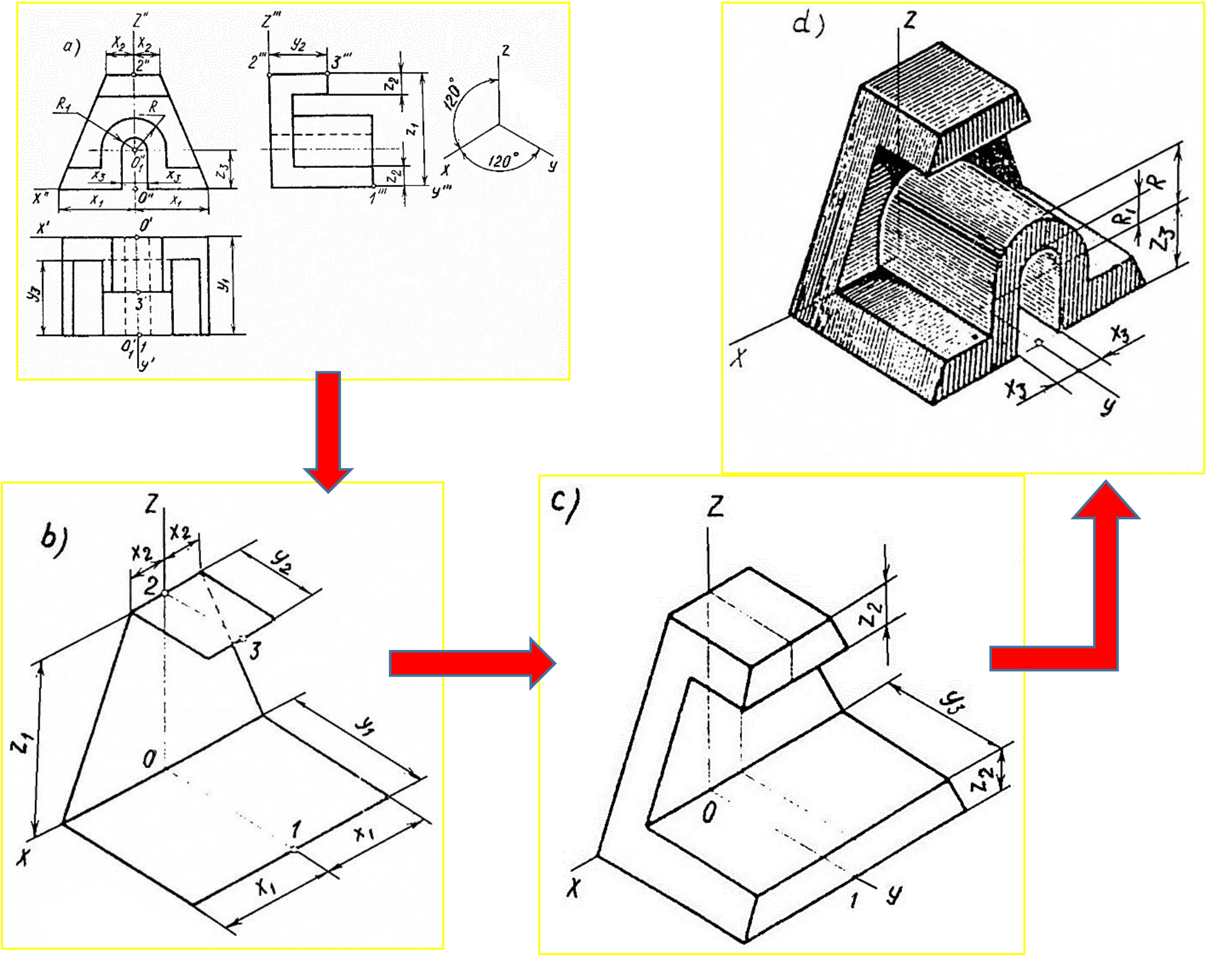
– [AC] ជាអ័ក្សធំរបស់អេលីបលើប្លង់ (V)

೭. សង់គូបមួយមានជ្រុង a = 45 mm ក្នុងអ៊ីសូមេទ្រី ដែលនៅលើប្លង់ (H), (V) & (W) មានរង្វង់ប៉ុនគ្នា កាំ R = 15 mm ហើយផ្ចិតរបស់រង្វង់នៅចំកណ្តាលនៃផ្ទៃគូបលើប្លង់ទាំងបី



- សង់គូបមានជ្រុង 45 mm
- ភ្ជាប់អង្កត់ទ្រូងរបស់គូបលើប្លង់ទាំងបី
- អ័ក្សតូចរបស់អេលីប D1 = 0.71 x 30 = 21.3 mm
- អ័ក្សធំរបស់អេលីប D2 = 1.22 x 30 = 36.6 mm
- ដៅអ័ក្ស D1 និង D2 លើអង្កត់ផ្ចិតរបស់គូប
- ដៅកំណុំរបស់អេលីប (f = f′ = $\frac{D_2}{2}$ = 18.3 mm)
- សង់អេលីបដោយស្គាល់កំណុំ


a)
b)
c)
d)



៤.៦ វិធានក្នុងការដាក់ខ្នាតទំហំ

គំនូរបច្ចេកទេស គឺជាការកំណត់ការងារ និងអធិប្បាយអំពីលក្ខណៈការងារចំពោះជាងដែលត្រូវកំណត់រាយលម្អិតយ៉ាងពិតប្រាកដស្តីពីវត្ថុធាតុ ទ្រង់ទ្រាយ ទំហំខ្នាត ហើយលក្ខណៈផ្ទៃភាគកំណាត់នោះ។ ដូចច្នេះក្នុងការកំណត់ខ្នាតនេះ ត្រូវប្រយ័ត្នប្រយែង ដើម្បីឲ្យការផ្តល់ខ្នាតបានត្រឹមត្រូវ ស្អាតបាត ហើយឲ្យមានភាពងាយស្រួលសម្រាប់អ្នកមើលប្លង់គំនូរផង។ ការបង្ហាញ ឬបញ្ជាក់ខ្នាតឲ្យបានពេញលេញនេះ វាអាចញ៉ាំងឲ្យជាងធ្វើការបានសម្រេចផលល្អ ហើយថែមទាំងឆាប់រហ័សដែលមានអធិប្បាយអំពីគោលការណ៍រហូតដល់វិធានការដូចតទៅនេះ៖

១. ខ្សែកូតនេះ ត្រូវគូរឲ្យវាស្រប ហើយមានប្រវែងស្មើគ្នានឹងទំហំខ្នាតនៃភាគកំណាត់ (workpieces)

២. ខ្សែកូតនេះគប្បីឲ្យវានៅឃ្លាតពីគែមរូបប្រមាណជា ៨មម។

៣. ខ្សែកូតបន្ទាប់ គប្បីឲ្យវានៅឃ្លាតពីខ្សែដំបូង ៥មម។

៤. ក្នុងករណីដែលបង្ហាញទំហំខ្នាតខាងក្រៅមិនបានទេនោះ គឺអាចគូរខ្សែកូតក្នុងរូបភាពនោះក៏បាន។

៥. ខ្សែកូតនេះ ចាំបាច់ត្រូវអូសវែងរហូត ហើយតួរលេខបង្ហាញខ្នាតទំហំ ក៏ត្រូវនៅពីលើខ្សែកូតនោះដែរ។

៦. ក្នុងករណីដែលមានផ្ទៃតូចចង្អៀត គឺយើងអាចសរសេរតួរលេខទុកខាងក្រៅចន្លោះក៏បាន។

៧. ខ្នាតទំហំដែលខ្លីបំផុត ត្រូវបង្ហាញនៅជិតៗគំនូរ។

៨. ខ្សែយោង គួរអូសបង្ហួសចុងព្រួញចេញទៅប្រមាណជា ២មម។

៩. ចុងព្រួញចាំបាច់ត្រូវគូរជារូបត្រីកោណជិតខ្មៅពេញ។

១០. បន្ទាត់អ័ក្ស មិនត្រូវយកមកប្រើធ្វើជាខ្សែកូត ឬខ្សែយោងបានទេ

១១. ខ្សែយោង គប្បីឲ្យកែងនឹងខ្សែកូត ក៏ប៉ុន្តែក្នុងករណីខ្លះអាចគួរបញ្ឆិតឲ្យបានមុំ ៦០⁰ ជាមួយនឹងខ្សែកូតក៏បាន។

១២. គួរព្យាយាមចៀសវាងប្រើភាពខ្វែងគ្នា រវាងខ្សែគំនូរនិងខ្សែចង្អុលខ្នាតទំហំ ឬខ្សែត្រុយ។

១៣. ខ្សែកូតនិងខ្សែយោង មិនត្រូវអូសកាត់ខ្វែងគ្នាទេ។

១៤. ខ្សែយោងនេះ មិនគួរអូសបង្ហួសទៅកាន់រូបភាពម្ខាងទៀតទេ

១៥. ក្នុងករណីប្រើបន្ទាត់អ័ក្សធ្វើជាខ្សែយោងនេះ ត្រូវគូរខ្សែនេះជាខ្សែជាប់ផ្ទារ ដើម្បីឲ្យវាចេញផុតពីរូបភាព។

១៦. ចុងព្រួញមានលក្ខណៈជារូបត្រីកោណ ជិតខ្មៅពេញ ទទឹងប្រមាណជា ១.៥មម បណ្តោយ ៤ មម។

១៧. ខ្សែគែមរូប អាចត្រូវកាត់(ជ្រែក) ដោយចុងព្រួញបានដោយបើកចន្លោះ(គូសផ្តាច់)ទុកត្រង់ចុងព្រួញ។

១៨. មិនត្រូវគូរចុងព្រួញឲ្យទល់ចំមុខឬគែមគំនូរទេ។

១៩. ចំពោះលេខតម្លៃទំហំវិញ គឺត្រូវឲ្យមានកម្ពស់ស្មើគ្នារហូត(ប្រមាណជា ៤មម)

២០. លេខតម្លៃទំហំនេះ មិនត្រូវគូរឆ្លងកាត់ ឬត្រូវញែកខ្សែដទៃណាទាំងអស់។

២១. លេខតម្លៃតទំហំដែលមិនត្រឹមត្រូវទៅតាមមាត្រដ្ឋាន គឺត្រូវគូសខ្សែពីខាងក្រោមនៃតួលេខនោះ។

២២. លេខតម្លៃទំហំ អាចមើលបានទិសដេក ឬមើលបានពីខាងស្តាំដៃប៉ុណ្ណោះ។

២៣. លេខតម្លៃទំហំ៤៥ ដែលគូរក្នុងរង្វង់ពងក្រពើស្រាប់នេះ គឺជាការបញ្ជាក់អំពីទំហំដែលពេញចិត្តចំពោះឈ្មួញ។

២៤. ក្នុងការបង្ហាញខ្នាតទំហំបច្ចេកទេសនេះគេមិននិយមបង្ហាញជា របៀបតភ្ជាប់គ្នាដូចជាច្រវ៉ាក់នោះទេ។

២៥. ការបង្ហាញខ្នាតទំហំមិនត្រូវបង្ហាញផ្ទួនៗគ្នាទេ ក៏ប៉ុន្តែត្រូវបង្ហាញក្នុងទីតាំង ឬខាងដែលមើលទៅឃើញយ៉ាងច្បាស់លាស់បំផុត។

២៦. ដាច់ខាតមិនត្រូវបង្ហាញខ្នាតទំហំនៅត្រង់ផ្នែក ដែលជាខ្សែដាច់ឬផ្នែកដែលត្រូវបាំងនោះទេ លើកលែងតែករណីចាំបាច់ប៉ុណ្ណោះ។

២៧. ដំណាក់ទំហំនេះ គួរកំណត់ចេញពីគែមគំនូរតែមួយ ដើម្បីឲ្យស៊ីចង្វាក់គ្នានឹងការអនុវត្តន៍ជាក់ស្តែង។

២៨. ខ្សែយោង ខ្សែកូតនិងខ្សែគែមនៃគំនូរនេះ ត្រូវព្យាយាមចៀសវាងការអូសត្រួតពីលើគ្នា។

២៩. ទំហំនៃខ្សែដាច់នេះមិនត្រូវឲ្យខ្លីពេកទេ គឺឲ្យវាឃ្លាតពីគ្នា(ទ្រ ឬ ឆ្កូត) ប្រមាណជា ១មម។ ប្រវែងខ្សែដាច់នេះគឺយោលទៅលើទំព័រនៃគំនូរ។ បើតាមធម្មតា វាមានប្រវែងប្រមាណជា ៣មម។

៣០. ខ្សែដាច់នេះ ត្រូវអូសវាឲ្យជល់គ្នានឹងគែមគំនូរ ហើយបើសិនជាគែមគំនូរហួសចេញទៅក្រៅ ត្រូវទុកចន្លោះប្រមាណជា១មម ត្រង់ចំណុចតនៃខ្សែ។

៣១. ខ្សែដាច់ដែលស្របគ្នា ហើយនៅជិតគ្នា ត្រូវគូរឆ្លាស់ចន្លោះមិនឲ្យគ្នាទេ។

៣២. ត្រង់កន្លែងខ្សែដាច់ជល់គ្នាជាមុំកែងនេះ ត្រូវគូរខ្សែដាច់ឆ្លាស់ចន្លោះ លៃយ៉ាងណាឲ្យទ្រេជាប់គ្នាត្រង់ចំណុចកែង។

៣៣. ចន្លោះដែលតូចចង្អៀត ត្រូវសរសេរតួរលេខបញ្ជាក់ខ្នាតទំហំទុកខាងខ្សែកូត ឬសរសេរទុកខាងស្តាំដៃលើចុងព្រួញ។

៣៤. ការសរសេរតួរលេខបង្ហាញខ្នាតទំហំក្នុងប្រព័ន្ធមេត្រិក គឺឥតមានបង្ហាញសញ្ញាសំគាល់អ្វីៗទាំងអស់ ក៏ប៉ុន្តែបើសិនណាជាប្រព័ន្ធដទៃវិញ ត្រូវដាក់សញ្ញាសំគាល់បញ្ជាក់ផង។

ដំណាក់ទំហំ លក្ខណៈស្តង់ដា (STANDARD)

១. ខ្សែយោង (Extension Line) និងខ្សែកូត (Dimension Line) ត្រូវគូរដោយខ្សែជាប់ផ្ទារ។

២. ខ្សែយោងត្រូវគូរចេញពីចំណុចកាត់គ្នានៃបន្ទាត់អ័ក្ស ដែលទាញចេញពីគែមជ្រុងភាគកំណាត់។

៣.បន្ទាត់អ័ក្សហើយនិងខ្សែគែមរូប ហាមប្រើធ្វើជាខ្សែយោង ក៏ប៉ុន្តែជួនកាលអាចប្រើធ្វើជាខ្សែកូតក៏បានដែរ។

៤. ខ្សែរយោងនិងខ្សែកូត គឺមិនត្រូវឲ្យឆ្លងកាត់ត្រួតពីលើខ្សែណាមួយទេ ប៉ុន្តែក៏មានករណីលើកលែងខ្លះៗដែរ។

៥. ដំណាក់ទំហំនេះ មិនគួរបង្ហាញពីខាងក្នុងរូបទេ លើកលែងមិនអាចបង្ហាញពីខាងក្រៅរូបបានទេនោះ។

៦. ខ្សែយោង គួរឲ្យទៅតាមទិដៅកែងជាមួយគ្នានឹងគែមគំនូរ តែបើសិនជាចាំបាច់វិញ អាចឲ្យមុំផ្អៀងក៏បានដែរ ប៉ុន្តែខ្សែយោងនេះ ត្រូវឲ្យស្របគ្នា។

៧. ការផ្តល់ខ្នាតរបស់ខ្សែ(cord) វណ្ឌមណ្ឌល និងមុំ ត្រូវបង្ហាញដូចក្នុងរូប។

៨. គំនូរដែលគូរមួយផ្នែក និងខ្សែកូតពនុះតាមផ្នែកខាងលើ ដែលមានទម្រង់ដូចគ្នាទាំងសងខាងនោះ ខ្សែកូតផ្សេងៗត្រូវគូរវែងហួសបន្ទាត់ផ្ចិតបន្តិច ហើយត្រូវលើកលែងការប្រើចុងព្រួញម្ខាងទៀត ដោយត្រូវសរសេរសញ្ញាសំគាល់ទុកទាំងសងខាងតាមរូប ដើម្បីបញ្ជាក់ថាចុងម្ខាងទៀតគឺវាដូចគ្នាដែរ។

៩.ករណីគំនូរផ្សំឡើងដោយខ្សែវណ្ឌមណ្ឌល មានចំណុចផ្ចិតឋិតនៅខាងក្រៅក្រដាសគំនូរ គេត្រូវតាងកាំវង្វង់នីមួយៗ ដោយបំព្រួញ ឬជាខ្សែកាច់។

១០. ខ្សែកូត ចាំបាច់ត្រូវឲ្យមានចុងព្រួញទាំងសងខាង ។ឯមុំរបស់ចុងព្រួញ គឺត្រូវឲ្យបានសមាមាត្រ ហើយធំល្មមបង្គួរ ដើម្បីឲ្យបានឃើញច្បាស់នូវចំណុចចុងក្រោយនៃខ្សែកូត។ ខ្នាតរបស់ព្រួញនេះ ត្រូវឲ្យវាបានសមមាត្រជាមួយនឹងកម្រាស់នៃខ្សែគំនូរ ព្រោះបើតាមធម្មតា វាមានប្រវែងប្រមាណជា ៤មម ហើយទទឹង ១.៥មម។

១១. ចុងព្រួញនេះត្រូវគូរត្រង់ចុងបំផុតនៃខ្សែកូត ហើយបើសិនជាទំហំមិនល្មមនឹងគូរព្រួញបានទេនោះ ត្រូវគូរពីខាងក្រៅខ្សែយោង រួចប្រើចំណុចជំនួសព្រួញម្ខាងទៀតដើម្បីបង្ហាញឲ្យឃើញចំណុចចាប់ផ្តើមនៃខ្នាតដែលភ្ជាប់គ្នា។

១២. ក្នុងករណីដែលមិនត្រូវការបង្ហាញខ្សែកូតត្រួតពីលើគ្នាជាច្រើនខ្សែ ឬ ដើម្បីមិនបាច់អូសខ្សែវែងរហូតនោះ គឺត្រូវប្រើខ្សែដាច់ចំណុច ហើយគូរចុងព្រួញតែម្ខាងក៏បានដែរ។

១៣. ក្នុងករណីដែលសរសេរតួរលេខបង្ហាញតម្លៃទំហំមិនបាន ដោយមកពីផ្ទៃតូចចង្អៀតនោះ គឺត្រូវបន្លាយខ្សែកូតឆ្លងកាត់ចុងព្រួញចេញទៅ រួចសរសេតួលេខបញ្ជាក់ទុកនៅខាងស្តាំដៃលើចុងព្រួញ។

១៤. ខ្នាតនៃផ្នែកដែលឥតបានគូរទៅតាមមាត្រដ្ឋាន ត្រូវគូសខ្សែទុកនៅពីក្រោមតួលេខតម្លៃទំហំនោះ។

១៥.ដើម្បីការមើលឃើញខ្នាតត្រឹមត្រូវ គឺតួលេខត្រូវនៅខាងក្រោម ឬខាងស្តាំដៃនៃរូប ដូចជារូបA សឹងបង្ហាញខ្នាតដែលជាខ្សែត្រង់។ ចំណែករូប B បង្ហាញខ្នាត ឬជាការបញ្ជាក់ខ្នាតត្រង់មុំ ប៉ុន្តែបើសិនជាការ

អនុវត្តវិញ ខ្នាតរបស់មុំ អាចគូរក្នុងកម្រិតនីវ៉ូក៏បាន ដើម្បីអាចមើលបានងាយ ដូចឃើញក្នុងរូបស្រាប់។ រីឯផ្នែកដែលជាខ្សែធូត ត្រូវលើកលែងការបញ្ជាក់ខ្នាត។

១៦. ការសរសេរតួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញា ដើម្បីបង្ហាញខ្នាតអស់ទាំងនេះ គួរដាក់សញ្ញាសម្គាល់ដូចតទៅនេះ៖

រូប A បង្ហាញសញ្ញាសំគាល់ Ø បន្ទាត់ផ្ចិតរង្វង់

រូប R បង្ហាញតួអក្សរ R កាំរង្វង់

រូប C បង្ហាញសញ្ញាសម្គាល់ □ ជ្រុងស្មើ ឬការេ។

១៧. ខ្នាតកាំនៃរូបរាងស្វ៊ែ ត្រូវកំណត់ឲ្យច្បាស់លាស់ដោយពាក្យថា ស្វ៊ែរ និងខ្នាតបន្ទាត់ផ្ចិតដូចក្នុងរូប A និងរូប B។

១៨. ខ្សែចង្អុលបង្ហាញភាគកំណាត់នេះ ត្រូវចង្អុលជ្រៅចូលទៅក្នុងគំនូរ ហើយត្រូវមានចំណុចត្រង់ចុងខ្សែផង។ ការបង្ហាញលក្ខណៈត្រង់ខ្សែនៃរូប ត្រូវប្រើចុងព្រួញចង្អុលផង។

១៩. ដើម្បីកុំឲ្យការបង្ហាញខ្នាតត្រូវស្មុកស្មាញ ឬត្រូវការជៀសវាងការប្រើខ្សែកូតវែងពេកនោះ គួរប្រើតួអក្សរជំនួសវិញ រួចធ្វើតារាងឬកំណត់ហេតុអធិប្បាយទុកនៅពីខាងចំហៀងរូបភាព។

ដំណាក់ទំហំភាគកំណាត់មូល

១. គំនូរដែលជារង្វង់ គឺត្រូវមានបន្ទាត់អ័ក្សអូសខ្វែងគ្នាជានិច្ច ខ្សែគំនូសវែងត្រូវអូសខ្វែងគ្នាត្រង់ចំណុចផ្ចិត។ ចំណែករង្វង់ដែលមានខ្នាតតូច បន្ទាត់អ័ក្សរបស់វាត្រូវគូរជាខ្សែធ្មារ ហើយអូសវែងរហូត។ ការបង្ហាញខ្នាតរង្វង់នេះ ចុងព្រួញទាំងសងខាងត្រូវចង្អុលត្រង់កាំកំណោងឬត្រង់ខ្សែយោង។ លក្ខណៈបែបនេះមិនបាច់គូរសញ្ញាសម្គាល់បន្ទាត់ផ្ចិតផងទេ។

២. រង្វង់ដែលមានខ្នាតតូចពេក គឺបង្ហាញដោយចុងព្រួញ ហើយត្រូវគូរសញ្ញាបន្ទាត់ផ្ចិតដាក់ខាងមុខតួលេខទំហំខ្នាតផង។ បើសិនណាទំហំតូចពេកនោះ ការបង្ហាញខ្នាតទំហំគឺត្រូវបង្ហាញដោយរូបព្រួញ ហើយនិងតួលេខខ្នាតដាក់នៅខាងក្រៅគំនូរ។

៣. ការបង្ហាញខ្នាតគម្លាតរវាងផ្ចិតរន្ធ ឬរង្វង់នោះ អាចប្រើបន្ទាត់អ័ក្សធ្វើជាខ្សែយោងបាន តែត្រូវគូរជាខ្សែជាប់ធ្មារវែងកាលណាអូសហួសរង្វង់ចេញមក។ម្យ៉ាងទៀតគម្លាតនៃរន្ធ ជានិច្ចកាលត្រូវវាស់វាពីចំណុចផ្ចិតនៃរន្ធទាំងពីរ។

៤. កាំកំណោងអាចគូរជំនួស ដោយអក្សរ R ដោយប្រើចុងព្រួញមួយចង្អុលវណ្ណមណ្ឌនៃរង្វង់។

៥. បើសិនណាជាមុខកាត់នៃគំនូរតូច ការបង្ហាញកាំដែលមានកំណោងធំនោះ ត្រូវបង្វិតចំណុចផ្ចិតចូលមកជិតគំនូរ រួចគូរខ្សែកូតកាត់មុំធ្វើជាកែង ហើយខ្សែកូតស្របគ្នា។ ចំណុចផ្ចិតនៃកាំកំណោងត្រូវស្ថិតនៅក្នុងទិសនៃផ្ចិតពិតជានិច្ច។

៦. ដំណាក់ទំហំនៃចង្អូរកំណោង គឺអាចបង្ហាញខ្នាតបាន ដោយគូរខ្សែយោងចេញពីគែមគំនូរ ឬគូរត្រង់បន្ទាត់អ័ក្សនៃផ្នែកដែលកោងទាំងពីរក៏បាន។

៧. ការគូរភាគកំណាត់(Work pieces) រាងស៊ីឡាំងមូល ឬភាគកំណាត់ដែលមានភាពឆ្លុះ ត្រូវគូរបន្ទាត់អ័ក្សរហូតលើបណ្តោយនៃគំនូរជានិច្ច។

៨. ភាគកំណាត់រាងស៊ីឡាំងដែលគូរត្រឹមតែមួយគំហើញនោះ ក្នុងការបង្ហាញទំហំខ្នាតត្រូវគូរសញ្ញាសម្គាល់បន្ទាត់ផ្ចិតដាក់ពីខាងមុខតួលេខទំហំខ្នាតផង។

៩. បើសិនណាជាមានការបង្ហាញខ្នាតក្នុងគំហើញដែលបង្ហាញលក្ខណៈនៃរង្វង់យ៉ាងច្បាស់លាស់នោះត្រូវលើកលែងការគូរសញ្ញាសម្គាល់បន្ទាត់ផ្ចិតខាងមុខតួលេខទំហំខ្នាតចេញ។

១០. ភាគកំណាត់រាងស៊ីឡាំងដែលផ្ចិតមិនចំគ្នា ឬ លំងាកផ្ចិតគ្នានោះ ដំណាក់ទំហំត្រូវបង្ហាញត្រង់ចន្លោះបន្ទាត់អ័ក្សនៃភាគកំណាត់ទាំងពីរ។

១១. ចៀសវាងដំណាក់ទំហំត្រង់បរិវេណដែលមានបង្ហាញស្នាមឆូតនោះ បើសិនណាជាចាំបាច់ ត្រូវបង្ហាញទំហំខ្នាតនៅក្នុងរង្វង់ ហើយតួលេខទំហំ គឺត្រូវសរសេរក្នុងលក្ខណៈដែលមើលឃើញពីស្តាំដៃប៉ុណ្ណោះ។

១២. ភាគកំណាត់រាងស៊ីឡាំងដែលត្រូវការកាត់បំព្រួញ ត្រូវប្រើខ្សែរលក។ ចំណែកតួលេខទំហំវិញ ត្រូវធ្វើជាប្រវែងជាក់ស្តែងនៃភាគកំណាត់។ រីឯផ្នែកដែលត្រូវកាត់បំព្រួញ ត្រូវគូរឆូត(ខ្សែជាប់ធ្មារ) ដោយគូរបញ្ឆិតធ្វើជាមុំ ៤៥អង្សា។

១៣. ការកាត់បំព្រួញនៃភាគកំណាត់ដែលជាបំពងទីបនេះ ខ្សែបង្ហាញស្នាមកាត់ គឺត្រូវគូរដោយខ្សែរលក ២ខ្សែ។

ដំណាក់ទំហំលក្ខណៈពិសេស

១. បើសិនជាត្រូវការបង្ហាញឲ្យដឹងថា លើភាគកំណាត់ឬចន្លោះមួយនៃភាគកំណាត់ដែលត្រូវធ្វើការបន្សុីឬលត់បន្ថែម ដូចដែលបានបង្ហាញនៅក្នុងគំនូរ គឺត្រូវបង្ហាញដោយខ្សែដាច់ចំណុចធំ(បន្ទាត់អ័ក្សក្រាស់) ស្របទៅនឹងមុខកាត់ផ្ទៃស្មើនឹងរយៈដែលត្រូវការធ្វើ ព្រមទាំងផ្តល់ខ្នាតកំណត់រយៈ ហើយនិងទីតាំងនោះទៀតផង។

២. បើសិនណាជាទីតាំង ឬផ្នែកនៃភាគកំណាត់ ដែលត្រូវធ្វើការបន្សុីឬលត់បន្ថែម ដែលលេចចេញយ៉ាងច្បាស់លើគំនូរមិនចាំបាច់ផ្តល់ខ្នាតផងទេ។

៣. ការបង្ហាញខ្សែដាច់ឆ្មារចំណុចនៅក្នុងគំនូរ(បន្តបន្ទាប់)ត្រូវប្រើចំពោះតែគំនូរនៃភាគកំណាត់ ដែលមានចំណុចឆ្លុះពិតប្រាកដប៉ុណ្ណោះ ហើយមិនអាចឲ្យឃ្លាតចេញពីទីនោះបានទេ។

៤. ការបង្ហាញខ្នាតគំនូរស្រប បើសិនណាជាមានខ្នាតដែលនៅក្នុងទិសដៅដូចគ្នាជាច្រើនខ្នាត ហើយចាប់ផ្តើមពីខ្សែគែមតែមួយនោះ គប្បីផ្តល់ខ្នាតទៅតាមវិធីដែលបង្ហាញនៅក្នុងរូបភាព។

៥. ក្នុងករណីដែលឥតបានបញ្ជាក់ខ្នាតចន្លោះកណ្តាល ណាមួយនោះ ត្រូវប្រើវិធីយ៉ាងងាយៗ ទៅតាមរូប A និងរូប B ។ វិធានការនេះចំណុចចាប់ផ្តើម គឺចាប់ផ្តើមចេញពីចំណុចសូន្យដែលកំណត់ឲ្យធ្វើជាចំណុចផ្ចិត។ ដំណាក់ទំហំ គឺត្រូវសរសេរបញ្ជាក់ត្រង់ចំណុចកាត់គ្នានៃខ្សែយោងនោះ។

៦. ការផ្តល់ខ្នាតរួម ត្រូវនាំយកក្រិត្យក្រមដែលបានដាក់ឲ្យក្នុងករណី ទី៤ និងទី៥ មកប្រើ ក៏ប៉ុន្តែត្រូវរំពឹងគិតដល់លំដាប់ថ្នាក់ក្នុងការអនុវត្តន៍ជាមូលដ្ឋាន។

៧. ការប៉ិតលុបជ្រុងឲ្យត្រូវខ្នាតទៅតាមរូប A បើសិនណាជាមុំបញ្ឆិត 45° អាចប្រើវិធានដំណាក់ទំហំដោយងាយទៅតាមរូប B។

៨. បើសិនជាខ្នាតនៃភាគកំណាត់ចែកចេញជាច្រើនផ្នែកនោះ ត្រូវប្រើសញ្ញាសំគាល់បង្ហាញខ្នាតគូដែលស្មើគ្នា ដូចក្នុងរូប។

៩. បើសិនជាមានខ្នាតស្មើគ្នាជាច្រើនចន្លោះ ឬមានផ្នែកដែលដូចគ្នាច្រើនផ្នែកនោះ ការផ្តល់ខ្នាតត្រូវគួរសម្រួលទៅតាមរូប B ក៏ប៉ុន្តែបើចង់ឲ្យដឹងថា តម្លៃណាមួយជាប្រវែងជំហាន(Pitch) ហើយតម្លៃណាមួយជាចំនួនជំហាននោះ គួរផ្តល់ខ្នាតជំហាននៅត្រង់ចន្លោះមួយទៅតាមរូប A ។

១០. ការបង្ហាញខ្នាតគំនូរផ្គុំនេះ ក្នុងករណីដែលគំនូរផ្គុំមានភាគកំណាត់(work pieces) ផ្គុំគ្នាជាច្រើនកំណាត់នោះ ខ្សែកូតនៃគំនូរនីមួយៗត្រូវញែកចេញជាឈុតៗតាមដែលអាចធ្វើទៅបាន។

១១. ក្នុងករណីខ្លះ ការផ្តល់ខ្នាតទៅតាមអ័ក្សឈរ និងអ័ក្សដេកនោះ គេអាចធ្វើជាតារាងបង្ហាញខ្នាតទៅតាមអ័ក្សឈរនិងអ័ក្សដេក(Y និង X) ញែកចេញពីគំនូរទៅតាមរូប A ដែលងាយស្រួលជាងការផ្តល់ខ្នាតទៅតាមរូប B ។

១២. គំនូរពំនុះនៃភាគកំណាត់តែមួយដែលពុះដោយប្លង់ស្របគ្នា ហើយនៅជាប់គ្នា ត្រូវឆូតមុខកាត់ឲ្យមាន រយៈឃ្លាតខុសពីគ្នា តែត្រូវដាក់ឲ្យលៀនចេញពីគ្នាត្រង់ស្នាមតំណនៃគំនូរនោះ ដូចរូប A ។ តែបើសិនជាមិនអាចជៀសវាង ការបង្ហាញខ្នាតត្រង់ស្នាមឆូតបានទេនោះ ត្រូវរំលងចន្លោះនៃស្នាមឆូតទុកសម្រាប់សរសេរតួលេខខ្នាត ដូចរូប B ។

១៣. ការដាក់ហើយ និងការរៀបចំគំនូរពំនុះនេះ ត្រូវប្រកាន់យកតាមក្រិត្យក្រមនៃការដាក់គំនូរទៅតាមធម្មតា (គំនូរគំហើញ) បន្ទាត់កាត់បង្ហាញ ដោយការប្រើខ្សែដាច់ឆ្មារចំណុច(បន្ទាត់អ័ក្សតូច) រហូតតាមបណ្តោយទិសកាត់រួចដាក់ឆូតក្រាស់នៅត្រង់ចុងទាំងពីរខាង ហើយសរសេរបញ្ជាក់ដោយអក្សរពុម្ព

ធំៗ ទិសដៅគំហើញ គំនូរពុះនេះត្រូវបង្ហាញទៅតាមទិសនៃចុងព្រួញដែលនៅផ្នែកខាងខ្សែទិសកាត់ ហើយផ្នែកផ្សេងៗដែលនៅក្រោយគំនូរពុះកាត់ដែលត្រូវគូរដោយខ្សែដាច់ ត្រូវលើកលែងមិនបាច់គូរ។ ក្នុងការកាត់នេះ ត្រូវលើកលែងការកាត់ឆ្លងទ្រនុងនានា ភ្លៅ ប៊ូឡុង កាំកង់ និងដទៃៗទៀត ដែលមានលក្ខណៈស្រដៀងៗគ្នា។

១៤. ការពុះកាត់ឆ្លងផ្ទៃរាបខុសពីគ្នានេះ ត្រូវបង្ហាញពំនុះទៅតាមរូប A , B និង C ។

១៥. ការបង្ហាញមុខកាត់ក្នុង ឬក្រៅគំហើញ៖ មុខកាត់នៃគ្រឿងផ្គុំអាចបង្ហាញក្នុងគំហើញរបស់វាបាន ដោយបង្ហាញមុខកាត់នោះត្រង់កន្លែងកាត់តែម្តង ដូចរូប A ឬមួយបង្វិតមុខកាត់ចេញមកបង្ហាញខាងក្រៅគំនូរក៏បាន ដូចរូប B ក្នុងករណីដំបូងត្រង់ខ្សែគែមនៃគំនូរ ត្រូវប្រើខ្សែជាប់ធ្មារ។ រីឯករណីក្រោយទៀតនេះ គឺប្រើតាមក្រិត្យក្រមធម្មតា។

១៦. គំនូរពំនុះពាក់កណ្តាល៖ គំនូរដែលមានទ្រង់ទ្រាយដូចគ្នាទាំងសងខាងនេះ គឺអាចពុះបង្ហាញសមមាត្រ(សំណុំ) ខាងក្នុងត្រឹមតែពាក់កណ្តាលក៏បាន ដោយបង្ហាញគំនូរពំនុះខាងក្នុងពាក់កណ្តាល ហើយបង្ហាញគំហើញផ្នែកខាងក្រៅពាក់កណ្តាលទៀត។

១៧. ពំនុះមួយផ្នែក៖ គ្រឿងបង្គុំមួយចំនួន មិនចាំបាច់ត្រូវគូរគំនូរពំនុះពេញ ឬគំនូរពំនុះពាក់កណ្តាលទេ ប៉ុន្តែអាចប្រើវិធានការពុះតែមួយផ្នែកក៏បានដោយបង្ហាញខ្សែទឹករលកជាព្រំដែនខ័ណ្ឌពំនុះនោះពីគំហើញ។

១៨. ការដាក់ទីតាំងនៃមុខកាត់៖ បើសិនជាបរិវេណបន្ទាត់កាត់មានកន្លែងមិនគ្រប់គ្រាន់ ដើម្បីដាក់មុខកាត់ទៅក្នុងគំហើញរបស់វាបានទេនោះ យើងអាចដាក់មុខកាត់ខាងក្រៅគំហើញ ដូចរូប A ឬដាក់នៅពីក្រោមគំ ហើញត្រង់ទិសដែលត្រូវកាត់ដូចរូប B ។

១៩. ការកាត់ករណីពិសេស៖ ក្នុងករណីដែលគ្រឿងផ្គុំនៅជិតគ្នានេះ បើចាំបាច់ត្រូវគូរគំនូរឲ្យជាប់គ្នានឹងគ្រឿងផ្គុំនៅក្បែរ ត្រូវបង្ហាញដោយខ្សែជាប់ធ្មារ។ គ្រឿងផ្គុំដែលនៅក្បែរ គឺមិនត្រូវឲ្យវាបាំងគ្រឿងផ្គុំដែលត្រូវកាត់នោះទេ ក៏ប៉ុន្តែគ្រឿងផ្គុំដែលត្រូវកាត់នោះអាចបាំងគ្រឿងផ្គុំដែលនៅក្បែរខាងនោះបាន។ ការគូរខ្សែឆូតគូរចំពោះតែបរិវេណដែលត្រូវកាត់ប៉ុណ្ណោះ ធ្វើយ៉ាងនេះ ដើម្បីកុំឲ្យមានការស្មុគស្មាញ។

២០. ការបង្ហាញស្នាមតំណនៃវណ្ឌមណ្ឌលឬមុំកំណោងនេះ ខ្សែបង្ហាញស្នាមតំណនៃភាគកំណាត់ដែលត្រូវបង្ហាញឲ្យឃើញថា ស្នាមតំណនោះគឺជាវណ្ឌមណ្ឌល ឬមុំកំណោងត្រូវគូរបង្ហាញដោយខ្សែជាប់ធ្មារ។

២១. ការបង្ហាញមុខកាត់នៃភាគកំណាត់លក្ខណៈខ្លះ ៖ ដើម្បីចៀសវាងគូរគំនូរច្រើនលើភាគកំណាត់មូល ដូចជា ការ ចតុកោណកែង ឬមុខកាត់រាប ដែលមានលើភាគកំណាត់មូល ត្រូវបង្ហាញដោយការគូរខ្សែទ្រូង(វិជ្ឈកោណ) នៃចតុកោណនោះដោយខ្សែជាប់ធ្មារ។

២២. ផ្នែកដែលនៅខាងក្រោយនៃបន្ទាត់កាត់នេះ បើសិនជាចាំបាច់ ត្រូវបង្ហាញផ្នែកដែលនៅពីមុខគំនូរពុះ។ តែបើតាមធម្មតា គឺត្រូវកាត់ចេញ អាចគូរដោយខ្សែជាច់ធ្មារចំណុចវិញ (បន្ទាត់អ័ក្ស) ដូចក្នុងរូប។

២៣. ការគូរខ្សែខ្ចៅ (Thread)៖ ខ្សែខ្ចៅដែលមើលឃើញ ត្រូវប្រើខ្សែជាប់ធំ (ខ្សែរូប) តាងខ្សែចុងខ្សែខ្ចៅ។ ហើយខ្សែជាប់ធ្មារជាខ្សែជើងខ្សែខ្ចៅ។

២៤. ខ្សែខ្ចៅដែលត្រូវបាំង៖ ការគូរខ្សែដែលត្រូវបាំង ត្រូវប្រើខ្សែដាច់ ខ្នាតមធ្យមជំនួសក្បាលខ្សែខ្ចៅហើយនិងជើងខ្សែខ្ចៅ។

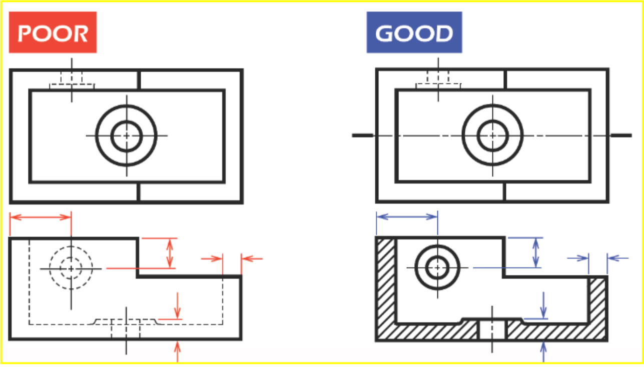
ជំពូកទី៥៖ គំនូរពំនុះ

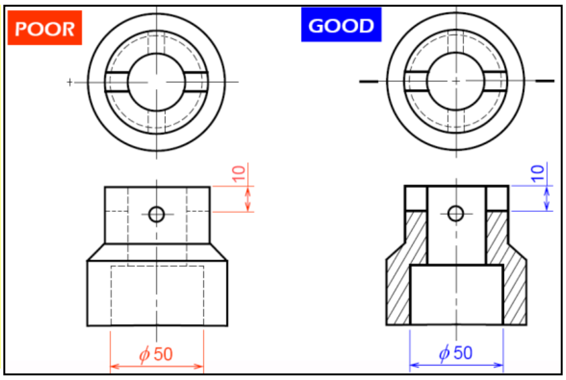
លក្ខណៈនៃគំនូរពំនុះ

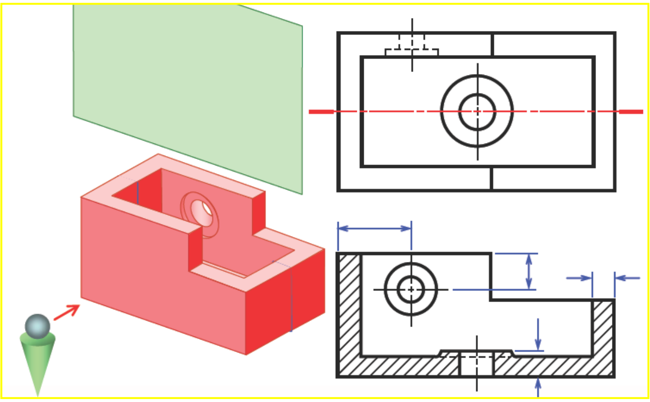
ក្នុងការគូរគំនូរគំហើញជាទូទៅនេះ គឺជាការគូរដើម្បីបង្ហាញទ្រង់ទ្រាយ លក្ខណៈរហូតដល់សមមាត្រ(សំណុំ) និងរូបលំអិតនៃគំនូរ។ ទាំងនេះដើម្បីនាំយកប្លង់គំនូរទៅធ្វើការផលិតក្នុងរោងចក្ររោងជាង។ ប៉ុន្តែក្នុងការគូរគំនូរភាគកំណាត់ប្រភេទខ្លះ លក្ខណៈខាងក្នុងមានភាពលំបាកហើយស្មុគ្រស្មាញណាស់ ពិសេសគឺពិបាកក្នុងការគូរគំនូរនោះតែម្តង។ ម្លោះហើយទើបត្រូវប្រើវិធីពុះភាគកំណាត់ចេញជាពីរផ្នែក ដើម្បីឱ្យឃើញផ្នែកដែលនៅពីខាងក្នុងបានយ៉ាងច្បាស់លាស់ ធ្វើឱ្យកើតទៅជាគំនូរពំនុះ (Section View) ឡើង (ពំនុះភាគកំណាត់នេះ គឺជាការសន្មត់ឡើងថា ពុះភាគកំណាត់ចេញជាពីរផ្នែក ប៉ុន្តែតាមពិតវិញ ភាគកំណាត់ឥតបានត្រូវពុះចេញពីគ្នានោះទេ)។ បង្ហាញក្នុងករណីដែលភាគកំណាត់មានរន្ធស្វាន រន្ធរំលីង ចង្អូរស្នៀត ឬផ្នែកដែលនៅខាងក្នុង ហើយមិនអាចមើលឃើញក្នុងគំនូរគំហើញយ៉ាងច្បាស់លាស់បាន។

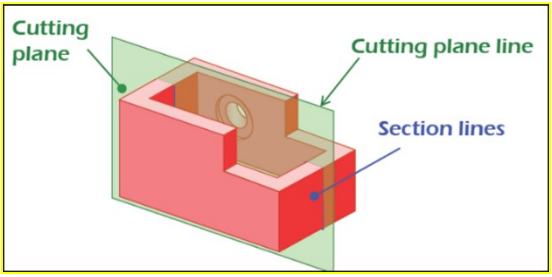
គោលបំណងក្នុងគូរពំនុះនេះ ក៏ព្រោះត្រូវការបង្ហាញផ្នែកនៅខាងក្នុងឱ្យឃើញច្បាស់លាស់ ហើយប្រើផ្នែកដែលត្រូវពុះកាត់ធ្វើជាការកំណត់ខ្នាត។ ដោយសារការកំណត់ខ្នាតទូទៅ ឥតបានបង្ហាញខ្នាតទុកក្នុងផ្នែកដែលមិនច្បាស់លាស់នោះ(ខ្សែដាច់) ជួនកាលអាចធ្វើឱ្យការមើលមិនបានច្បាស់លាស់ ហើយពុំបានពេញលេញពិសេសអាចនាំឱ្យមានបញ្ហាដល់ការងារទៀតផង។ ការគូរពំនុះនេះ អាចបង្ហាញខាងណាមួយក៏បាន ប៉ុន្តែភាគច្រើនវិញ គេរមែងនិយមគូរលើគំហើញពីមុខ ឬលើគំហើញពីចំហៀងប៉ុណ្ណោះ តែជួនកាលអាចគូរបំពេញតាមរយៈការគូរលក្ខណៈនៃគំនូរគំហើញធម្មតាក៏មានដែរ។

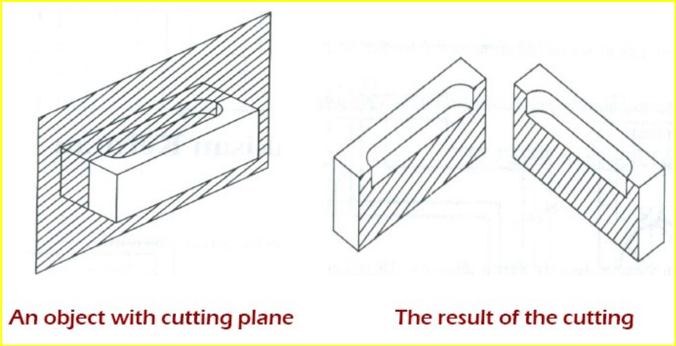
ការពុះទៅលើវត្ថុ ឬឧបករណ៍អ្វីមួយក្នុងគំនូរបច្ចេកទេស គឺត្រូវបានធ្វើឡើងលើវត្ថុ ឬឧបករណ៍ដែលទាមទារចាំបាច់សម្រាប់មើលឲ្យឃើញរូបភាពខាងក្នុងរបស់វា ។

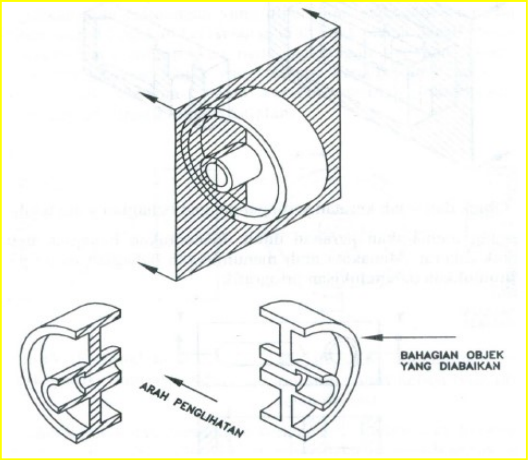








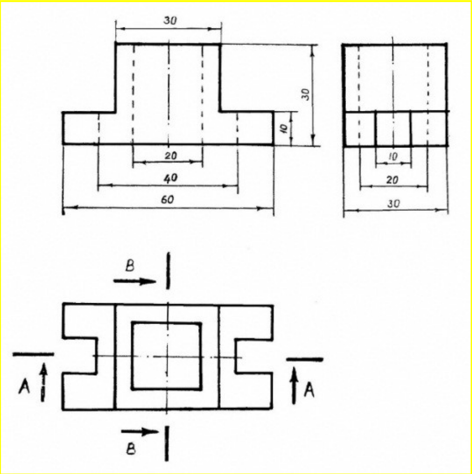




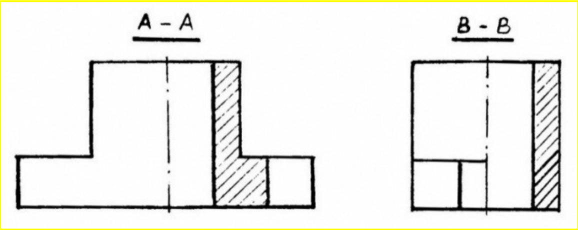
៥.១ លក្ខណៈនៃការពុះរូបភាព

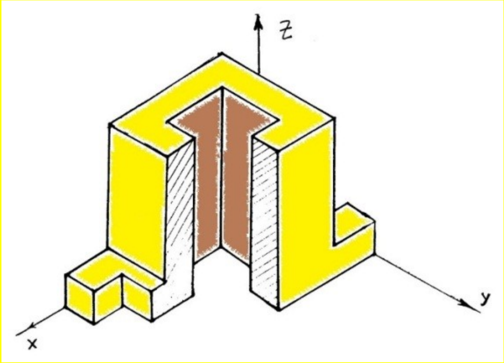
ការពុះរូបភាពមានលក្ខណៈ ២ បែប ៖

1. វត្ថុ ឬឧបករណ៍មានលក្ខណៈស៊ីមេទ្រី
   - គូររូបភាពពុះ ½ លើប្លង់លាត
   - គូររូបពុះ ¾ (ដក ¼ ចេញ) ក្នុងលំហ
2. វត្ថុ ឬឧបករណ៍គ្មានលក្ខណៈស៊ីមេទ្រី
   - គូររូបភាពពុះ ពេញទាំងអស់ លើប្លង់លាត
   - គូររូបពុះ ¾ ក្នុងលំហ



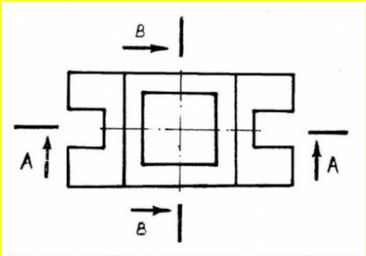
វត្ថុ ឬឧបករណ៍មានលក្ខណៈស៊ីមេទ្រី

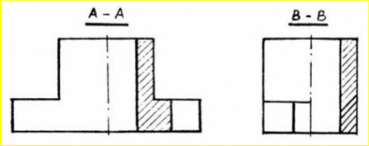




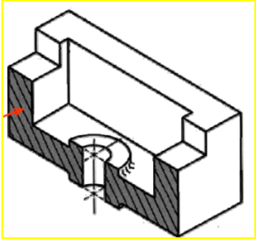
៥.២ គំនូសព្រួញបញ្ជាក់ពីការពុះ

- ប្រើសម្រាប់បង្ហាញពីកន្លែងពុះ ពីកន្លែង ១ ទៅកន្លែង ១ ទៀត
- គំនូសព្រួញនេះមាន ៖
  – កម្រាស់ ២ ដង នៃគំនូសគ្រឹះ
  – បណ្តោយ ៨ - ១០ មម
- កន្លែងពុះបង្ហាញទិសដោយ ព្រួញ ២ និង សរសេរអក្សរដូចគ្នា





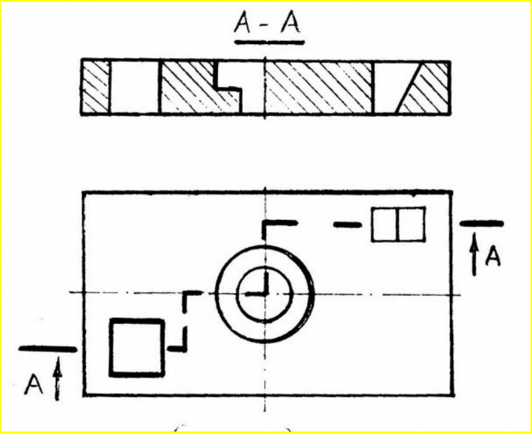
- ស្នាមមុខកាត់
  - ប្រើគំនូសជំនួយ
  - ស្នាមឆូតឃ្លាតពីគ្នា ១,៥ - ៥ មម
  - គំនូសទ្រេត ៤៥០ ធៀបនឹងខ្សែវ័ណ្ឌ

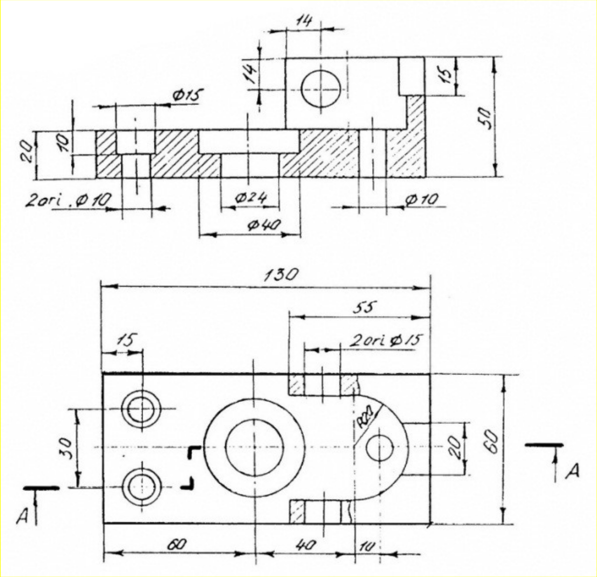


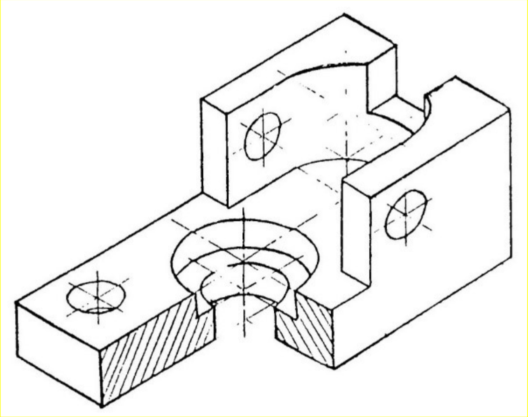
៥.៣ ពំនុះស៊ាំញ៉ាំ

៥.៣.១. ពំនុះដាកាំ

ជាទូទៅ ពំនុះដាកាំ ជាពំនុះដែលមានលក្ខណៈដូចកាំជណ្ដើរ ដើម្បីបង្ហាញផ្នែកនៃវត្ថុ ឬឧបករណ៍ដែលទាមទារការគូររូបបង្ហាញមិនស្ថិតនៅលើបណ្ដោយពំនុះ ឬទទឹងពំនុះរបស់វត្ថុ ឬឧបករណ៍នោះ ។

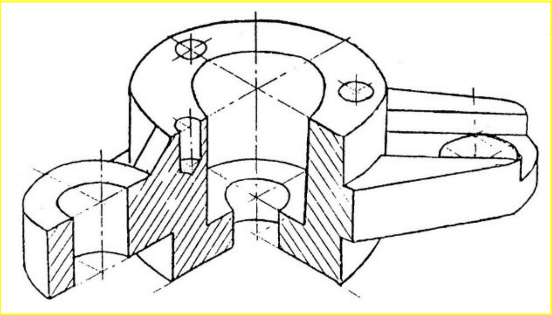


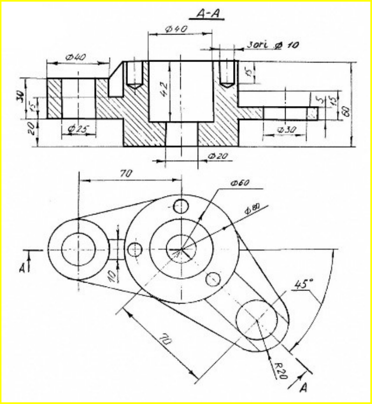




៥.៣.២. ពំនុះជាភាច់

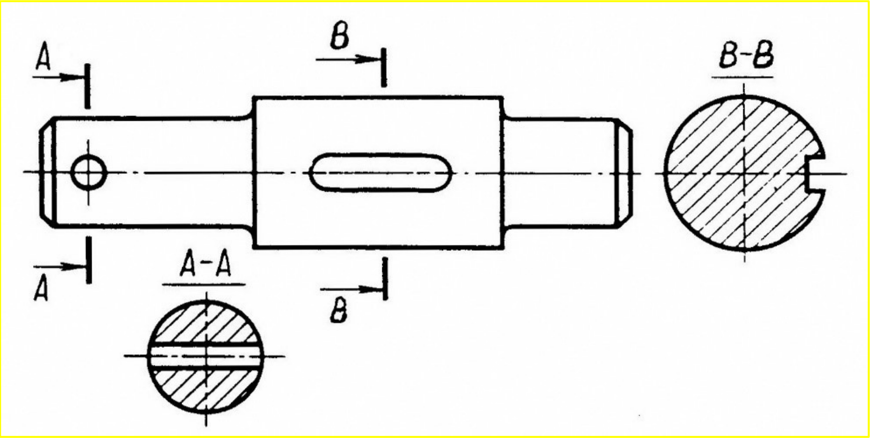
- ជាពំនុះដែលត្រូវពុះកាត់លើវត្ថុ ឬឧបករណ៍អ្វីមួយដែលមានលក្ខណៈកាច់
- នៅលើរូបពន្លាត រូបពុះត្រូវគូរជារូបត្រង់





៥.៣.២. ពំនុះជាភាច់

ជាស្នាមកាត់វត្ថុ ឬឧបករណ៍ ដែលទាមទារឲ្យមានការពុះបង្ហាញតាមផ្នែកសំខាន់ៗ ។



៥.៤ គំនូរពំនុះប្រភេទផ្សេងៗ

គំនូរលើប្លង់លាតបង្ហាញពី ទ្រង់ទ្រាយ លក្ខណៈ សំណុំ និងរូបលម្អិត សម្រាប់យកទៅផលិតក្នុងរោងជាង។ រូបប្រភេទខ្លះនៅខាងក្នុងមានភាពស្មុគស្មាញ ដែលវាពិបាកគូរ ដូចនេះគេត្រូវពុះចែករូបជាចំណែកដោយសន្មត ហើយតាមពិត ចំណែកទាំងឡាយមិនត្រូវបានពុះចេញពីគ្នាទេ។

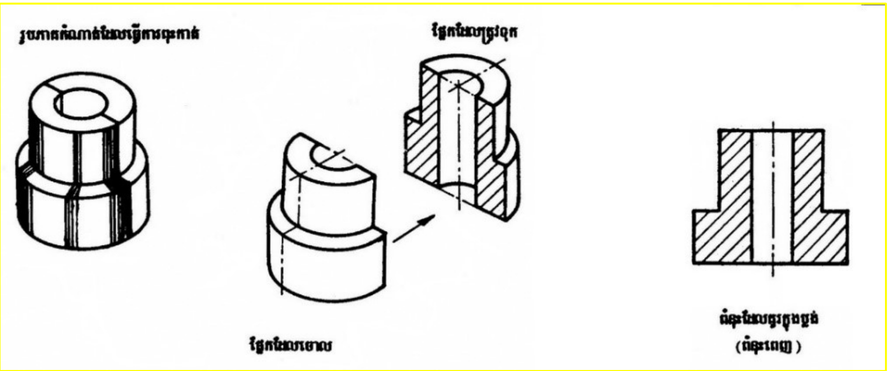
– **គោលបំណងនៃគំនូរពំនុះ ៖**

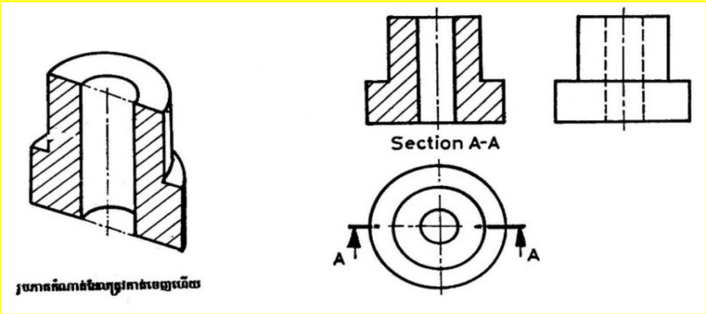
  - **បង្ហាញផ្នែកខាងក្នុងឲ្យឃើញច្បាស់**
  - **ដើម្បីកំណត់ខ្នាត**

- **គំនូរពំនុះ ភាគច្រើនធ្វើឡើងក្នុងករណីមាន ៖**
    - **រន្ធស្វាន, រន្ធរំលីង, ចង្អូរស្មៀត**
    - **ផ្នែកខាងក្នុងដែលមិនអាចមើលឃើញច្បាស់ដោយគំនូរក្នុងប្លង់លាតជម្មតា**
- **ការបង្ហាញពំនុះ ៖**
    - **គំហើញពីមុខ ឬ គំហើញពីចំហៀង**

៥.៤.១. ពំនុះពេញ

ពំនុះពេញ គឺជាការពុះភាគកំណាត់ចេញជាពីរផ្នែកស្មើៗគ្នា រួចសន្មត់ថាយកផ្នែកមួយចោល ហើយមួយផ្នែកទៀតទុកបង្ហាញនៅក្នុងប្លង់គំនូរដែលអាចមើលឃើញពេញផ្ទៃមុខកាត់នៃគំនូរក្នុងម្ខាងនោះ។ រូបដែលឃើញក្នុងប្លង់គំនូរនេះ ហៅថាពំនុះពេញ (Full-Section)។ ប្លង់កាត់(Cutting Plane) អាចគូរនៅក្នុងចំហៀងណាមួយក៏បានដែរ។ ប្លង់កាត់នេះ គូរអូសកាត់រហូតលើបណ្ដោយឬកម្រាស់នៃភាគកំណាត់។ ផ្ទៃមុខកាត់របស់គំនូរ ត្រូវឆូតដោយខ្សែជាប់ឆ្មារបញ្ឆិតក្រោមមុំ ៤៥^{0} ទៅខាងឆ្វេងឬ ខាងស្ដាំដៃក៏បាន។ ចំណែកឯផ្នែកដែលជាចង្អូរ រន្ធស្វាន ឬ ចន្លោះខាងក្នុងនោះ ត្រូវរំលងចោលដោយមិនបាច់ឆូតទេ។

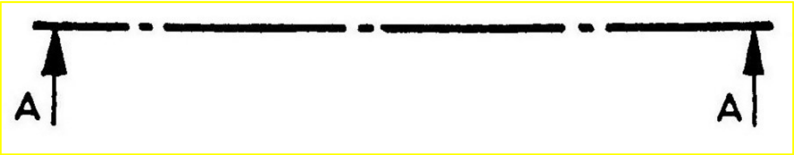




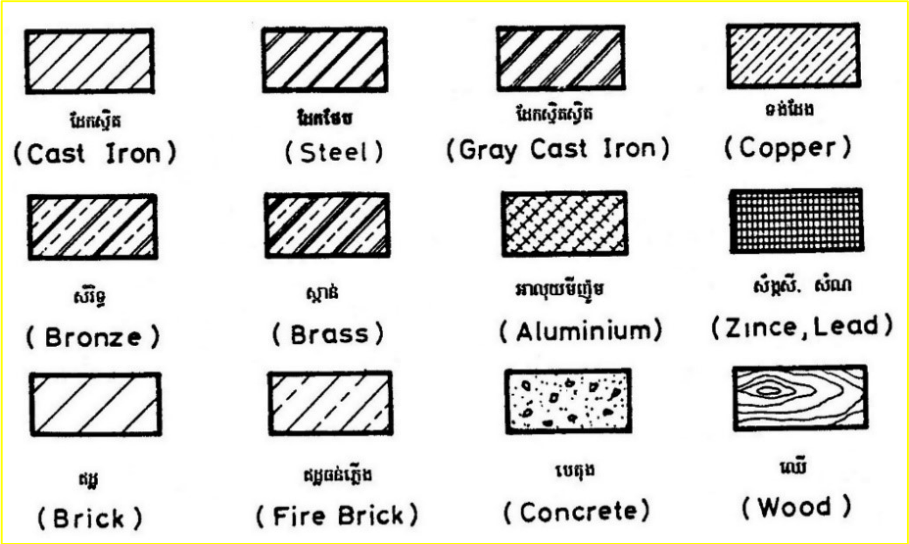
៥.៤.១.១. សញ្ញាពំនុះ

មុននឹងឈានចូលសិក្សាអំពីគំនូរពុះកាត់នេះ យើងគួរតែដឹងអំពីនិមិត្តសញ្ញាផ្សេងៗ ដែលប្រើក្នុងការគូរគំនូរពុះកាត់ ដែលមានដូចតទៅ៖

❖ ខ្សែបង្ហាញប្លង់កាត់ (Cutting Plane) គឺខ្សែដែលប្រើធ្វើជានិមិត្តសញ្ញានេះគួរឱ្យដឹងថា តើទិសដៅ ឬបន្ទាត់ដែលធ្វើការកាត់ឆ្លងទីតាំងណាមួយនៃគំនូរ។ ខ្សែនេះគូរដូចគ្នានឹងបន្ទាត់អ័ក្សដែរ ដោយគូរជាខ្សែធំដាច់ចំណុច ហើយនៅចុងខ្សែ គឺមានគូរចុងព្រួញចង្អុលបង្ហាញដោយមានសរសេរអក្សរបញ្ជាក់នៅត្រង់ព្រួញទាំងសងខាង ដូចមានស្រាប់នៅក្នុងគំនូរ។



❖ ខ្សែកាត់ (Section Line) គឺខ្សែដែលប្រើធ្វើជានិមិត្តសញ្ញាបង្ហាញអំពីផ្ទៃកមុខកាត់នៃភាគកំណាត់ ដោយគូរឱ្យដឹងថា ភាគកំណាត់នោះវាជាវត្ថុធាតុប្រភេទណាខ្លះ ដូចជា ដែកស្អិត ដែកថែប និងទង់ដែងជាដើម។ បើសិនជាភាគកំណាត់ឥតបានកំណត់ថា វាជាវត្ថុធាតុអ្វីទេនោះ ត្រូវប្រើនិមិត្តសញ្ញាដែកស្អិតជំនួសក៏បានដែរ។ ខ្សែកាត់នេះអាចគូរបញ្ឆិតក្រោមមុំ ៤៥^0 ជាមួយនឹងគែមភាគកំណាត់ជានិច្ច ទោះបីជាផ្ទៃមុខកាត់នេះ វាបញ្ឆិតទៅទិសខាងណាក៏ដោយ។



❖ ចុងព្រួញ (Arrow) ប្រើធ្វើជានិមិត្តសញ្ញាប្រាប់ឱ្យដឹងថា ទីតាំងរបស់គំនូរពំនុះវាស្ថិតក្នុងទិសដៅណាបើចុងព្រួញចង្អុលទៅខាងណា នោះពំនុះកាត់នឹងត្រូវបង្ហាញក្នុងរូបខាងដែលចុងព្រួញចង្អុល ហើយតួអក្សរវិញ ត្រូវសរសេរគូជានិច្ច ដូចជា A-A, B-B, C-C ។ កាលណាគូរពំនុះរួចរាល់ហើយ នៅចំពាក់កណ្ដាលខាងក្រោមពំនុះ(ទាំងពំនុះពេញនិងពំនុះពាក់កណ្ដាល) ត្រូវចារដោយពាក្យថា ពំនុះ A-A ឬ Section A-A រាល់លើកដើម្បីបង្ហាញឱ្យដឹងថា ពំនុះនេះ វាជាពំនុះតាមទិសដៅណា ពីព្រោះនៅក្នុងភាគកំណាត់នេះ ជួនកាលមានបង្ហាញអំពីទិសដៅកាត់ទុកជាច្រើនទិសដៅផងដែរ។

៥.៤.១.២. ការអង្កេតក្នុងពំនុះពេញ

ក្នុងការគូរពំនុះពេញយ៉ងបរិបូណ៌ ទៅតាមលំដាប់ថ្នាក់នៃការគូរគំនូរនេះ ជួនកាលក៏មានភាពស្មុគស្មាញបង្គួរដែរ។ ដើម្បីឱ្យការគូរពំនុះបានត្រឹមត្រូវនឹងពេញលេញទាំងក្នុងរបៀបគូរ រហូតដល់ការប្រើនិមិត្តសញ្ញាផ្សេងៗទៀតនោះ ទើបស្នើសុំរំលឹកនិងសង្កត់ធ្ងន់លើការគូរដូចតទៅ៖

1. ការគូរពំនុះពេញ ជានិច្ចកាលខ្សែបង្ហាញប្លង់កាត់ ត្រូវគូរអូសឆ្លងរហូតលើទំហំនៃគំនូរ។
2. នៅត្រង់ចុងខ្សែបង្ហាញប្លង់កាត់ ត្រូវមានរូបព្រួញគូរទុកទាំងសងខាង។
3. ត្រូវសរសេរអក្សរ A-A ឬ B-B បញ្ជាក់នៅខាងក្បាល ឬក្បាលព្រួញជារៀងរាល់លើកផង។
4. ខ្សែបង្ហាញប្លង់កាត់ គឺមិនចាំបាច់អូសវែងរហូតទេ។ ក៏ប៉ុន្តែអាចគូរទុកនៅត្រង់ផ្នែកដែលត្រូវបត់តែមគំនូរចេញមកក៏បាន(មើឧទាហរណ៍ក្នុងរូប)។
5. គំនូរពុះដែលគូររួចស្រេចហើយនោះ គឺត្រូវចារពាក្យថា A-A ឬ Section A-A ទុកខាងក្រោមពំនុះនោះរាល់លើក។
6. មុខកាត់ផ្នែកដែលកាត់ដោយប្លង់កាត់ ត្រូវឆូតឆ្នូតបញ្ឆិតក្រោមមុំ ៤៥^{0} ដោយឱ្យបញ្ឆិតទៅខាងស្តាំ ឬខាងឆ្វេងដៃក៏បាន(គូរដោយខ្សែជាប់ឆ្មារ)។
7. ពំនុះនៃភាគកំណាត់តែមួយ មានបន្ទាត់ឆូតបញ្ឆិតទៅខាងជាមួយគ្នា។
8. មិនត្រូវគូរបង្ហាញខ្សែដាច់នៅក្នុងពំនុះជាដាច់ខាត (លើកលែងតែករណីចាំបាច់) ក្នុងការគូរពំនុះនេះ ត្រូវឱ្យមានការប្រើនិមិត្តសញ្ញារួមផ្សំក្នុងការគូរនេះផង។ ហើយក្នុងការធ្វើលំហាត់ គឺដាក់បទបញ្ជាឱ្យធ្វើទាំងអស់មានពីរវិធី គឺវិធីដំបូងសំណួរត្រូវសរសេរបញ្ជាយ៉ាងច្បាស់ ឧទាហរណ៍ដូចជា ចូរគូគំហើញពីមុខឱ្យទៅជាពំនុះពេញ នឹងបានឃើញថាបញ្ជាបែបនេះនឹងបរិបូរណ៍បំផុត។ ចំណែកមួយវិធីទៀត សំណួរនឹងសរសេរបញ្ជាទុកយ៉ាងទូលំទូលាយ ដូចជា ចូរគូរពំនុះដែលកំណត់មកនេះ ឱ្យបានពេញលេញ។ បញ្ជាបែបនេះបើសិនជាសិស្សមិនយល់អំពីនិមិត្តសញ្ញាយ៉ាងពិតប្រាកដទេនោះ ក៏មិនអាចគូរពំនុះឱ្យត្រឹមត្រូវទៅតាមបញ្ជាបានដែរ។ ក៏ប៉ុន្តែសិស្ស អាចគូរពំនុះបានដោយការពិចារណាតាមរយៈមុខព្រួញដែលជានិមិត្តសញ្ញាគូរទុកនៅត្រង់ចុងនៃខ្សែបង្ហាញប្លង់កាត់ ដោយមានលំដាប់ថ្នាក់ដូចតទៅនេះ៖

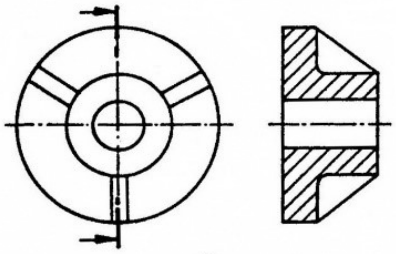
អត្ថន័យរបស់ចុងព្រួញ

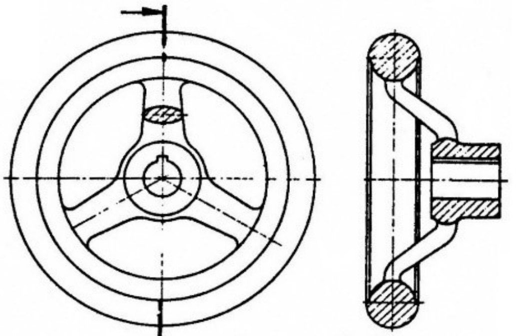
ចុងឬមុខព្រួញវាជានិមិត្តសញ្ញាដែលប្រាប់ឱ្យដឹងថា ពំនុះនេះ វាជាពំនុះបែបណា ពុះដូចម្តេចហើយគំនូរដែលកើតនឹងបង្ហាញត្រង់ណា ដូចមានលំដាប់លំដោយតទៅនេះ៖

1. ចង្អុលបង្ហាញផ្នែកដែលរក្សាទុកគូរពំនុះ (មួយផ្នែកទៀតចោលចេញ)។
2. ចង្អុលបង្ហាញទិសដៅដែលភាគកំណាត់ត្រឡប់ផ្ងារ (ដើម្បីឱ្យឃើញមុខកាត់ផ្នែកដែលត្រូវកាត់)។

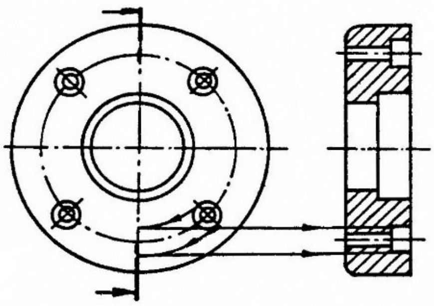
3. ពំនុះដែលកើតឡើង គឺវាស្ថិតក្នុងទីតាំងនៃគំហើញចំហៀងដែលព្រួញចង្អុលនោះ (ភាគច្រើនតែនៅត្រង់គំហើញពីមុខ ឬពីចំហៀង)។

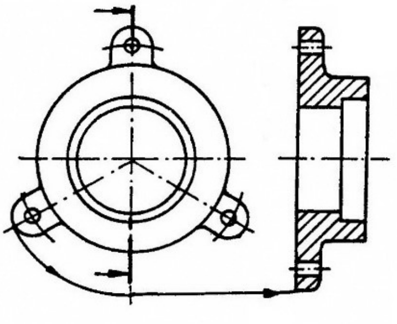
ប៉ុន្តែក្នុងការគូរពំនុះនេះ ខ្សែបង្ហាញប្លង់កាត់ (Cutting Plane) បើសិនជាត្រូវអូសឆ្លងកាត់ផ្នែកដែលជាទ្រនុង ឬដៃនោះអាចឱ្យយើងបានពំនុះមកដោយខ្វះតុល្យភាព ពុំបានស្របទៅតាមក្រិត្យក្រមនៃការគូរពំនុះនោះឡើយ។ ដូច្នេះហើយទើបត្រូវបង្វិលផ្នែក(មិនបាច់គូរខ្សែឆ្នូតទេ) ដូចបង្ហាញស្រាបក្នុងរូប។


រូបបង្ហាញវិធីការចុះឆ្នូតកាត់ទ្រនុង


រូបបង្ហាញវិធីការចុះឆ្នូតកាត់ដៃបង្វិល

ចំណែកឯការគូរពំនុះដែលមានរន្ធស្វាន និងត្រចៀកចាប់នោះ គឺអាចសន្មតឱ្យបង្វិតទៅនៅក្នុងប្លង់កាត់ដូចគ្នាដែរ។ ក៏ប៉ុន្តែកាលណាគូរជាពំនុះផ្នែកដូចពោលនេះ នឹងត្រូវពុះឆ្លងកាត់ផងដែរ ដូចបង្ហាញក្នុងរូប។


រូបបង្ហាញការចុះឆ្នូតកាត់រន្ធស្វាន


រូបបង្ហាញការចុះឆ្នូតកាត់ត្រចៀកចាប់

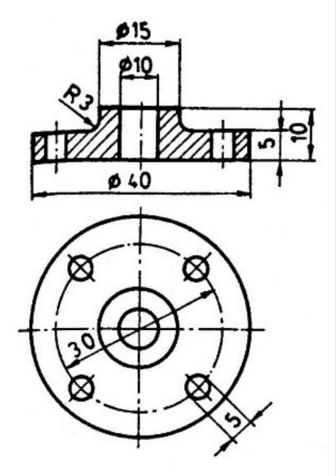
ការសង្កេតក្នុងពំនុះ

- ការគូរពំនុះឆ្លងកាត់ផ្នែកដែលជាទ្រនុង ដៃបង្វិល មានលំដាប់ថ្នាក់ក្នុងការគូរដូចតទៅនេះគឺ៖
  1. ត្រូវបង្វិតផ្នែកដែលជាទ្រនុង ដៃបង្វិល ទៅនៅក្នុងប្លង់កាត់ (បន្ទាត់អ័ក្ស)សិន។
  2. កាលណាធ្វើការកាត់ផ្នែកដែលជាទ្រនុងហើយនិងដៃបង្វិលគឺមិនត្រូវកាត់ទេ ប៉ុន្តែត្រូវគូរក្នុងលក្ខណៈនៃគំនូរគំហើញធម្មតា

- ក្នុងការគូរពំនុះឆ្លងកាត់ផ្នែកដែលជារន្ធស្វាន និងត្រចៀកចាប់នេះ ត្រូវមានលំដាប់ថ្នាក់ដូចនេះ៖
    1. ត្រូវបង្វិតរន្ធស្វាន និងត្រចៀកចាប់ ឱ្យទៅនៅក្នុងប្លង់កាត់សិន
    2. កាលណាធ្វើការកាត់ ត្រូវកាត់ហើយបង្ហាញពំនុះនៃផ្នែកដែលជារន្ធស្វានត្រចៀកចាប់ក្នុងគំនូរកាត់នោះផង។

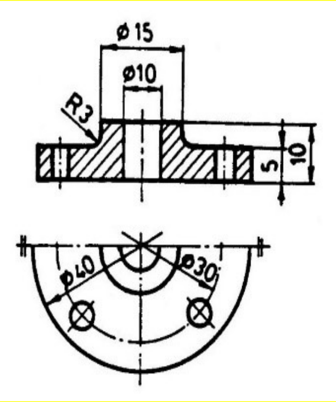
៥.៤.១.៣. គំនូសប្លង់មុខ

- បង្ហាញចំនួនរន្ធស្វានលើប្លង់មុខ ៖



ភាគកំណាត់ដែលមានរាងមុខប្លង់ គឺត្រូវបង្ហាញចំនួនរន្ធស្វាននៅលើភាគកំណាត់នោះផង។ ការគូរគំហើញពីលើនៃមុខប្លង់ត្រូវបង្ហាញរង្វង់ដែលគូរដោយបន្ទាត់អ័ក្ស ដោយគូរឱ្យឋិតនៅក្រៅទិសនៃអ័ក្សឈរ (បន្ទាត់អ័ក្សកែង) និងទិសអ័ក្សដេក (បន្ទាត់អ័ក្សដេក) លើកលែងតែករណីចាំបាច់ប៉ុណ្ណោះ។ បន្ទាត់អ័ក្សនៃរន្ធស្វាន ត្រូវគូរកាត់ជាមួយនឹងបន្ទាត់អ័ក្សនៃរង្វង់ ដោយដាក់ឱ្យបន្ទាត់អ័ក្សស្វាន បាញ់ឆ្ពោះចូលរកចំណុចផ្ចិតរួមគ្នានៃភាគកំណាត់។

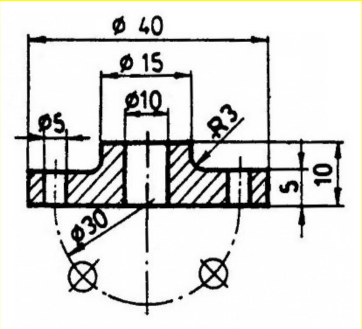
- ប្លង់មុខមានលក្ខណៈស៊ីមេទ្រី ៖



ភាគកំណាត់រាងមុខប្លង់ដែលមានលក្ខណៈស៊ីមេទ្រី (ដូចគ្នាទាំងសងខាង) អាចបង្ហាញដោយការគូរត្រឹមតែពាក់កណ្តាលរូបក៏បាន ដោយត្រង់គំហើញពីមុខត្រូវគូរជាពំនុះពេញជានិច្ច។ ចំណែកឯត្រង់គំហើញពីលើ ឬចំហៀងវិញ មិនបាច់គូរផ្នែកម្ខាងទៀតនៃភាគកំណាត់ដែលនៅជាប់នឹងគំហើញពីមុខដូចក្នុងរូបទេ។ ការបង្ហាញគំហើញពាក់កណ្តាលត្រូវគូរផ្នែកបែងពាក់កណ្តាលដោយខ្សែបន្ទាត់ឆ្មារហើយនិមិត្តសញ្ញាស៊ីមេទ្រី ត្រូវគូរដោយឆ្នូតគូស្របគ្នា។

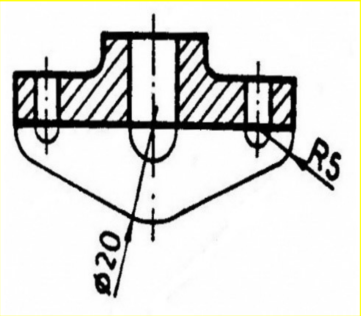
– បង្ហាញប្លង់មុខតែឯង ៖

ការគូរគំនូររាងមុខប្លង់ដោយគំហើញតែមួយ ហើយផ្នែកដែលជារន្ធស្វាននេះ ត្រូវបង្ហាញដោយខ្សែជាប់ធ្មារ។ រីឯផ្នែកដែលជាគែមភាគកំណាត់គឺមិនបាច់បង្ហាញទេ។



– ផ្នែកចេញនៃរន្ធស្វាន ៖

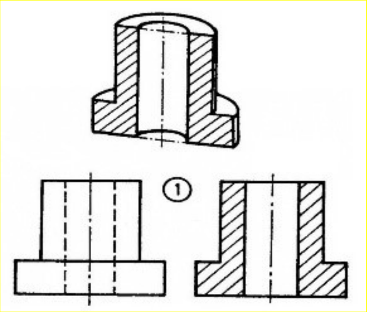
ការគូរគំនូររាងមុខប្លង់ដែលត្រូវការបង្ហាញផ្នែក ដែលជាគែមភាគកំណាត់ គឺត្រូវគូរបង្ហាញគែមនៃមុខប្លង់ដោយខ្សែជាប់ធ្មារ។ រីឯផ្នែកដែលជារន្ធស្វានបង្ហាញត្រឹមតែពាក់កណ្ដាលរង្វង់ជាប់នឹងគំហើញពីមុខដោយខ្សែរជាប់ធ្មារដែរ។



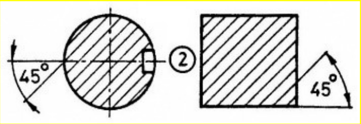
ក្នុងការគូរគំនូររាងមុខប្លង់ទូទៅនេះ គំហើញពីមុខនឹងបង្ហាញទីតាំងនៃរន្ធស្វាន គឺត្រូវបង្វិលឱ្យទៅនៅក្នុងទិសអ័ក្សដេកជានិច្ច។

៥.៤.១.៤. ការសង្កេតក្នុងពំនុះ (រំលឹកពំនុះពេញ)

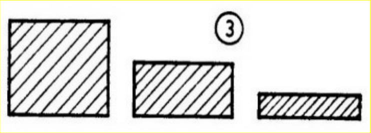
1. ការគូរពំនុះពេញនេះ គឺជាការបង្ហាញអំពីការពុះកាត់ដោយប្រើទិសដៅពុះត្រង់ផ្នែកដែលជាបន្ទាត់អ័ក្ស រួចសន្មតថាពុះភាគកំណាត់ចេញពាក់កណ្ដាល។ មុខកាត់ដែលត្រូវកាត់ គឺបង្ហាញស្នាមកាត់ទុកដោយការគូរខ្សែបញ្ឆិត។



2. ខ្សែបង្ហាញស្នាមកាត់ គឺគូរដោយខ្សែជាប់ធ្មារអួសវែងរហូតរួចបញ្ឆិតក្រោមមុំ ៤៥^{0} ជាមួយនឹងគែមភាគកំណាត់ ឬបន្ទាត់អ័ក្ស។

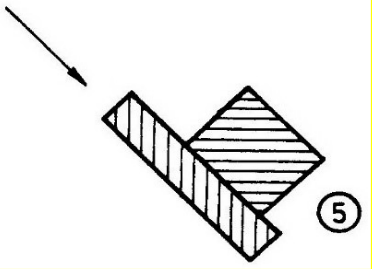


3. ផ្ទៃមុខកាត់នៃភាគកំណាត់ គឺត្រូវគូរបង្ហាញដោយខ្សែបញ្ឆិតជាប់ផ្ទៃមុខកាត់។ គម្លាតនៃខ្សែបញ្ឆិត អាស្រ័យលើទំហំនៃភាគកំណាត់។

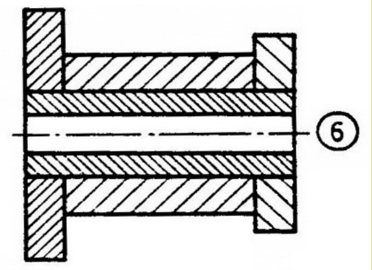


4. ផ្ទៃមុខកាត់ដែលតូចពេក ត្រូវបង្ហាញដោយការគូរដោយខ្សែខ្មៅ ក្រាស់។ ខ្សែខ្មៅក្រាស់នេះ ត្រូវគូរឱ្យឃ្លាតគ្នាបន្តិច។

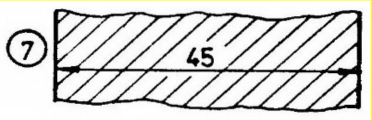
5. ខ្សែបង្ហាញស្នាមកាត់ដែលគូរបញ្ឆិតក្រោមមុំ ៤៥⁰ ត្រូវពាក់ព័ន្ធគ្នាជាមួយនឹងការដាក់ទីតាំង នៃជ្រុងគោលរបស់ភាគកំណាត់ជានិច្ច។



6. នៅក្នុងគំនូរផ្គុំ សម្រាប់ភាគកំណាត់មួយត្រូវគូរខ្សែឆូតបញ្ឆិតក្នុងទិសដៅដូចគ្នាជានិច្ច។ រីឯភាគកំណាត់ផ្សេងពីគ្នាទៀតនោះ ត្រូវគូរឱ្យខ្សែបញ្ឆិតទៅក្នុងទិសដៅផ្ទុយគ្នា។



7. ការសរសេរតម្លៃទំហំក្នុងពំនុះនេះ ខ្សែឆូតបញ្ឆិតនឹងមិនត្រូវអូសឆ្លងកាត់តម្លៃទំហំទេ គឺត្រូវរំលងចន្លោះនោះ។

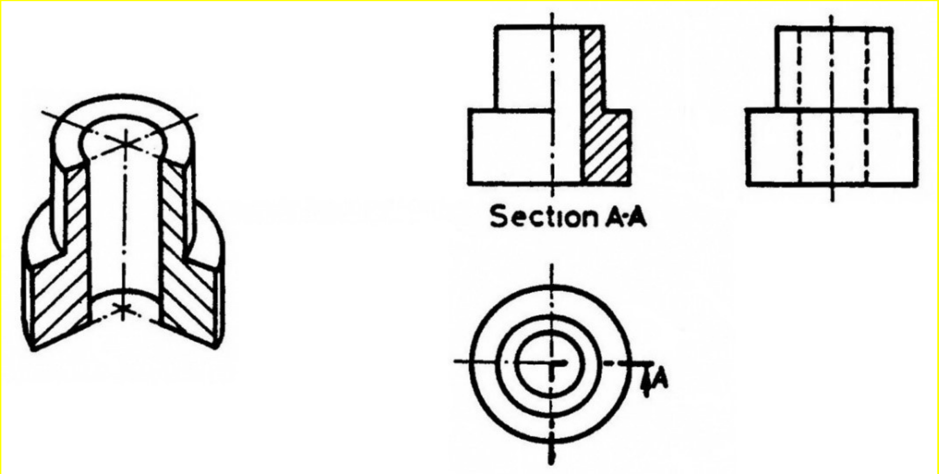


៥.៤.២. ពំនុះពាក់កណ្ដាល

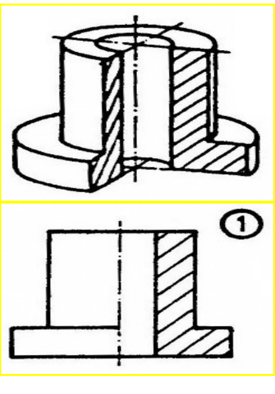
ពំនុះពាក់កណ្ដាល(Half Section) ជាការគូរគំនូរពុះកាត់ភាគកំណាត់ដែលមានទ្រង់ទ្រាយស៊ីមេទ្រី គឺមានផ្នែកដែលដូចគ្នាទាំងសងខាងដោយការសន្មតថា៖ ពុះភាគកំណាត់ចេញមួយចំរៀក(ពុះ 1/4 នៃភាគកំណាត់)។ រូបដែលកើតឡើងមួយចំរៀកនឹងឃើញផ្នែកដែលនៅពីខាងក្រៅ ហើយមួយចំរៀកទៀតនឹងឃើញផ្នែកដែលនៅខាងក្នុង។ ការគូរពំនុះពាក់កណ្ដាលនាំឱ្យចំណេញពេលវេលាក្នុងការគូរ ហើយធ្វើឱ្យការមើល ឬយល់បានយល់កាន់តែងាយឡើងផង។ ខ្សែបង្ហាញទិស គឺគូរនៅត្រង់រូបខាងលើប៉ុណ្ណោះ។ ការគូរចុងព្រួញគឺគូរត្រឹមតែចុងមួយប៉ុណ្ណោះ។ ទិសដៅនៃមុខព្រួញចង្អុលបង្ហាញឱ្យដឹងអំពីទីតាំងនៃភាគកំណាត់ដែលគូរជាពំនុះ។ ត្រង់ចុងខ្សែបង្ហាញទិសកាត់ត្រូវសរសេរអក្សរបញ្ជាក់ប្រាប់ទាំងសងខាង។ រីឯពំនុះពាក់កណ្ដាលនេះ ត្រូវសរសេរពាក្យថា A-A ឬ Section A-A នៅក្រោមពំនុះនោះផង។ ទាំងនេះដើម្បីឱ្យដឹងបានថា ពំនុះនេះ វាជាពំនុះណាមួយ។

៥.៤.២.១. លក្ខណៈនៃពំនុះពាក់កណ្ដាល

គំនូរដែលជាផ្នែកខាងក្រៅនេះ គឺមិនគូរខ្សែដាច់ជាមួយផងទេ។ នៅត្រង់ពាក់កណ្ដាលនៃគំនូរនេះ បើតាមការពិត គឺខ្សែជាប់ធំ ត្រូវគូរដោយបន្ទាត់អ័ក្សជំនួស។ ធ្វើដូច្នេះដើម្បីបញ្ជាក់ថា ភាគកំណាត់នេះ វាជាគ្រឿងផ្គុំតែមួយ ក៏ប៉ុន្តែមានការបែងពាក់កណ្ដាលផ្នែកខាងក្រៅ និងផ្នែកខាងក្នុងចេញពីគ្នាត្រង់ពាក់កណ្ដាលនៃគំនូរ។ ក្នុងករណីដែលកាត់នេះ ខ្សែបង្ហាញប្លង់កាត់ ឆ្លងកាត់ស្លាប(Web) ទ្រនុងនាគា(Rib) ដៃបង្វិល(Spoke)(ដៃចង្កូតឡាន) ត្រូវលើកលែងនូវការកាត់ផ្នែកទាំងនេះ ដោយផ្នែកទាំងនេះ ដោយផ្នែកនេះអាចគូរជាគំនូរគំហើញធម្មតា មិនបាច់គូរឆ្នូតបញ្ឆិតទេ។ តាមរយៈការលើកលែងដូចពោលមកហើយនេះ ក៏មកតែពីការគូរគំនូរគំហើញតាមធម្មតាប៉ុណ្ណោះ។ ភាគកំណាត់ដែលមានស្លាប ទ្រនុងនាគា ដៃបង្វិលចាប់តាំងពី 3, 5, 7 ដែលជាចំនួនសេសនេះ កាលណាគូរជាគំនូរគំហើញ អាចបានគំនូរចេញមកមិនតុល្យភាពគ្នាទេ ហាក់បីដូចជាថា ផ្នែកអស់ទាំងនេះមិនស្មើគ្នា។ ក្នុងការអនុវត្តន៍ការគូរគំនូរ ត្រូវសន្មតថា បានបង្វិលស្លាប ទ្រនុងនាគា ដៃបង្វិល ដែលមិននៅក្នុងទិសបន្ទាត់អ័ក្សនោះ មកនៅក្នុងបន្ទាត់អ័ក្សវិញ រួចហើយទើបចាប់គូរគំនូរគំហើញ នោះទើបគ្រឿងផ្គុំអស់ទាំងនេះនឹងលេចចេញក្នុងគំនូរគំហើញទាំងសងខាងដូចគ្នា។ ដូចក្នុងរូប ញ៉ាំងឱ្យងាយចំពោះការគូរ ហើយនិងការមើលប្លង់គំនូរទៀតផង។

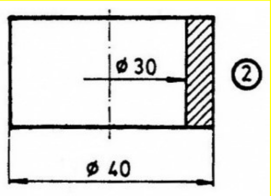


៥.៤.២.២. ការអង្កេតក្នុងពំនុះពាក់កណ្ដាល

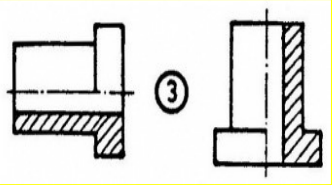


1. ពំនុះពាក់កណ្ដាល គឺជាការបង្ហាញអំពីផ្នែកដែលត្រូវកាត់ត្រឹមតែពាក់កណ្ដាលក្នុងចំរៀកមួយនៃភាគកំណាត់។ រីឯមួយចំរៀកទៀតនោះ គឺបង្ហាញក្នុងលក្ខណៈគំនូរគំហើញធម្មតា។ ផ្នែកដែលជាចំណុចបែងពាក់កណ្ដាល នៃភាគកំណាត់នេះ (ពាក់កណ្ដាលពំនុះ) គឺគូរខ័ណ្ឌដោយបន្ទាត់អ័ក្សតូចប៉ុណ្ណោះ។ ត្រូវចៀសវាងការគូរដោយខ្សែជាប់ធំ។

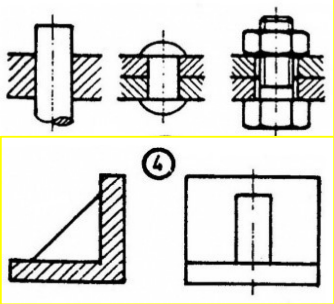
2. ការបង្ហាញខ្នាតក្នុងពំនុះពាក់កណ្តាលនេះ ខ្នាតដែលនៅខាងក្នុង ឬខ្នាតដែលមានលក្ខណៈស្រដៀងគ្នាត្រូវគូរ ដោយការប្រើរូបព្រួញចុងម្ខាងដោយដាក់ឱ្យខ្សែកូត អូសហួសបន្ទាត់អ័ក្សទៅបន្តិច។



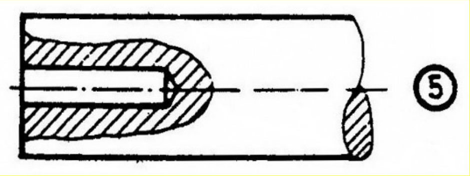
3. ពំនុះពាក់កណ្តាលតាមទិសដេកនេះ ផ្នែកដែលត្រូវពុះកាត់ គឺត្រូវឱ្យនៅខាងក្រោមនៃគំនូរគំហើញពាក់កណ្តាលទៀត។ រីឯផ្នែកដែលត្រូវកាត់តាមទិសឈរ គឺនៅខាងស្តាំដៃនៃរូបជានិច្ច។



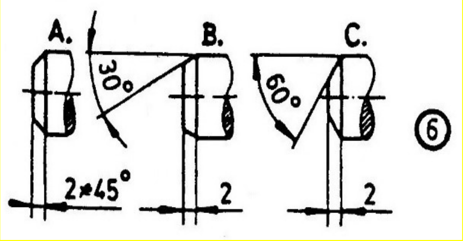
4. ការគូរគំនូរភាគកំណាត់ដែលជាភ្លៅ កន្លាស់មិន វីស ប៊ូឡុងទ្រនុង នាគា និងដទៃៗទៀតនោះត្រូវលើកលែងនូវការកាត់ផ្នែកអស់ទាំងនេះចេញ។



5. ពំនុះតាមផ្នែក គឺបង្ហាញអំពីការកាត់ត្រង់ផ្នែកដែលត្រូវការប៉ុណ្ណោះមិនបាច់កាត់រហូតលើភាគកំណាត់ទេ។ រីឯផ្នែកដែលត្រូវកាត់ ត្រូវគូរខ័ណ្ឌដោយខ្សែរលក។



6. ការបង្ហាញខ្នាតលុបជ្រុង ៤៥^{0} គឺគូរបង្ហាញយ៉ាងងាយៗតាមរូប A រីឯការបង្ហាញខ្នាតលុបជ្រុង ៣០^{0} និង ៦០^{0} គឺគូរដោយបង្ហាញខ្នាតទទឹងនិងមុំដែលប្រើតាមរូប B និងរូប C ។

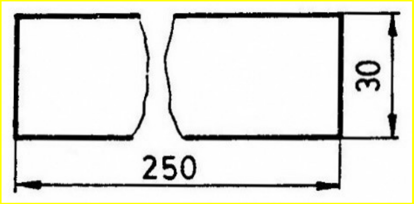


៥.៤.២.៣. ការកាត់បំប្រួញ

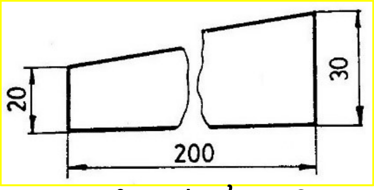
ក្នុងការគូរគំនូរនៃភាគកំណាត់ដែលមានបណ្តោយវែង ដូចជា ភាគកំណាត់រាងស៊ីឡាំង ដុំលោហៈ និងភាគកំណាត់ជាបំពង់ព្រមទាំងភាគកំណាត់ដែលមានមុខកាត់ថេរ (ឥតប្រែប្រួល) រហូត(ភាគកំណាត់រាងស៊ីឡាំង) យើងប្រហែលជាគ្មានកន្លែងទូលាយល្មមអាចនឹងគូរប្រវែងនៃភាគកំណាត់ទៅក្នុងក្រដាសគូរគំនូរបានទេ។ ថ្វីត្បិតតែមានការបង្រួមទំហំភាគកំណាត់ឱ្យតូចចុះហើយក៏ដោយ ក៏ផ្នែកដែលជាប្រវែង ក៏វានៅតែវែងហួសទំហំនៃក្រដាសគូរនោះដដែល។ ក្នុងលក្ខណៈបែបនេះ យើងអាចគូរផ្នែកដែលវែងនៃភាគកំណាត់ឱ្យខ្លីទៅបាន

ដោយការគូរគំនូរបំព្រួញឱ្យខ្លី។ ក្នុងការគូរគំនូរកាត់ប្រភេទនេះ គឺជាការកាត់ភាគកំណាត់(Work Pieces) ដែលមានបណ្តោយវែង ឱ្យវាខ្លីចុះ (ផ្នែកដទៃៗឥតមានការប្រែប្រួលទេ) ដោយការសន្មតថា ត្រូវផ្តាច់ក្បាល និងចុងភាគកំណាត់ចេញពីគ្នា មានប្រវែងល្មម ហើយសឹមយកផ្នែកដែលនៅត្រង់កណ្តាលចោលចេញ រួចហើយចាប់បង្ខិតផ្នែកដែលក្បាលនិងចុងចូលមកនៅក្បែរគ្នា។ ត្រង់ផ្នែកដែលត្រូវផ្តាច់នេះ ត្រូវគូរបង្ហាញស្នាមកាត់ ឬកាត់បំព្រួញ ដោយការគូរខ្សែរលក។ ខ្សែបង្ហាញស្នាមកាត់បំព្រួញនេះ គឺគូរទៅតាមលក្ខណៈនៃភាគកំណាត់ដូចបង្ហាញស្រាប់ក្នុងរូបខាងក្រោមនេះ៖

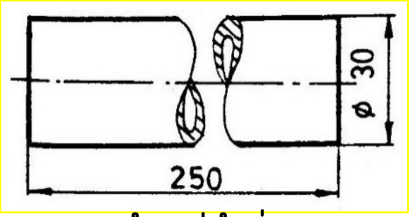
ខ្សែបង្ហាញស្នាមកាត់



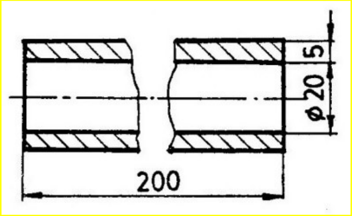
ភាគកំណាត់លោហៈបន្ទះ



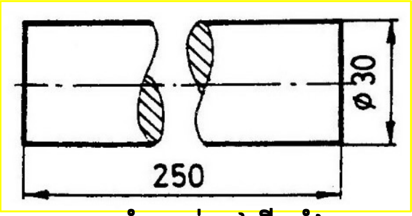
ភាគកំណាត់ស្នៀតបញ្ឆិត



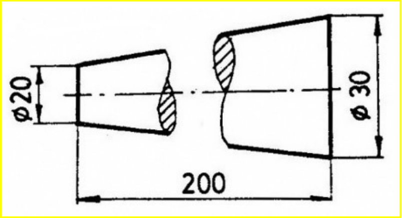
ភាគកំណាត់បំពង់មូល



ភាគកំណាត់បំពង់មូលពុះពាក់កណ្តាល



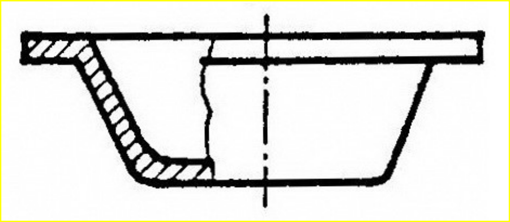
ភាគកំណាត់ភ្លៅស៊ីឡាំង

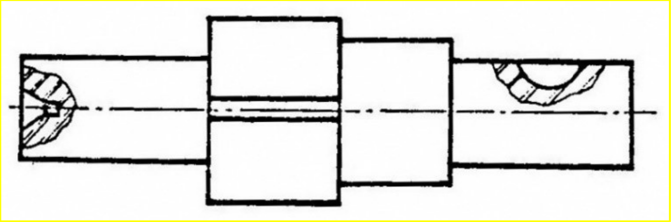


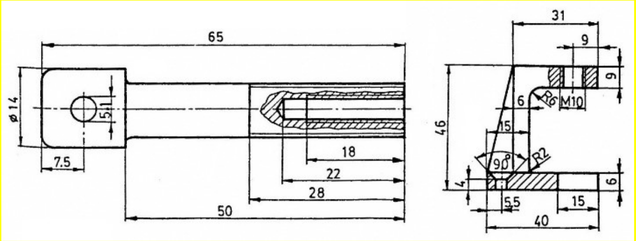
ភាគកំណាត់ភ្លៅមូលកោណ

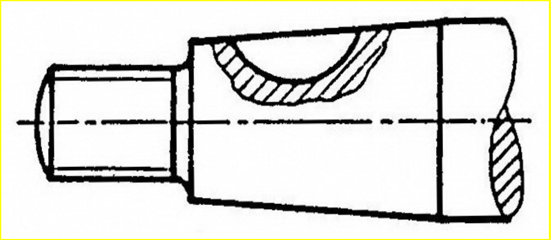
៥.៤.៣. ពំនុះតាមផ្នែក

ពំនុះតាមផ្នែក (Broken Out Section) គឺជាការគូរពំនុះដើម្បីបង្ហាញទ្រង់ទ្រាយ(សំណុំ) ដែលនៅខាងក្នុងភាគកំណាត់នូវចំណុចខ្លះៗ។ ធ្វើយ៉ាងនេះប្រសិនណាជាគូរបង្ហាញក្នុងលក្ខណៈនៃពំនុះពេញ ឬពំនុះពាក់កណ្តាល អាចធ្វើឱ្យគំនូរដែលកើតឡើងខ្វះខាតនូវភាពពេញលេញ នាំឱ្យការមើលប្លង់ខុសពីការពិតទៅបាន។ ដូច្នេះទ្រង់ទ្រាយរបស់ភាគកំណាត់ដែលនៅខាងក្នុង វាគ្រាន់តែជាចំណុចតូចមួយ ដូចជាចង្អូរស្នៀត រន្ធស្វានដែលមិនជ្រៅ ហើយនិងដទៃៗទៀត យើងអាចគូរឱ្យទៅជាពំនុះដែលបង្ហាញឱ្យឃើញទម្រង់អស់ទាំងនោះ ដោយគូរជារូបពំនុះតាមផ្នែក និងដោយការប្រើខ្សែរលក គូរខណ្ឌបរិវេណដែលធ្វើការកាត់ប៉ុណ្ណោះ ដូចបង្ហាញក្នុងរូបស្រាប់។ ការគូរពំនុះតាមផ្នែកនេះ វាមានប្រយោជន៍ណាស់សម្រាប់ការគូរគំនូរផ្គុំ។ ទាំងនេះព្រោះក្នុងគំនូរផ្គុំនេះវាមានសមមាត្រដែលត្រូវបង្ហាញច្រើនណាស់ ទាំងផ្នែកដែលនៅខាងក្នុង និងខាងក្រៅ។ ដូច្នេះហើយទើបសមមាត្រដែលនៅខាងក្នុងចាំបាច់ត្រូវគូរដោយខ្សែដាច់ ក៏ប៉ុន្តែការគូរគំនូរកាត់ចំពោះតែផ្នែកនេះ អាចនឹងបង្ហាញផ្នែកដែលនៅខាងក្នុងមួយចំនួនឱ្យឃើញយ៉ាងច្បាស់លាស់ដោយការគូរជាពំនុះតាមផ្នែក ដូចមានបង្ហាញក្នុងគំនូរស្រាប់។





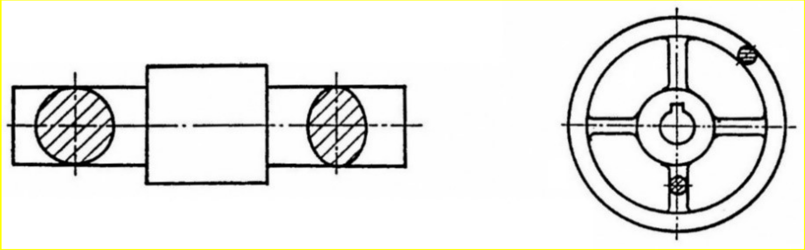


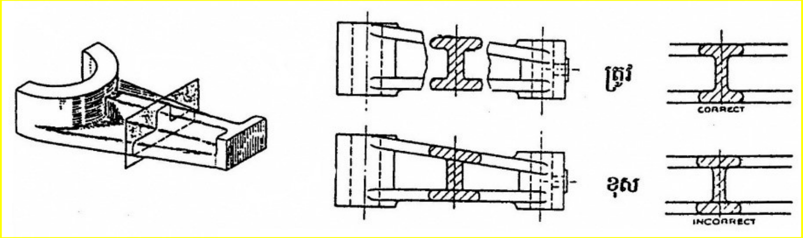


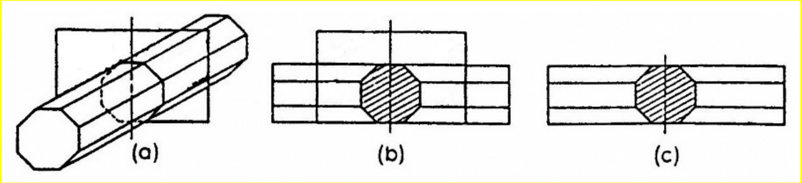
៥.៤.៤. មុខកាត់បង្វិល

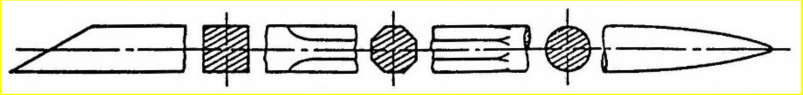
មុខកាត់បង្វិល (Revolved Section) គឺជាការគូរមុខកាត់នៃភាគកំណាត់ ដែលមានលក្ខណៈទ្រង់ទ្រាយ ជាពិសេសភាគកំណាត់ដែលមានទ្រង់ទ្រាយស៊ីឡាំង ពីព្រោះការគូរភាគកំណាត់លក្ខណៈនេះ ត្រូវប្រើកន្លែងទូលាយ ហើយការគូរផ្នែកធំ គឺគូរត្រឹមតែមួយចំហៀង ម្លោះហើយការគូរមុខកាត់ធម្មតាមិនអាចធ្វើទៅបាន ដោយមកពីធ្វើឱ្យការមើលគំនូរខ្វះនូវភាពពេញលេញ ហើយមិនច្បាស់ល្អផង។ ការគូរមុខកាត់បង្វិលនេះ សមរម្យសម្រាប់ការបង្ហាញនៃគំនូរដែលមានប្រវែងនោះគឺ កាលណាត្រូវការចង់ដឹងអំពីទ្រង់ទ្រាយនៃភាគកំណាត់នោះ គឺត្រូវសម្មត់ថាធ្វើការកាត់ត្រង់បរិវេណដែលត្រូវការ រួចហើយទើបចាប់បង្វិលយកផ្ទៃមុខកាត់មកគូរត្រង់បរិវេណដែលធ្វើការកាត់នោះ។ មុខកាត់ដែលកើត

ឡើងនឹងធ្វើឱ្យដឹងថា ភាគកំណាត់នេះវាមានលក្ខណៈ ឬទ្រង់ទ្រាយជាស៊ីឡាំង ឬរាងជ្រុងក្នុងខណៈ ដែលភាគកំណាត់នេះនៅតែបង្ហាញទ្រង់ទ្រាយ លក្ខណៈ និងសមមាត្រនៃភាគកំណាត់ដើមនៅឡើយ ដូចមានបង្ហាញក្នុងរូបស្រាប់។



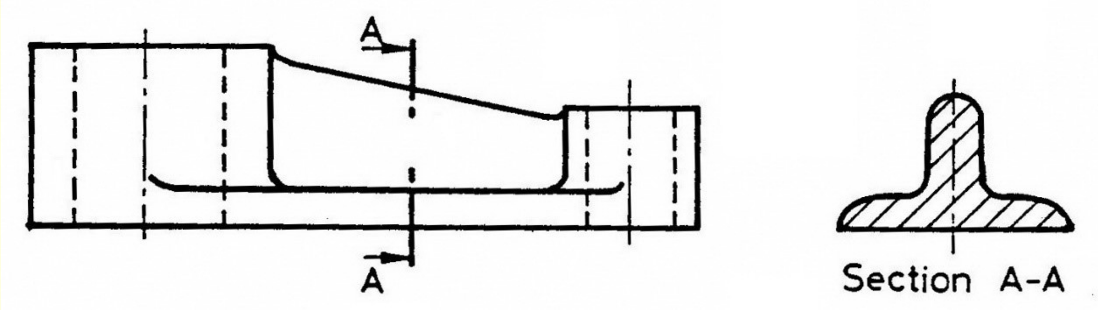


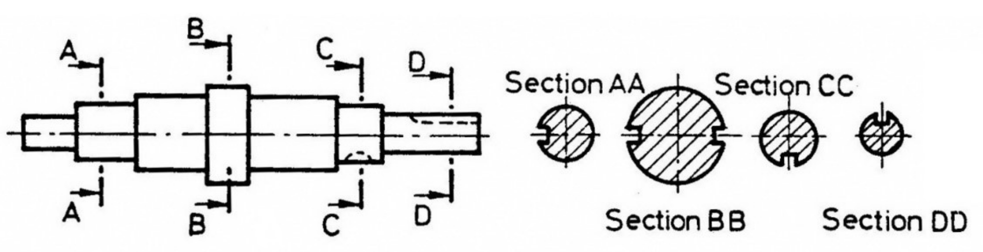


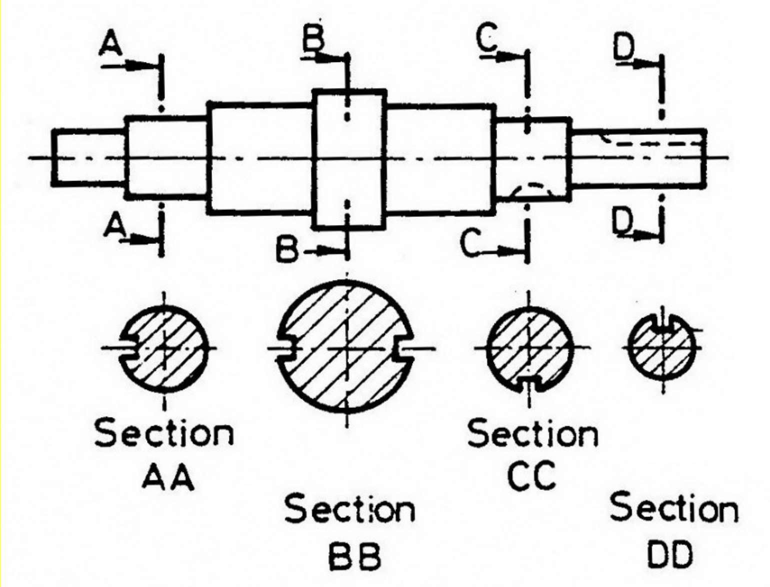


៥.៤.៥. មុខកាត់បន្លាស់ទី

មុខកាត់បន្លាស់ទី (Removed Section) គឺជាការគូរមុខកាត់បង្វិលនោះឯង ក៏ប៉ុន្តែដោយសារការគូឱ្យទៅជាមុខកាត់បង្វិលមិនអាចធ្វើទៅបាននោះ ព្រោះមកពីកន្លែងតូច។ ដូច្នេះការបង្ហាញផ្ទៃមុខកាត់ដែលត្រូវកាត់ ចាំបាច់ត្រូវតែបង្វិតទៅបង្ហាញនៅខាងក្រៅគំហើញ ដោយបង្ហាញពីខាងចំហៀងគំនូរ ឬខាងក្រោមត្រង់ផ្នែកដែលធ្វើការកាត់ ដូចមានបង្ហាញនៅក្នុងរូប ប៉ុន្តែបរិវេណកន្លែងដែលត្រូវកាត់នេះគឺត្រូវគូរខ្សែបង្ហាញទិសដៅកាត់ ហើយនៅពីក្រោមមុខកាត់ ត្រូវសរសេរថា A-A ឬ Section A-A បញ្ជាក់ទុកផង។ ធ្វើយ៉ាងនេះដើម្បីបញ្ជាក់ឱ្យដឹងថា ការកាត់នេះវាជាការកាត់ឆ្លងកាត់កន្លែងណាមួយនៃភាគកំណាត់។

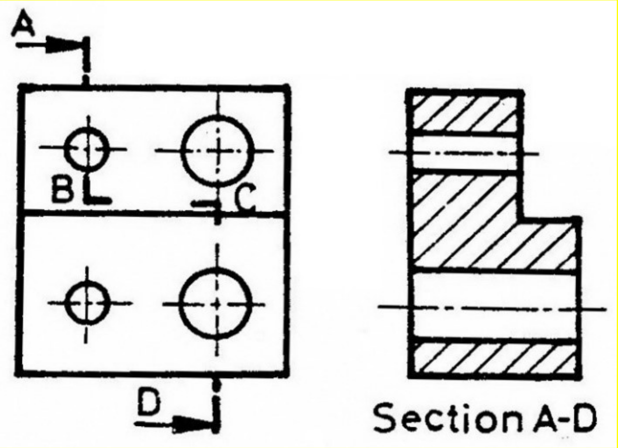






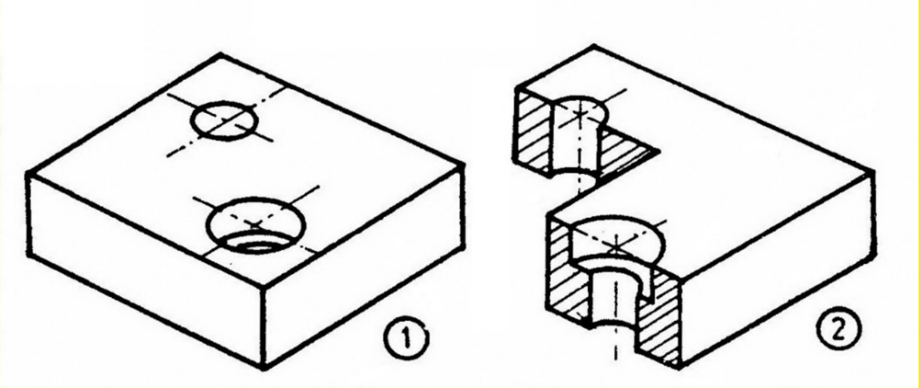
៥.៤.៦. ពំនុះដោយប្លង់ស្រប

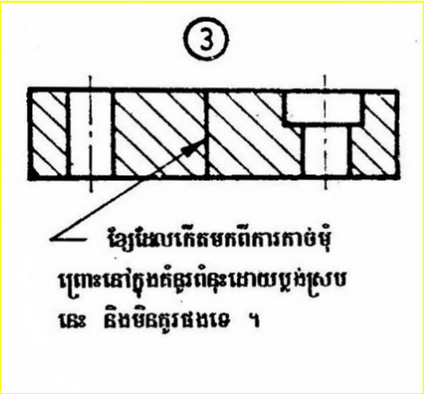
ពំនុះដោយប្លង់ស្រប(Offset Section) គឺជាការគូរពំនុះពេញនោះឯង ក៏ប៉ុន្តែក្នុងការកាត់ភាគកំណាត់នេះ ឥតបានធ្វើការកាត់ក្នុងទិសដៅត្រង់ជាមួយគ្នារហូតនោះទេ តែមានការលំងាកទិសដៅការកាត់ចេញដែលមានផ្ទៃកាត់កែងគ្នា ដើម្បីបង្ហាញសមាមាត្រ(សំណុំ)នៃភាគកំណាត់ដែលនៅក្នុងទិសដៅដោយឡែកពីគ្នា។ កាលណាយកមកគូរពំនុះក្នុងគំនូរនេះ សមមាត្រដែលមើលទៅឃើញនឹងមករួមនៅក្នុងគំនូរតែមួយ ដោយសន្មតថា ប្លង់ដែលត្រូវកាត់នេះ ត្រូវបានបង្វិតមកនៅក្នុងផ្ទៃរាបជាមួយគ្នា ហើយពំនុះលក្ខណៈនេះហៅថា ពំនុះដោយប្លង់ស្រប។

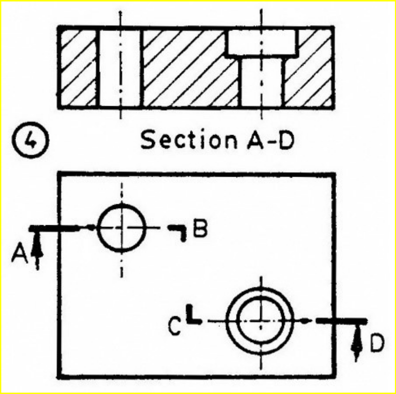


ក្នុងការគូរពំនុះដោយប្លង់ស្របនេះ គឺប្រើសំរាប់គូរគំនូរភាគកំណាត់ដែលមានរន្ធស្វាន ឬផ្នែកដែលនៅខាងក្នុង ហើយដែលមានខ្នាតខុសៗពីគ្នា។ ហើយម្យ៉ាងទៀត វាមានទីតាំងផ្សេងពីគ្នាផង។ បើសិនណាជាគំនូរគំហើញធម្មតានោះ វាអាចទៅជាស្មុគស្មាញ ពីព្រោះវាធ្វើឱ្យខ្សែដាច់ត្រួតពីលើគ្នាជាច្រើនខ្សែ ជាពិសេសនៅពេលដែលគូរជាពំនុះនេះ គឺត្រូវបង្ហាញពីការកាត់ជាច្រើនទិសណាស់ ម្លោះហើយទើបអាចមើលឃើញសមមាត្រដែលនៅខាងក្នុងបានយ៉ាងពេញលេញ ក៏ប៉ុន្តែក្នុងការគូរពំនុះដោយប្លង់ស្របនេះ អាចកំណត់ទិសដៅដែលត្រូវការបាន ដោយការកាត់ឱ្យឆ្លងកាត់ចំណុច ឬទីតាំងដែលត្រូវការបង្ហាញនោះបាន។ សមមាត្រដែលកើតមកពីការកាតនឹងមកបង្ហាញរួមក្នុងគំនូរតែមួយ ដូចមានបង្ហាញនៅក្នុងគំនូរនេះស្រាប់។

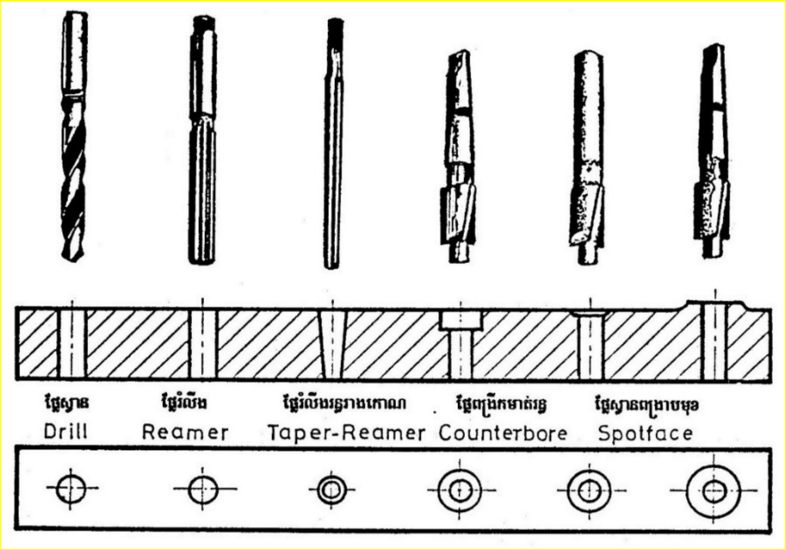
- រូបទី១ បង្ហាញពីភាគកំណាត់ដែលមានរន្ធស្វាន ដែលមិនឋិតក្នុងប្លង់កាត់តែមួយ។
- រូបទី២ បង្ហាញពីភាគកំណាត់នៅពេញត្រូវពុះដោយប្លង់ស្របរួចហើយ។
- រូបទី៣ បង្ហាញពីគំនូរពុះដោយប្លង់ស្រប ដែលកើតឡើងតាមការពិត។ ពីព្រោះខ្សែដែលកើតត្រង់ទីតាំងនេះ នៅពេលគូរជាពំនុះ គឺឥតគូរផងទេ ព្រោះចាត់ទុកថា ផ្ទៃមុខកាត់នៃរន្ធស្វានបង្វិលមកនៅក្នុងទិសដៅតែមួយ ទើបមិនកើតចេញជាខ្សែ។
- រូបទី៤ បង្ហាញពីគំនូរពំនុះដោយប្លង់ស្របព្រមទាំងខ្សែបង្ហាញប្លង់កាត់ត្រឹមត្រូវ



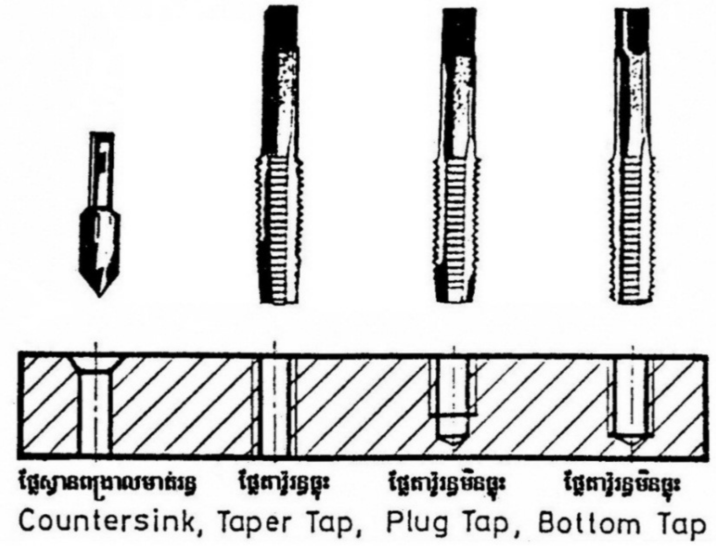




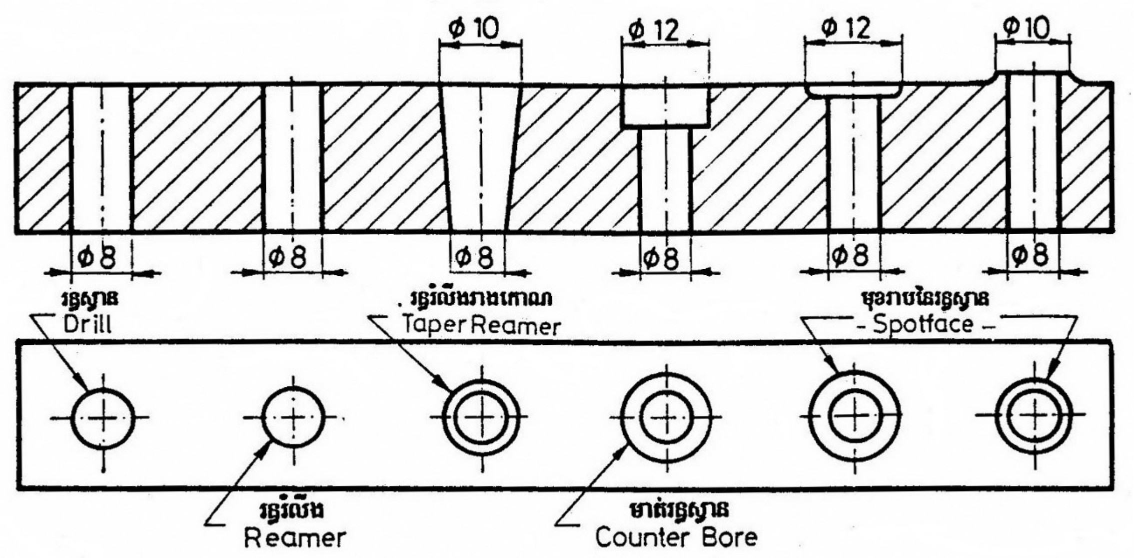
រូបបង្ហាញពីទង្វើការដោយឧបករណ៍ផ្សេងៗ



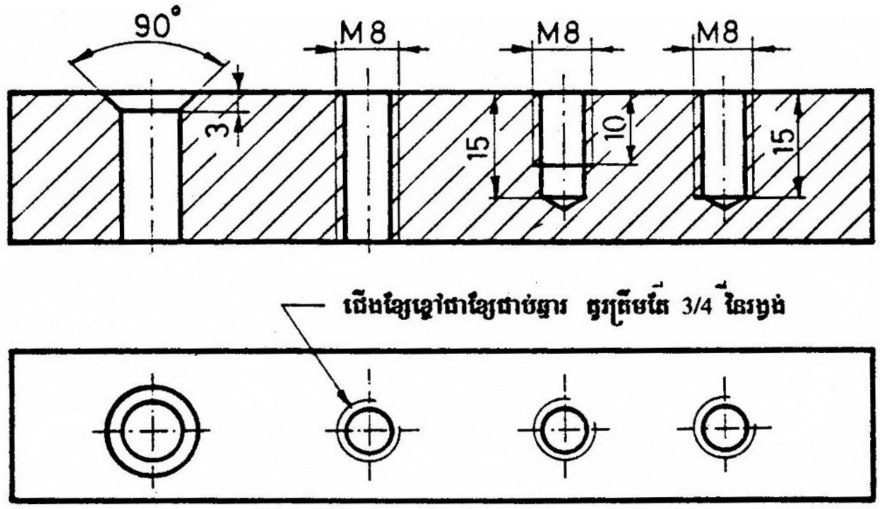
រូបបង្ហាញពីការស្វានរន្ធដោយឧបករណ៍ផ្សេងៗ



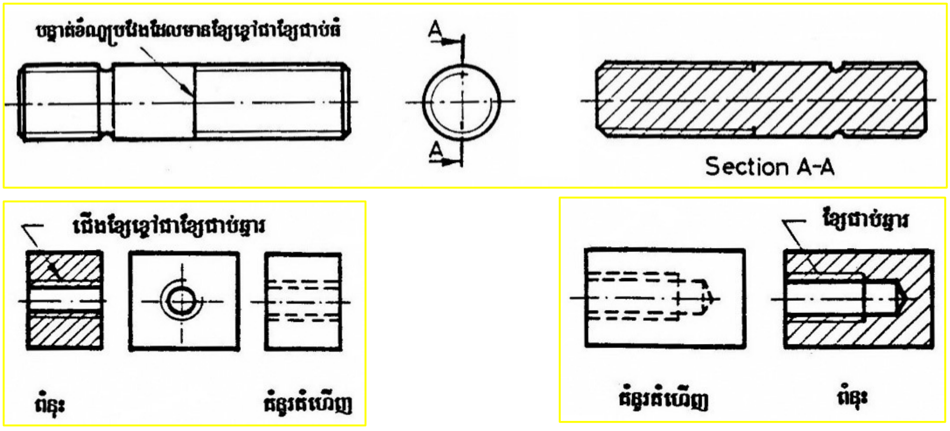
ពំនុះបង្ហាញការស្វានរន្ធ



ពំនុះបង្ហាញការស្វានរន្ធធ្វើខ្សែខ្ចៅក្នុង



ការគូរខ្សែខ្ចៅក្រៅ ខ្សែខ្ចៅក្នុង



ជំពូកទី៦៖ រចនាសម្ព័ន្ធផលិតផល និងបញ្ជីធាតុបង្គុំ

៦.១ រចនាសម្ព័ន្ធផលិតផល

- ផ្តល់នូវចំណាត់ថ្នាក់តាមលំដាប់នៃបំណែកនីមួយៗដែលផ្គុំបានជាផលិតផលមួយ
- ឲ្យដឹងពីផ្នែកបង្គុំនានាដែលផ្គុំបានជាផលិតផល
- បង្ហាញឲ្យឃើញពីវត្ថុធាតុ ផ្នែកបង្គុំតាមបំណែកតូចៗ តាមលំដាប់ថ្នាក់ក្នុងរូបគំនូរ ឬនៅក្នុងដំណើរការផលិត

៦.២ បញ្ជីធាតុបង្គុំនិងឧទាហរណ៍

បញ្ជីធាតុបង្គុំ

❖ ជាបញ្ជីរចនាសម្ព័ន្ធរបស់វត្ថុមួយ ដែលមានរាយមុខគ្រប់ផ្នែកផ្គុំទាំងអស់របស់វត្ថុនោះ ដោយមាន ៖

- ប្រាប់ឈ្មោះ
- លេខយោង
- បរិមាណ
- ខ្នាតទំហំនៃផ្នែកនីមួយៗ

❖ ជារចនាសម្ព័ន្ធទិន្នន័យរបស់វត្ថុមួយដែលបង្ហាញពី ៖

- ផលិតផលសម្រេច
- គ្រឿងបង្គុំ
- បរិមាណ
- ទំនាក់ទំនងរបស់បង្គុំនីមួយៗ

❖ BOM អាចសំដៅតែបរិមាណ ១ ឬលើសពី ១ នៃវត្ថុមួយតែប៉ុណ្ណោះ

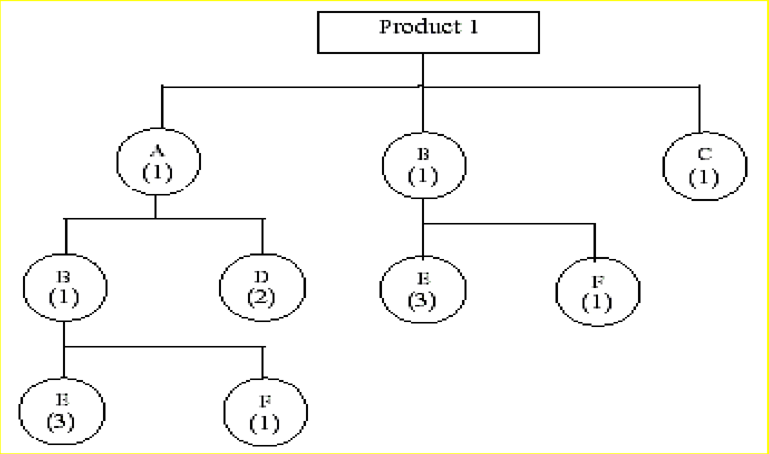
ប្រភេទ BOM

❖ BOM មាន ២ ប្រភេទ ៖

- បញ្ជីធាតុបង្គុំវិស្វកម្ម (Engineering BOM)
- បញ្ជីធាតុបង្គុំផលិតកម្ម (Manufacturing BOM)

- EBOM ជាបញ្ជីរាយមុខគ្រឿងបង្គុំតាមទំនាក់ទំនងរបស់វាជាមួយផលិតផលសម្រេច ដូចមានបង្ហាញក្នុងគំនូរបង្គុំ
- MBOM ជាបញ្ជីបង្ហាញផ្នែកនានាស្ថិតក្នុងក្រុមជាមួយគ្នានៅក្នុងដំណើរការផលិត

ឧទាហរណ៍ រចនាសម្ព័ន្ធផលិតផល និងបញ្ជីជាតុបង្គុំ



រចនាសម្ព័ន្ធផលិតផល

Part	Qty
A	1
B	2
C	1
D	2
E	6
F	2

Summary BOM

Product 1	Qty
A	1
B	1
E	3
F	1
D	2
B	1
E	3
F	1
C	1

Indented BOM

Level 1

Part/Product 1	Qty	Pointer to level
A	1	A
B	2	B
C	1	

Level 2

Part/A	Qty	Pointer to
B	1	B
D	2	

Level 3

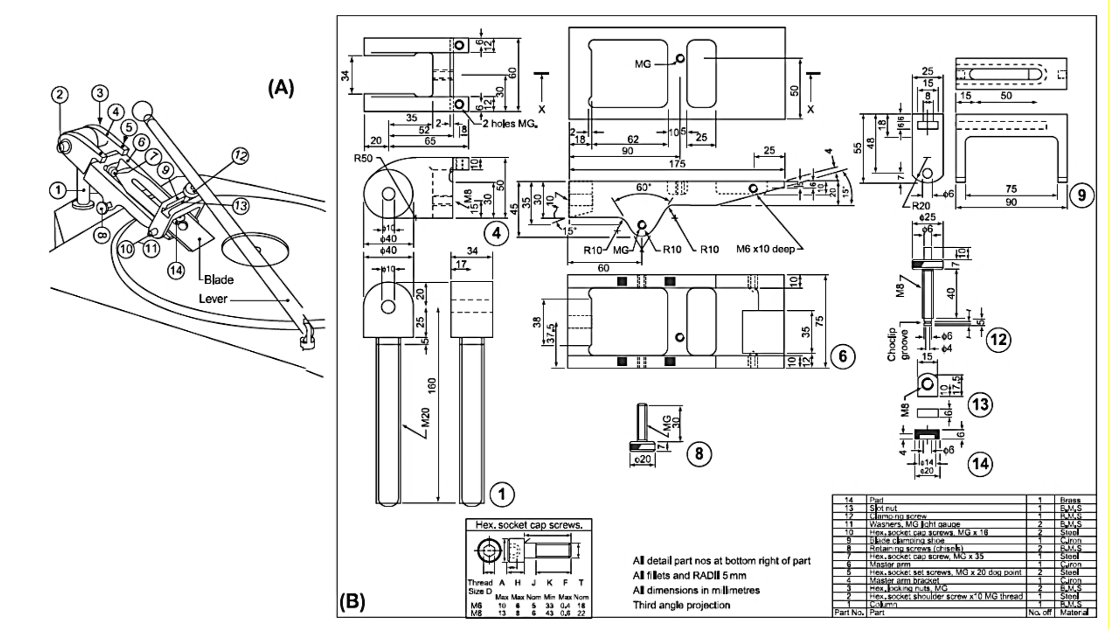
Part/B	Qty	Pointer to
E	3	
F	1	

Single-level

៦.៣ តារាងBOMគំរូ

ធម្មតាតារាង BOM មានលក្ខណៈដូចខាងក្រោម ៖

- ផ្នែកក្បាលHeader (Product or Higher-Level Assembly)
    - ចំនួនផលិតផលឬគ្រឿងបង្គុំ (Product/Assembly Item Number)
    - ឈ្មោះផលិតផល ឬគ្រឿងបង្គុំ(Product/Assembly Name)
    - បរិយាយ ផលិតផល ឬគ្រឿងបង្គុំ(Product/Assembly Description)
    - ខ្នាត (Unit of Measure)
    - កម្រិតលំអៀង(Revision Level)
- ផ្នែកគ្រឿងបង្គុំ ឬធាតុផ្គុំ Each Component/Item
    - ចំនួន (Item Number)
    - ឈ្មោះ (Item Name)
    - បរិយាយ (Item Description)
    - កំរិតលំអៀង(Revision Level)
    - ខ្នាត(Unit of Measure)
    - បរិមាណឯកតាជាតុបង្គុំQuantity per (each higher level assembly)



❖ ការកំណត់ប្រសិទ្ធភាព ដោយប្រើប្រាស់កាលបរិច្ឆេទ និងលេខបញ្ជាក់សេរី (date in and date out or serial number in and serial number out)

14	Pad	1	Brass
13	Slot nut	1	B.M.S
12	Clamping screw	1	B.M.S
11	Washers, MG light gauge	2	B.M.S
10	Hex. socket cap screws, MG x 16	2	Steel
9	Blade clamping shoe	1	C.iron
8	Retaining screws (chisels)	2	B.M.S
7	Hex. socket cap screw, MG x 35	1	Steel
6	Master arm	1	C.iron
5	Hex. socket set screws, MG x 20 dog point	2	Steel
4	Master arm bracket	1	C.iron
3	Hex. locking nuts, MG	2	B.M.S
2	Hex. socket shoulder screw x10 MG thread	1	Steel
1	Column	1	B.M.S
Part No.	Part	No. off	Material

ជំពូកទី៧៖ ការធ្វើចំណោលកែង

គោលការណ៍ការធ្វើចំណោលកែង

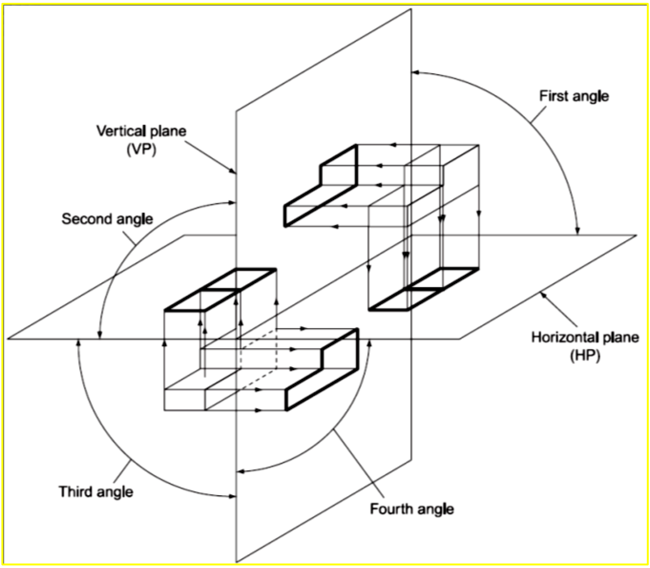
ការប្រើចំណោលកែងនៃគ្រប់អង្គធាតុ ត្រូវកំណត់តាមប្រវែង៣ គឺ៖

- បណ្តោយ(Length)
- ទទឹង(Width)
- កម្រាស់(Thickness)

❖ ការធ្វើចំណោលកែវ គឺជាបង្ហាញរូបនៃអង្គធាតុមួយក្នុងប្លង់ 2D (two dimensional plane)

❖ ការធ្វើចំណោលកែវតាមប្លង់អូតូក្រាហ្វិច (Orthographic projection) មាន ៤មុំ ឬ កាត្រង់

- មុំទី១ (First angle)
- មុំទី២ (Second angle)
- មុំទី៣ (Third angle)
- មុំទី៤ (Fourth angle)



៧.១ គោលការណ៍ធ្វើចំណោលមុំទី១

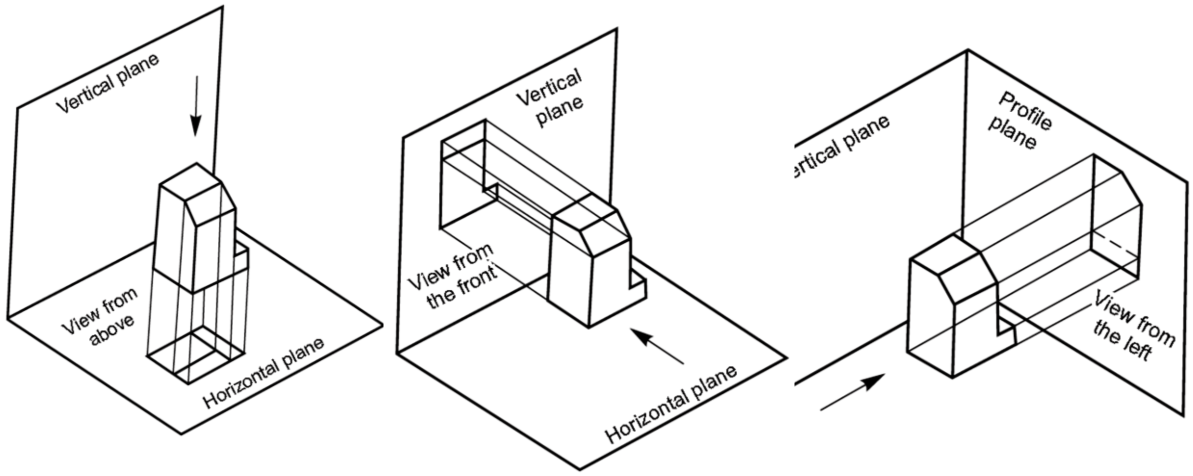
❖ វត្ថុត្រូវបានគេស្រមៃថាដាក់ក្នុងមុំទី 1

❖ មើលពីមុខ៖

- ទទួលបានដោយការមើលវត្ថុពីជ្រុងខាងស្តាំ
- វត្ថុស្ថិតនៅចន្លោះអ្នកសង្កេត និងប្លង់បញ្ឈរ
- វត្ថុត្រូវបានស្រមៃថាមានតម្លាភាព ហើយការធ្វើចំណោលកែវទៅផ្ទៃកម្ខាងនៃវត្ថុដែលនៅឆ្ងាយពីប្លង់។

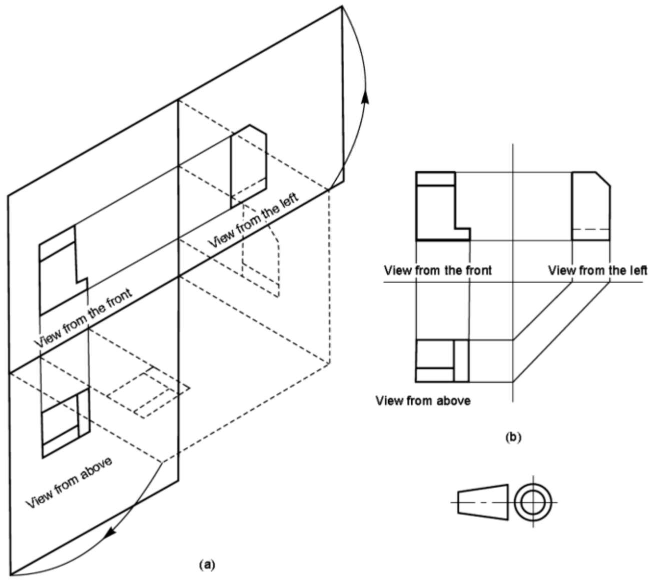
៧.២ វិធីសាស្រ្តទទួលបានគំហើញចំណោលកែង

វិធីសាស្រ្ត ដើម្បីបានគំហើញរូបភាពក្នុងប្លង់ គេត្រូវធ្វើចំណោលកែង ទៅលើប្លង់ដេក ប្លង់ស្រប និងប្លង់មើលចំហៀងខាងស្តាំ ឬឆ្វេង។



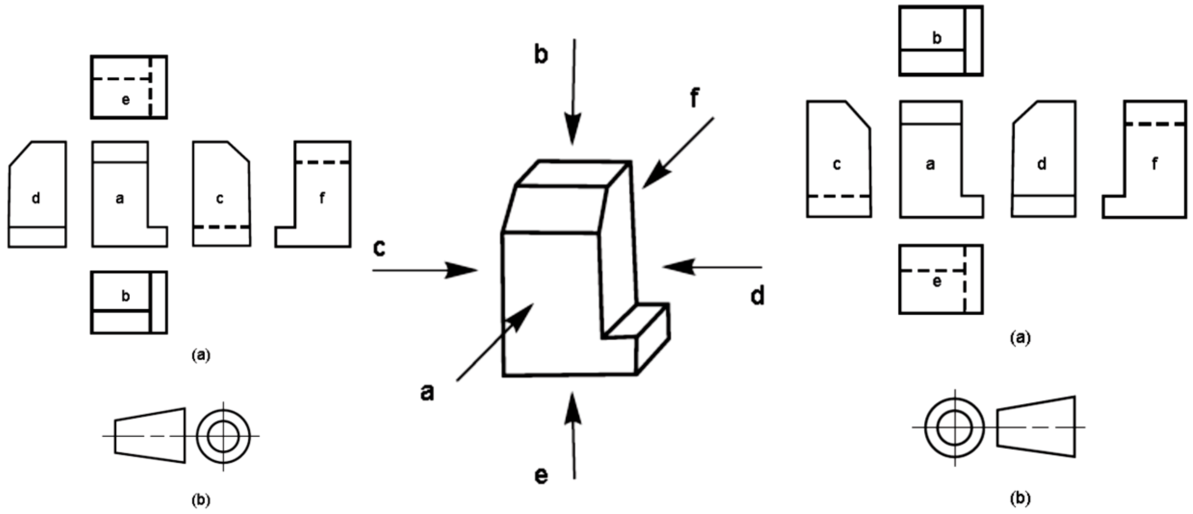
៧.៣ ការបង្ហាញគំហើញ

ការបង្ហាញគំហើញរបស់ អង្គធាតុក៏ដូចគ្នាដែរ គឺយើងត្រូវតំរៀបគំហើញនោះតាមរយៈប្លង់ដែលយើងមើល មានដូចជាប្លង់មុខ ប្លង់លើ និងប្លង់ចំហៀងស្តាំ ឬឆ្វេង។



៧.៤ ការកំណត់និងទីតាំងគំហើញ

ការកំណត់គំហើញ ត្រូវបានកំណត់ចាប់បីប្លង់ដល់ប្រាំមួយប្លង់តាម រូបរាងរបស់អង្គធាតុ និងប្រភេទមុំដែលគេកំណត់ថាមើលតាមមុំទី១ ឬមុំទី៣។



៧.៥ ទីតាំងនៃវត្ថុ

❖ រូបភាពពិតចំនួន 2 អំពីទីតាំងត្រឹមត្រូវនៃវត្ថុ៖

– បន្ទាត់ណាមួយនៅលើវត្ថុមួយនឹងបង្ហាញប្រវែងពិតរបស់វា លុះត្រាតែវាស្របទៅនឹងប្លង់នៃការចំណោលកែង

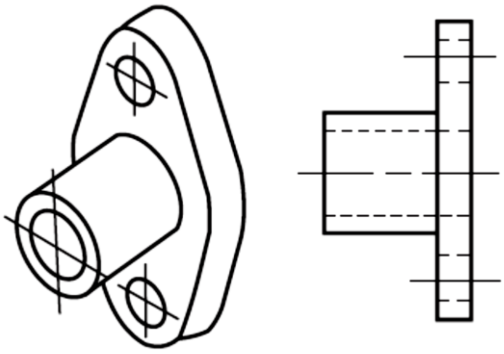
– ផ្ទៃណាមួយនៃវត្ថុមួយនឹងលេចចេញជារូបរាងពិតរបស់វា លុះត្រាតែវាស្របទៅនឹងប្លង់នៃការចំណោលកែង

❖ វត្ថុត្រូវបានគេស្រមៃថាដាក់ទីតាំងដែលផ្ទៃសំខាន់របស់វាស្របទៅនឹងប្លង់នៃការធ្វើចំណោលកែង។

៧.៥.១ បន្ទាត់ដាច់ៗ (Hidden Lines)

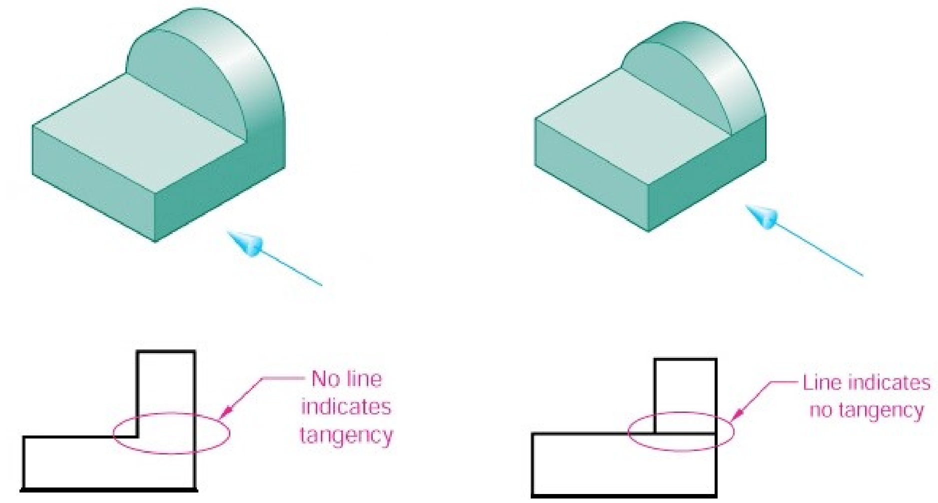
❖ លក្ខណៈដាក់លាក់នៃវត្ថុអាចមិនអាចមើលឃើញ

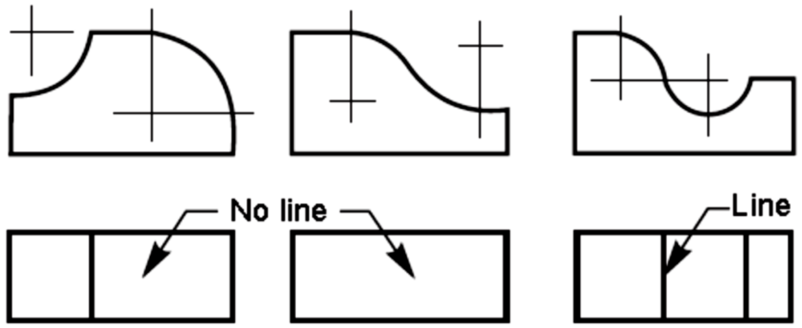
❖ លក្ខណៈដែលមើលមិនឃើញ ឬលាក់កំបាំង ត្រូវបានគាងដោយបន្ទាត់ជិតខ្លីៗនៃកម្រាស់មធ្យម



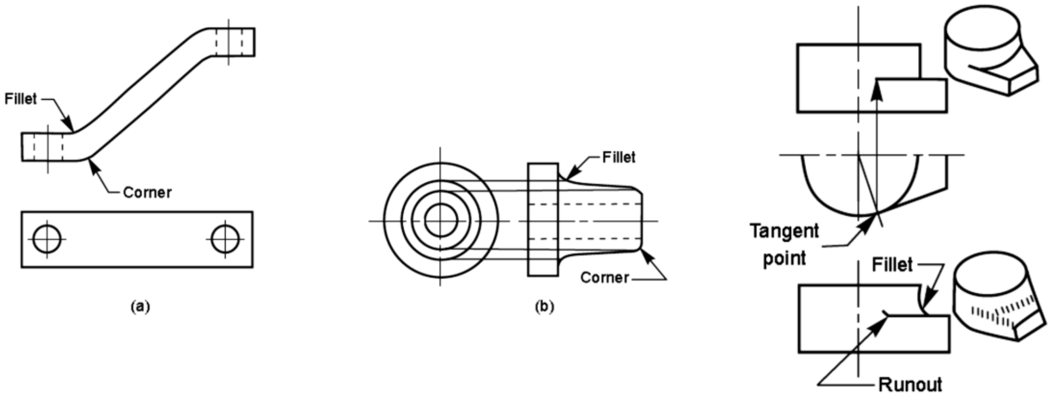
៧.៥.២ ជ្រុងផ្ទៃកោង Curve Surfaces

- ❖ នៅពេលដែលផ្ទៃកោងជួបនឹងផ្ទៃដែលប៉ះនឹងវា នោះគ្មានបន្ទាត់ណាមួយលេចឡើងទេ ព្រោះមិនមានការផ្លាស់ប្តូរទិសដៅ (ខ្សែកោងហូរទៅផ្ទៃផ្សេងទៀតដោយរលូន)
- ❖ ប្រសិនបើផ្ទៃខាងលើមិនជាប់នឹងខ្សែកោង នោះបន្ទាត់មួយនឹងលេចឡើង (មានការផ្លាស់ប្តូរភ្លាមៗក្នុងទិសដៅនៃខ្សែកោង)





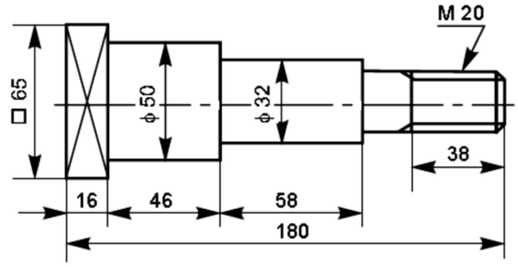
- ❖ Fillet និង Corner ជ្រុងដែលមានកាំ>3mm និងមុំ>900 ➔ គ្មានបន្ទាត់
- ❖ ដើម្បីជៀសវាងការភាន់ច្រលំ (ការយល់ច្រលំ) ➔ បន្ទាត់ដែលនៅសល់



៧.៦ ការជ្រើសរើសបន្ទាញគំហើញ

❖ ចំនួនប្លង់អាស្រ័យទៅលើវិសាលភាពនៃភាពស្មុគស្មាញ

❖ ស៊ីមេទ្រីកាន់តែខ្ពស់ តម្រូវការប្លង់កាន់តែតិច



(a)

៧.៦.១ គំហើញតែមួយប្លង់ One-View Drawings

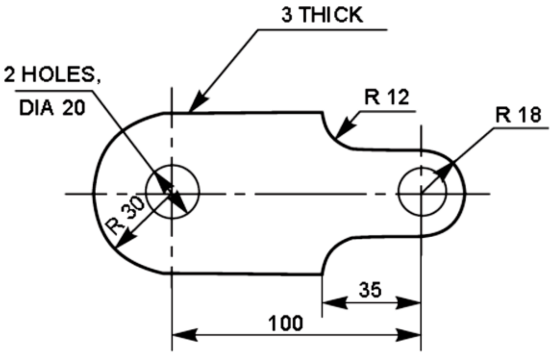
❖ អង្គដែលបង្ហាញតែមួយប្លង់មានដូចជា

– ស៊ីឡាំ បង្ហាញ អង្កត់ផ្ចិត

– ការេ បង្ហាញ ជ្រុង

– ឆកោណ បង្ហាញ ជ្រុង

– ចានសំប៉ែត បង្ហាញ កម្រាស់



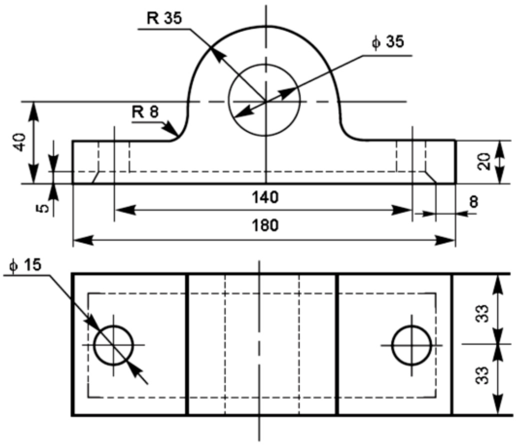
(b)

៧.៦.២ គំហើញពីរប្លង់ Two-View Drawings

❖ អង្គធាតុមួយចំនួន ដែលមានលក្ខណៈស៊ីមេទ្រី យើងអាចបង្ហាញត្រឹមតែប្លង់៖

– ប្លង់មុខ បង្ហាញផ្ទៃដែលមានមុខធំជាងគេ

– ប្លង់ចំហៀង ឬ ប្លង់ខាងលើ ដើម្បីកំណត់រូបរាងរបស់អង្គធាតុ។



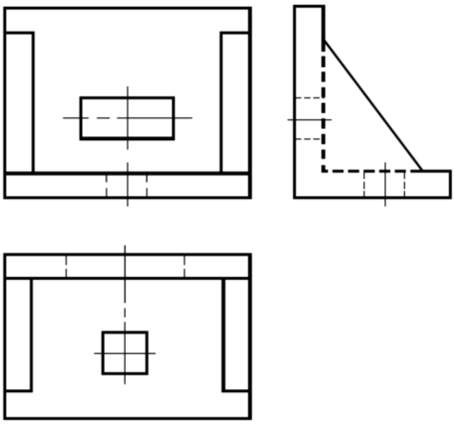
៧.៦.៣ គំហើញបីប្លង់Three-View Drawings

❖ អង្គធាតុភាគច្រើន ត្រូវបង្ហាញក្នុងគំហើញប្លង់បី ដូចជា៖

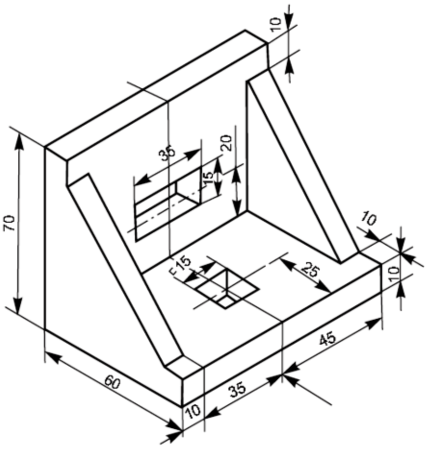
– ប្លង់មុខ

– ប្លង់លើ

– ប្លង់ចំហៀងស្តាំ ឬ ឆ្វេង



(b)



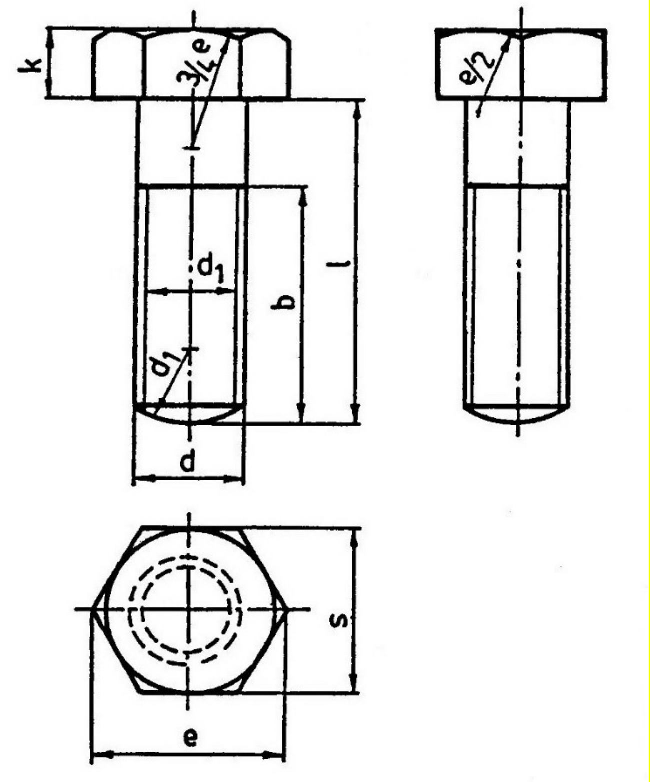
(a)

ជំពូកទី៩៖ ប៊ូឡុង និងអេគ្រូ

៩.១ ប៊ូឡុង និងអេគ្រូ

ប៊ូឡុង(Bolt) និងអេគ្រូ (Nut) ជាភាគកំណាត់(working pieces) សម្រាប់ប្រើក្នុងការចាប់តម្លើង ឬផ្គុំភាគកំណាត់ទាំងពីរបញ្ចូលគ្នា។ ភាគច្រើនប៊ូឡុងហើយនិងអេគ្រូនេះ ចាត់ទុកថា វាជាបរិក្ខា ឬ គ្រឿងផ្គុំ ស្តង់ដាអាចរកទិញបាននៅទីផ្សារ ដែលផលិតឡើងដោយគ្រឿងចក្រមានទំហំខ្នាត ទ្រង់ទ្រាយនិងលក្ខណៈ ខុសៗគ្នាយោងទៅលើការប្រើប្រាស់។ ប៊ូឡុងនេះវាមានក្បាលប្រាំមួយជ្រុង ហើយជួនកាលក៏ប្រើក្បាលបួនជ្រុងដែរ។ ក្នុងការគូរគំនូរបច្ចេកទេស គឺមានការគូរប៊ូឡុងនិងអេគ្រូច្រើនណាស់ ជាពិសេសក្នុងគំនូរផ្គុំតម្លើងនិងគំនូរដ៏ទៃទៀតជាច្រើន។ នៅក្នុងមេរៀននេះ គឺបានអធិប្បាយអំពីវិធានការគូរប៊ូឡុង ហើយនិងក្បាលអេគ្រូរួមទាំងការគូរខ្សែខ្ចៅ ដោយប្រើនិមិត្តសញ្ញាយ៉ាងហ្មត់ចត់។ ការគូរខ្សែខ្ចៅក្នុងប្រព័ន្ធមេត្រិកនេះ អាចគូរដោយប្រើរបៀបគូរយ៉ាងងាយៗ ហើយមានការកំណត់ខ្នាតខ្សែខ្ចៅដូចតទៅនេះ ដូចយ៉ាង ខ្សែខ្ចៅខ្នាតធំ 10មម គឺសរសេរថា M10 ជាដើម។ រាយលំអិតរហូតដល់វិធានការគូរខ្សែខ្ចៅមានដូចនេះ៖

ឧទាហរណ៍ ចូរគូរគំនូរខ្សែខ្ចៅ ក្បាល 6ជ្រុង M20 ប្រវែងខ្សែខ្ចៅ 72មម ប្រវែងប៊ូឡុង 100មម



អ្វីដែលត្រូវដឹងអំពីខ្នាត និងសមមាត្រដែលប្រើក្នុងការគូរប៊ូឡុង គឺត្រូវប្រើរូបមន្តក្នុងការគណនាដូចតទៅនេះ៖

- s = កម្ពស់មាត់សោនៃក្បាលប៊ូឡុង
- e = វិជ្ឈមាត្ររង្វង់ចារឹកក្រៅនៃកោណនៃក្បាលប៊ូឡុង
- d = វិជ្ឈមាត្រធំបំផុតនៃខ្សែខ្ចៅ
- d_1 = វិជ្ឈមាត្រជើងខ្សែខ្ចៅ
- k = កម្រាស់នៃក្បាលប៊ូឡុង
- b = ប្រវែងខ្សែខ្ចៅ
- l = ប្រវែងប៊ូឡុង

d = M (M5, M12)

$s = 1,7 \cdot d$

$e = 1,155 \cdot s$

$k = 0,7 \cdot d$

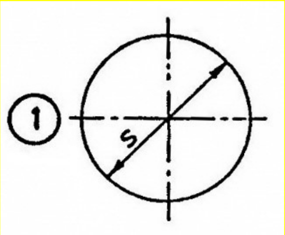
$d_1 = 0,8 \cdot d$

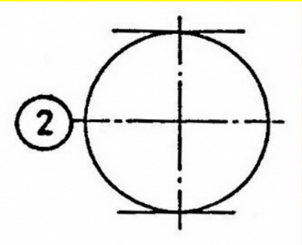
៩.២ សំណង់ក្បាលប៊ូឡុង

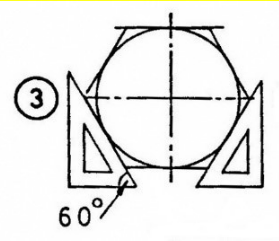
ការគូរក្បាលប៊ូឡុងដែលមានរាង 6ជ្រុង M20 ប្រវែងខ្សែខ្មៅ 70មម ប្រវែងប៊ូឡុង 100មម៖

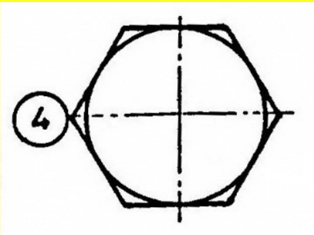
d = 20	l = 100 , b = 70		
s = 1.7d	= 1.7x20	= 34	មម.
e = 1.155·s	= 1.155x34	= 39.27	មម.
d_1 = 0.8.d	= 0.8x20	= 16	មម.
k = 0.7.d	= 0.7x20	= 14	មម.

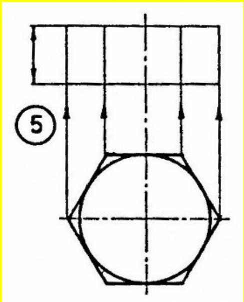
1. សង់រង្វង់អង្កត់ផ្ចិត ៣៤ មម
2. គូសខ្សែស្រប ២ ប៉ះនឹងរង្វង់ពីលើ និងពីក្រោម
3. គូសឆកោណសម័ង្សប្រើកែង ៦០^0 x ៣០^0 ដូច រូប ៣ និង រូប ៤
4. ឆកោណសម័ង្សដែលមានរង្វង់ចារឹកក្នុង ជាក្បាលប៊ូឡុងដែលជាគំហើញពីលើ
5. គូសចំណោលចេញពីគំហើញពីលើឲ្យបានគំហើញពីមុខ ➔ បានសមាមាត្រ និងកម្រាស់ក្បាលប៊ូឡុង ១៤ មម
6. គូសធ្នូកាំធំ R = ¾ e = ¾ x 39.24 = 29.45 mm
7. គូសធ្នូកាំតូច R = ½ k = ½ x 14 = 7 mm
8. គូសខ្សែគំនូសគ្រើះលើផ្នែកផ្សេងៗ ➔ ក្បាលប៊ូឡុងរាងឆកោណគំហើញពីមុខ និងពីខាងលើ
9. ធ្វើចំណោលពីឆកោណក្នុងគំហើញពីលើឆ្ពោះទៅកាន់គំហើញពីចំហៀង ។ គូសធ្នូ R = $\frac{e}{2}$ = 19.64 mm
10. គូសខ្សែគំនូសគ្រើះលើគំហើញពីចំហៀង ➔ ក្បាលប៊ូឡុងរាងឆកោណក្នុងគំហើញពីមុខ ពីលើ និងពីចំហៀង

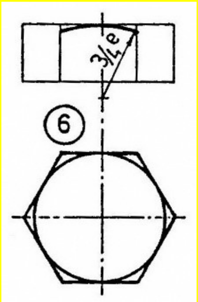


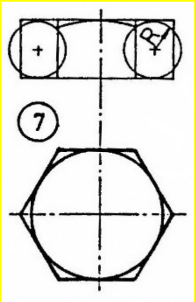


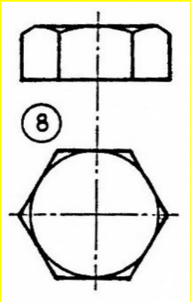


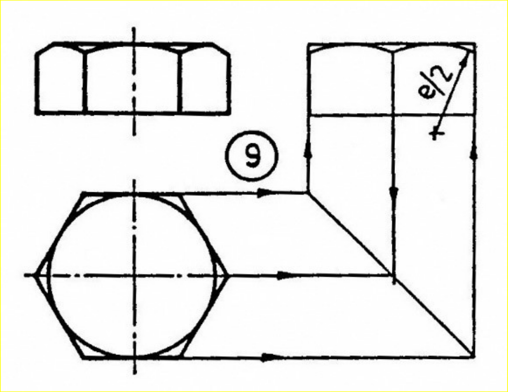


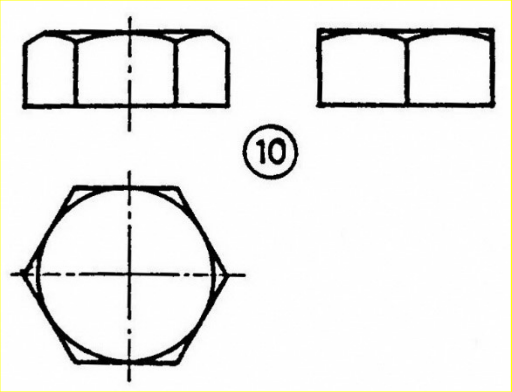












៩.៣ សំណង់ប៊ូឡុង និងអេគ្រូ

៩.៣.១ ការអនុវត្តក្នុងការគូរប៊ូឡុង ក្បាលឆកោណ

1. ការគូរប៊ូឡុងក្បាលឆកោណ កម្រាស់មាត់សោ S នឹងឃើញបានក្នុងគំហើញពីចំហៀង និងពីលើ។ ចំណែកវិជ្ឈមាត្ររង្វង់ចារឹកក្រៅឆកោណ នឹងឃើញក្នុងគំហើញពីមុខ និងពីលើ។ វ័ណ្ឌមណ្ឌលដែលកើតមកពីការប៉ិតជ្រុង គូរយ៉ាងងាយដោយការប្រើកំណោង។ លទ្ធផលដែលកើតពីទទឹងចន្លោះមុំ ដល់មុំនោះគឺ e

   e = s * 1.155

   s = e * 0.866 = 1.7d

   (s = sw)

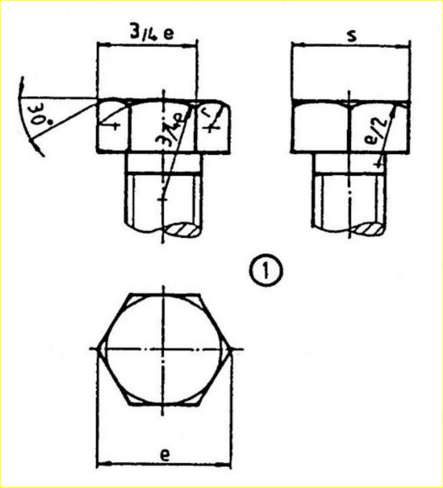
2. ការគូរអេគ្រូ (Nut) ត្រូវគូរលុបមុំទាំងសងខាង បន្ទាប់ពីលុបមុំហើយ ហើយផ្នែកដែលជាមុំស្រួច នឹងឃើញបានក្នុងគំហើញពីចំហៀង។

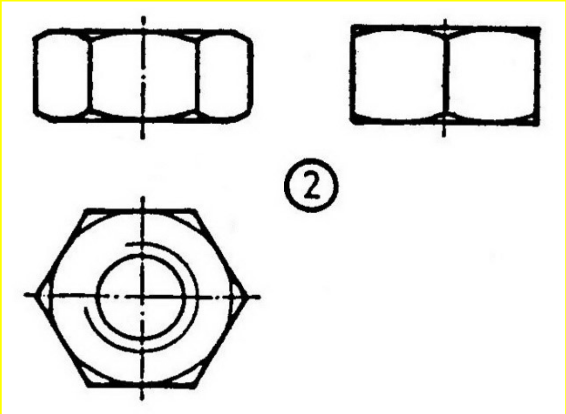
3. ការគូរប៊ូឡុង និងអេគ្រូផ្គុំគ្នាត្រូវបានសម្រួលដោយវ័ណ្ឌមណ្ឌលដែលកើតពីការប៉ិតជ្រុង ត្រូវលើកលែងមិនបាច់គូរទេ។ ការគូរក្នុងលក្ខណៈនេះ អាចប្រើបានក្នុងគ្រប់ករណី (រួមទាំងការគូរពំនុះដោយប្លង់ស្របផង)

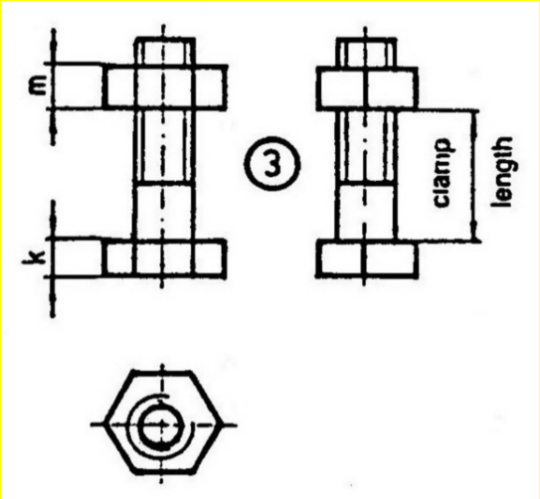
   k (h_b) = 0.7 * d (កម្រាស់ក្បាលប៊ូឡុង)

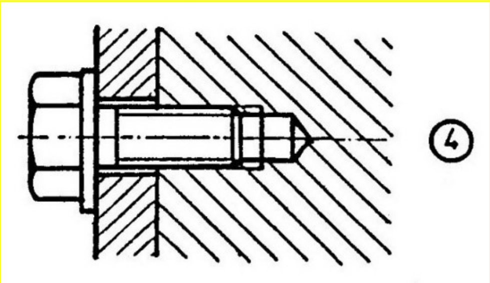
   m (h_n) = 0.8 * d (កម្រាស់អេគ្រូ)

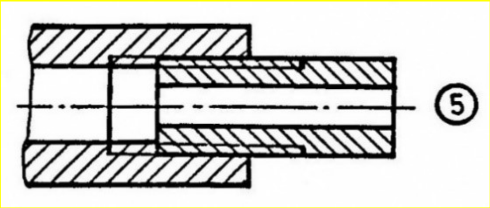
4. ប៊ូឡុង អេគ្រូ និងកាស់ទ្រនាប់ មិនត្រូវកាត់ក្នុងពំនុះទេ។
5. ក្នុងករណីដែលខ្សែខ្វៅក្នុង និងខ្សែខ្វៅក្រៅត្រួតលើគ្នា តាមរយៈការគូរគំនូរពំនុះផ្គុំ ត្រូវគូរផ្នែកដែលជាខ្សែខ្វៅក្រៅប៉ុណ្ណោះ។









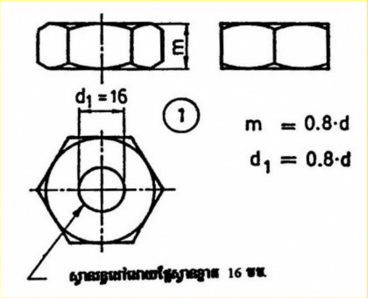


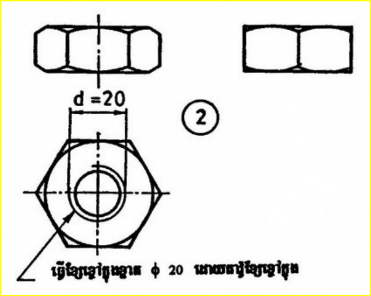
៩.៣.២. ការអនុវត្តក្នុងការគូរអេគ្រូ

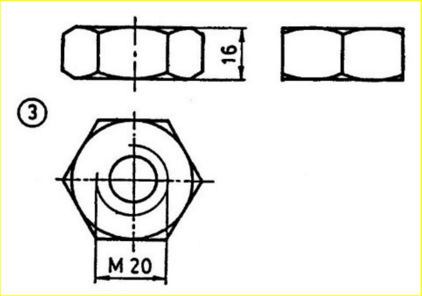
ការគូរអេគ្រូ គឺមិនប្រើខ្សែដាច់ដាក់ក្នុងគំហើញពីមុខ និងពីចំហៀងទេ។ ឧ. គូសគំនូរអេគ្រូ M20

ការគូរអេគ្រូ ប្រើរូបមន្តក្នុងការគណនារកខ្នាតសមមាត្រដូចគ្នានឹងក្បាលវីសដែរ។ ការគូរនិមិត្តសញ្ញានៃខ្សែខ្វៅក្នុងផ្នែកដែលជាជើងវិជ្ជមាត្រនៃជើងខ្សែខ្វៅត្រូវគូរដោយខ្សែជាប់ឆ្មារ ដោយគូរត្រឹម 3/4 នៃរង្វង់។ ចំណែកឯរន្ធ ឬប្រហោងដែលស្វានដោយផ្លែស្វាននេះ ត្រូវប្រើរូបមន្ត $d_1 = 0.8\ d$ គូរដោយខ្សែជាប់ធំ ដែលមានលំដាប់លំដោយក្នុងការគូរដូចតទៅ៖

1. គូសឆកោណសម័ង្សក្នុងគំហើញពីលើ រួចគូសគំហើញពីមុខ និងពីចំហៀង (រូប ១) ។ គូសរង្វង់ដែលជារន្ធស្វានអង្កត់ផ្ចិត d1 = 0.8 D = 16 mm
2. ផ្នែកដែលជាជើងខ្សែខ្វៅ គូសដោយប្រើខ្សែជំនួយត្រឹមតែ ¾ នៃរង្វង់
3. បង្ហាញខ្នាតនៃផ្នែកផ្សេងៗរបស់អេគ្រូឲ្យបានពេញលេញ



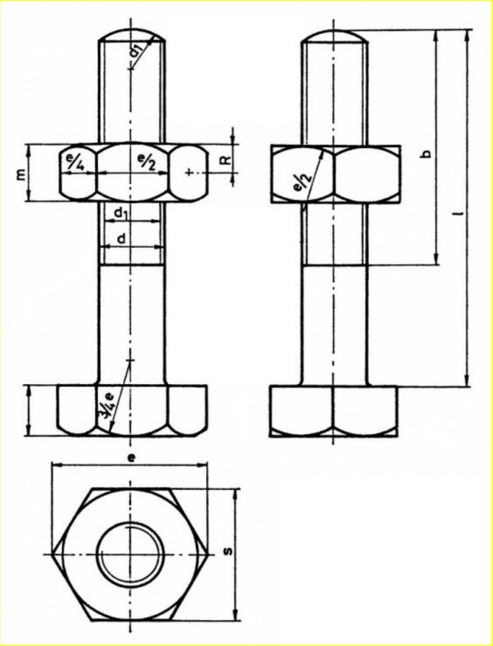




៩.៤ គំនូសបង្គុំប៊ូឡុង និងអេគ្រូ

ក្នុងការគូរបង្គុំប៊ូឡុង និងអេគ្រូ គេត្រូវអនុវត្តន៍ដូចខាងក្រោម៖

1. កំណត់កម្រាស់មាត់សោនៃក្បាលប៊ូឡុង s
2. កំណត់វិជ្ឈមាត្ររង្វង់ក្រៅឆកោណក្បាលប៊ូឡុង e
3. កំណត់វិជ្ឈមាត្រធំអតិបរមានៃខ្សែខ្ចៅ d
4. កំណត់វិជ្ឈមាត្រតូចអប្បបរិមានៃខ្សែខ្ចៅ d_1
5. កំណត់កម្រាស់ក្បាលប៊ូឡុង k
6. កំណត់កម្រាស់អេគ្រូ m
7. កំណត់ប្រវែងខ្សែខ្ចៅ b
8. កំណត់ប្រវែងរឺស ឬប៊ូឡុង l



s —— កម្រាស់មាត់សោនៃក្បាលប៊ូឡុង

e —— វិជ្ឈមាត្ររង្វង់ក្រៅនៃឆកោណក្បាលប៊ូឡុង

d —— វិជ្ឈមាត្រធំអតិបរមានៃខ្សែខ្ចៅ

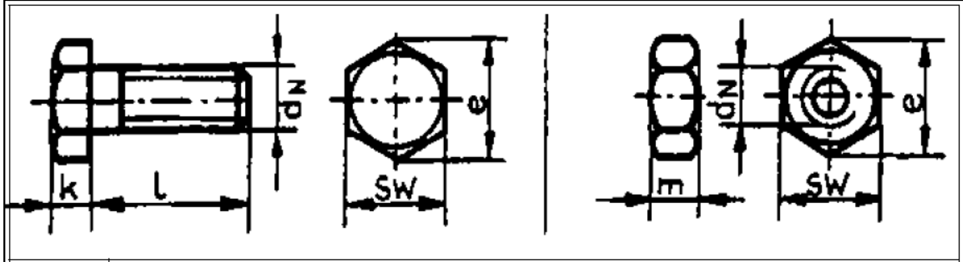
d_1 —— វិជ្ឈមាត្រតូចអប្បបរមានៃខ្សែខ្ចៅ

k —— កម្រាស់ក្បាលប៊ូឡុង

m —— កម្រាស់អេគ្រូ

b —— ប្រវែងខ្សែខ្ចៅ

l —— ប្រវែងរឺសឬប៊ូឡុង



	d_N							
	M5	**M6**	**M8**	**M10**	**M12**	**M16**	**M20**	**M24**
e*	9	11	14	19	21	26	33	40
SW	8	10	13	17	19	24	30	36
k	3,5	4	5,5	7	8	10	13	15
m	4	5	6,5	8	9,5	13	16	19
l	$3d_N$ ... $15d_N$							

ជំពូកទី១០៖ ស្នៀត គន្លឹះខ្ចាស់ និងការភ្ជាប់ដោយម្នូល

សេចក្តីផ្តើម

❖ ស្នៀត គន្លឹះខ្ចាស់ និងម្នូល គឺជាឧបករណ៍ភ្ជាប់ (បណ្ដោះអាសន្ន) ដែលអាចដកចេញបាន។

❖ ការផ្គុំ និងដកចេញនៃឧបករណ៍ទាំងនេះមានភាពងាយស្រួល ដោយសារវាមានលក្ខណៈសាមញ្ញ។

១០.១ ស្នៀត

❖ ស្នៀត គឺជាធាតុរបស់ម៉ាស៊ីនដែលប្រើដើម្បីការពារចលនាបង្វិលដែលទាក់ទងគ្នារវាងអ័ក្ស និងផ្នែកដែលបានដំឡើងនៅលើវា ដូចជា រ៉ក ប្រអប់លេខ កង់ តំណភ្លៅបង្វិល ។ល។

❖ ស្នៀតចុចចែកចេញជា 3 ប្រភេទ៖

– Saddle keys

– Sunk keys

– Round keys

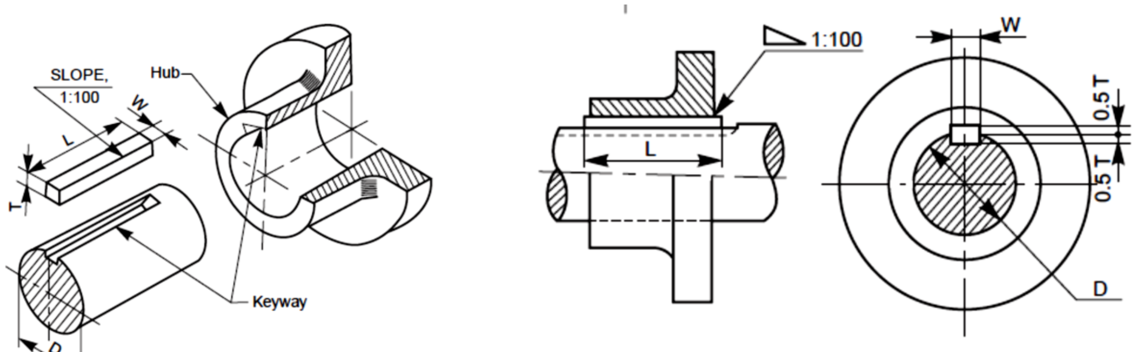


Fig. 6.1 Keyed joint

❖ សម្រាប់ការភ្ជាប់

– ចង្អូរ ឬផ្លូវគន្លឹះត្រូវបានកាត់លើផ្ទៃនៃផ្ចិត និងនៅក្នុងផ្នែកដែលត្រូវចាប់ភ្ជាប់។

– បន្ទាប់ពីដាក់ផ្នែកនៅលើភ្លៅនោះគន្លឹះទាំងពីរត្រូវបានតម្រឹមយ៉ាងត្រឹមត្រូវ គន្លឹះត្រូវបានរុញចេញពីចុង ដែលបណ្ដាលឱ្យមានសន្លាក់រឹងមាំ។

❖ សម្រាប់ការចាប់ភ្ជាប់ផ្នែកនៅទីតាំងកណ្តាលណាមួយនៅលើភ្លៅអ័ក្ស (shaft)

– ជាដំបូង ស្នៀតត្រូវសកបញ្ចូលស្រាលទៅតាមផ្លូវគន្លឹះនៃភ្លៅអ័ក្ស

– បន្ទាប់មកផ្នែកដែលត្រូវភ្ជាប់ ត្រូវរំកិលពីចុងម្ខាងភ្លៅអ័ក្សរហូតដល់វាត្រូវបានជាប់ជាមួយស្នៀត។

១០.១.១. ស្នៀត Saddle Keys

❖ Saddle Keys គឺជាស្នៀតដែលមានទទឹងស្មើគ្នា ប៉ុន្តែមានកម្រាស់ស្តើងនៅផ្នែកខាងលើ។

❖ ទំហំនៃរង្វាស់ដែលផ្តល់គឺ 1:100។

❖ បង្កើតជាពីរទម្រង់៖

- Hollow
- Flat

❖ ស្នៀតពីរប្រភេទនៃSaddleគឺសមរម្យសម្រាប់តែបន្ទុកស្រាលប៉ុណ្ណោះ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ប្រភេទ Flat គឺល្អជាងបន្តិចបើប្រៀបធៀបទៅនឹងប្រភេទHollow។

❖ ស្នៀត Saddle វាទប់ទល់ការរអិលជុំវិញអ័ក្សនៅពេលប្រើក្រោមបន្ទុកធ្ងន់។

១០.១.១.១ Hollow Saddle Key

❖ Hollow Saddle key មានផ្នែកខាងក្រោមរាងកោង ដើម្បីឱ្យសមនឹងផ្ទៃកោងនៃអ័ក្ស។

❖ ផ្លូវគន្លឹះមួយត្រូវបានធ្វើឡើងនៅក្នុងចំណុចផ្នាក់ជាមួយនឹងផ្ទៃខាងក្រោមដែលស្តើង។

❖ នៅពេលដែលស្នៀតhallow ត្រូវបានដាក់នៅក្នុងទីតាំង ការបង្វិលដែលទាក់ទងរវាងភ្លៅអ័ក្ស និងចណុចចាប់ភ្ជាប់ត្រូវបានរារាំងដោយសារការកកិតរវាង ភ្លៅអ័ក្ស និង ស្នៀត។

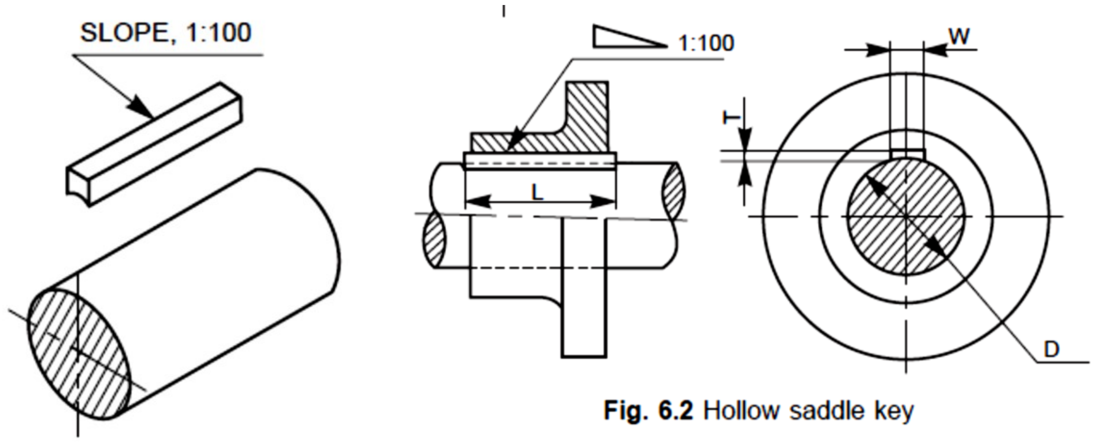
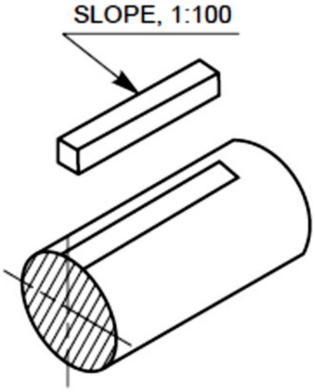


Fig. 6.2 Hollow saddle key

១០.១.១.២ Flat Saddle Key

❖ វាស្រដៀងទៅនឹងស្នៀតhallowដែរ លើកលែងតែផ្ទៃខាងក្រោមរបស់វារាបស្មើ។

❖ ផ្នែកចេញពីក្បាលផ្លូវគន្លឹះក្នុងផ្នាក់នៃកាភ្ជាប់ ផ្ទៃរាបស្មើដែលផ្តល់នៅលើភ្លៅអ័ក្សត្រូវបានប្រើដើម្បីដាក់គន្លឹះនេះនៅក្នុងទីតាំងរបស់វា។



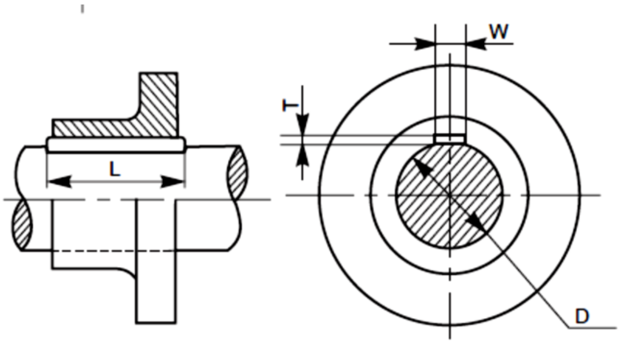


Fig. 6.3 Flat saddle key

១០.១.២. ស្នៀត Sunk Keys

- ស្នៀត Sunk Keys គឺជាទម្រង់ស្តង់ដារនៃស្នៀតដែលប្រើក្នុងការអនុវត្ត ហើយអាចជាមានរាងជាការេ ឬចតុកោណកែងនៅក្នុងផ្នែកប្រសព្វគ្នា។
- ចុងអាចមានរាងការេ ឬរាងមូល។
- ជាទូទៅ កម្រាស់ពាក់កណ្តាលនៃស្នៀត គឺមានផ្លូវគន្លឺះសមល្មមដាក់ចូលទៅក្នុងអ័ក្សភ្លៅ និងពាក់ កណ្តាលដែលនៅសល់នៅក្នុងផ្ចាក់(hub keyway) ។
- ប្រើសម្រាប់ការងារធ្ងន់ព្រោះថាដាក់ស៊ុបរវាងសោរ និងស្នែងគឺមាំល្អ។
- Sunk keys ត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ជា៖
  - Taper keys
  - Parallel or feather keys
  - Woodruff keys.

១០.១.២.១ Taper Sunk Keys

- Taper sunk keys គឺមានរាងការេ ឬចតុកោណក្នុងផ្នែកប្រសព្វគ្នា មានសណ្ឋានស្មើផ្នែកទទឹង ប៉ុន្តែផ្នែកក្បាលមានកម្រាស់។
- ផ្ទៃខាងក្រោមនៃស្នៀតគឺត្រង់ ហើយផ្ទៃខាងលើគឺស្លួច ហើយត្រូវបានកំណត់ទំហំជម្រាល គឺ 1:100 ។
- ដូច្នេះផ្លូវគន្លឺះនៅក្នុងភ្លៅអ័ក្សគឺស្របទៅនឹងអ័ក្សដេក ហើយ ផ្លូវគន្លឺះផ្ចាក់គឺត្រូវធ្វើឱ្យស្លួច ។

❖ Tapered sunk key អាចត្រូវបានយកចេញដោយបើកវាចេញពីចុងតូចដែលលាតនៅខាងចុង។ ប្រសិនបើផ្នែកចុងនេះមិនអាចចូលបាន នោះចុងដែលធំជាងគេនៃស្នៀតត្រូវបានផ្តល់ដោយក្បាលហៅថា gib ។

ការគណនារកក្បាល gib

If D is the diameter of the shaft, then,

Width of key, W	= 0.25 D + 2 mm
Thickness of key, T	= 0.67 W (at the thicker end)
Standard taper	= 1:100
Height of head, H	= 1.75 T
Width of head, B	= 1.5 T

Table 6.1 Proportions of taper sunk keys for various shaft sizes (contd.)

Shaft diameter (mm)			
Over	*Upto and including*	*Width, W (mm)*	*Thickness, T (average value) (mm)*
6	8	2	2
8	10	3	3
10	12	4	4
12	17	5	5
17	22	6	6
22	30	8	7
30	38	10	8
38	44	12	8
44	50	14	9
50	58	16	10
58	65	18	11
65	75	20	12
75	85	22	14
85	95	25	14
95	110	28	16

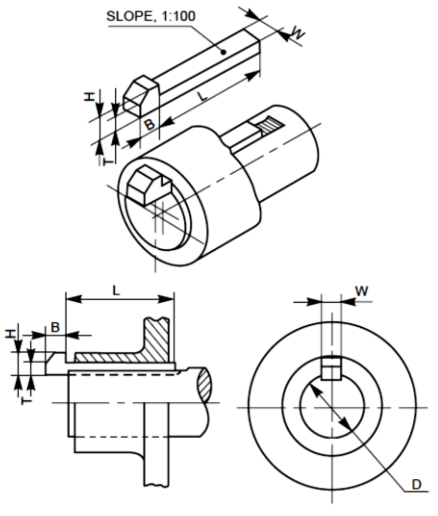


Fig. 6.4 Key with gib head

១០.១.២.២ Parallel or Feather Keys

- Parallel or feather key គឺជាស្នៀត ដែលមានលក្ខណៈដូចគ្នាផ្នែកទទឹង និងកម្រាស់ផងដែរ។
- ប្រើនៅពេលដែលផ្នែក (ប្រអប់លេខ អំប្រីយ៉ា...)ដែលការដាក់តម្រូវឱ្យសូកតាមបណ្ដោយភ្លៅអ័ក្សដោយអាស្រ័យចលនារបស់អក្សដេក។
- ដើម្បីសម្រេចចំណុចនេះ ត្រូវមានចន្លោះគម្លាតសមល្មមរវាងស្នៀត និងផ្លូវគន្លឹះដែលវារអិល។
- Feather key អាចត្រូវបានបំពាក់ទៅក្នុងផ្លូវគន្លឹះ ដែលមាននៅលើភ្លៅអ័ក្សដោយវីសពីរ ឬច្រើន ឬសូកចូលទៅក្នុងផ្នែកចាប់ភ្ជាប់របស់ធ្នាក់។
- ស្នៀតទាំងនោះមានបីប្រភេទ៖
  - Peg feather key
  - Single headed feather key
  - Double headed feather key.

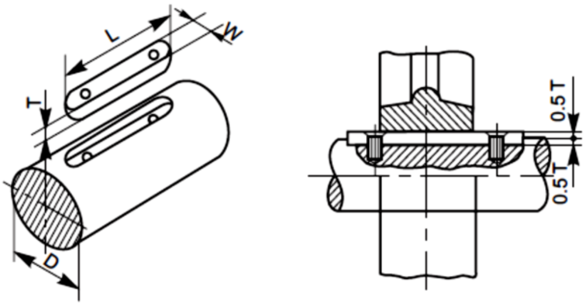


Fig. 6.5 Parallel sunk key

Peg Feather Key

- ការចំនោលកែងដែលគេស្គាល់ថាជា peg ត្រូវធ្វើនៅចំកណ្ដាលនៃស្នៀត។ peg ប៉ុននឹងរន្ធមួយពេលសូកបញ្ចូលក្នុង hub តាមចំនួនដែលមាន (រូបភាព 6.6 a) ។
- ពេលដាក់ចំទីតាំង ស្នៀត និងការភ្ជាប់ផ្លាស់ទីតាមអ័ក្សដេកជាឯកតាតែមួយ។

Single Headed Feather Key

- ស្នៀតនេះគឺត្រូវបានផ្ដល់ក្បាលនៅចុងម្ខាង។ ក្បាលត្រូវមួលវីសភ្ជាប់ទៅធ្នាក់ ដែលជាផ្នែកនៅលើភ្លៅអ័ក្ស (រូបភាព 6.6 b) ។

Double Headed Feather Key

- ស្នៀតនេះត្រូវបានផ្ដល់ដោយក្បាលនៅលើចុងទាំងពីរ។ ក្បាលទាំងនេះរាំងចលនាអ័ក្សនៃគន្លឹះនៅតាមអ័ក្សដេកនៃស្នៀតក្នុងធ្នាក់។
- ពេលដាក់ក្នុងទីតាំង ស្នៀត និង ដងភ្ជាប់ផ្លាស់ទីជាឯកតាតែមួយ (រូបភាព 6.6 c) ។

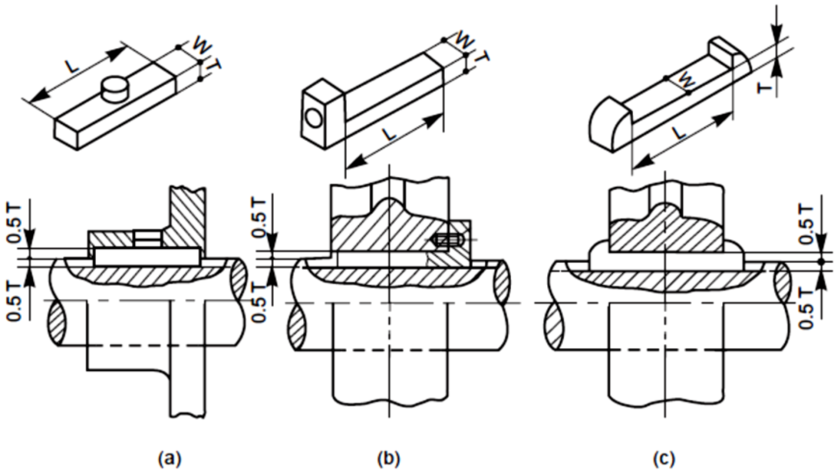


Fig. 6.6 Feather keys

១០.១.៣. ស្ប្លៀត Splines

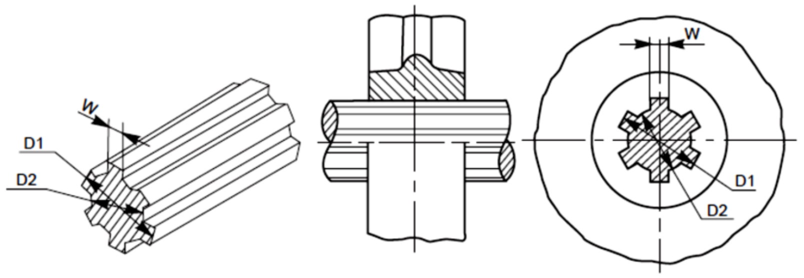
❖ Splines គឺជាស្ប្លៀតដែលបង្កើតទាំងស្រុងជាមួយភ្លៅអ័ក្ស ដោយកាត់ grooves equi-spaced នៃផ្ទៃកប្រសព្វគ្នា ។

❖ ប្រឡោះឡើងចុះជាធ្មេញត្រូវបានគេហៅថា spline shaft ។

❖ Spline នៅលើអ័ក្ស វាប៉ុននឹងការសូកចូលទៅក្នុងរន្ធដែលត្រូវគ្នានៅក្នុង hub ពេលភ្ជាប់ជាមួយវាតាមការរអិលដែលផ្តល់នូវរង្វង់វិល្វិលជុំតាមទិសស្របនិងនៅពេលជាមួយគ្នានេះ វាអនុញ្ញាតឱ្យផ្លាស់ទីតាមអ័ក្សដេក។

Table 6.2 Proportions for splined shafts of various sizes

Nominal (major) diameter, D_1 (mm)	*Number of splines*	*Minor (root) diameter, D_2 (mm)*	*Width of spline, W (mm)*
14	6	11	3
16	6	13	3.5
20	6	16	4
22	6	18	5
25	6	21	5
28	6	23	6
32	6	26	6
34	6	28	6
38	8	32	7
42	8	36	7
48	8	42	8
54	8	46	9
60	8	52	10
65	8	56	10
72	8	62	12
82	10	72	12
92	10	82	12
102	10	92	14



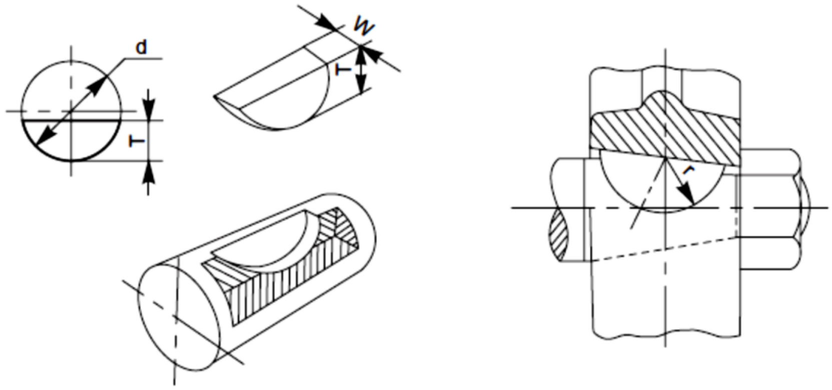
១០.១.៤. ស្នៀត Woodruff Key

- វាគឺជាស្នៀត sunk key ក្នុងទម្រង់ជាផ្នែកនៃឌីសរាងជារង្វង់ដែលមានកម្រាស់។
- ដោយសារផ្ទៃខាងក្រោមនៃស្នៀតមានរាងជារង្វង់ ផ្លូវគន្លឹះក្នុងគឺមានរាងជារង្វង់មូល ទៅជាកោងដូចគ្នាទៅនឹងស្នៀត។
- ផ្លូវគន្លឹះមួយត្រូវបានធ្វើឡើងនៅក្នុងផ្នាក់សម្រាប់ភ្ជាប់នៃការដំឡើងតាមវិធីធម្មតា។
- ស្នៀត Woodruff ត្រូវបានប្រើជាចម្បងលើឧបករណ៍ផ្សេងៗប្រើជាមួយម៉ាស៊ីន និងរថយន្ត។
- ពេលដាក់ចំទីតាំង គន្លឹះផ្អៀង និងតម្រឹមខ្លួនវានៅលើកន្លែងស្លួចលើភ្លៅអ័ក្ស។

ការគណនារក woodruff keys

If D is the diameter of the shaft,

Thickness of key, W	$= 0.25\ D$
Diameter of key, *d*	$= 3\ W$
Height of key, T	$= 1.35\ W$
Depth of the keyway in the hub, T_1	$= 0.5\ W + 0.1$ mm
Depth of keyway in shaft, T_2	$= 0.85\ W$



(a) (b)

Fig. 6.8 Woodruff key

១០.១.៥. ស្នៀត Round Key

❖ Round keys គឺជាផ្នែកប្រសព្វរាងជារង្វង់ ដែលជាធម្មតាត្រូវបានកំណត់ភាពស្តួច (1:50) តាមបណ្តោយប្រវែង។

❖ Round keys មួយប៉ុននៅក្នុងរន្ធដែលខួងដោយផ្នែកនៅក្នុងអ័ក្ស និងមួយផ្នែកនៅក្នុងផ្នាក់hub។

❖ អង្កត់ផ្ចិតមធ្យមនៃម្ជុលអាចត្រូវបានគេយកជា 0.25 D ។

❖ Round keys ជាទូទៅត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់បន្ទុកស្រាល ដែលដំណើរការមិនគួរឱ្យកត់សម្គាល់

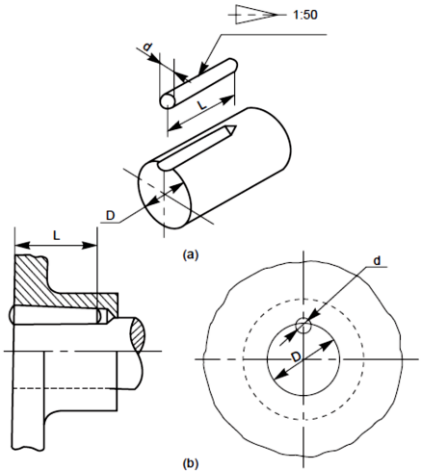


Fig. 6.9 Round key

១០.២ ការភ្ជាប់ដោយគន្លឹះខ្ទាស់

❖ Cotter គឺជាដុំរាងទ្រវែងសំប៉ែត ធ្វើពីដែក។ វាមានកម្រាស់ ប៉ុន្តែមានទទឹងស្មើង ជាទូទៅវាមានរាងស្តួចនៅផ្នែកម្ខាងក្នុងកម្រិតធម្មតាគឺ 1:30 ។

❖ គែមចំហៀង (bearing) នៃ cotter និង bearing slots ជាទូទៅត្រូវបានបង្កើតជាពាក់កណ្តាលរង្វង់ជំនួសឱ្យរាងត្រង់ (រូបភាព 6.10) ។

❖ នេះជួយបង្កើនផ្ទៃទំរង្វិល និងអនុញ្ញាតឱ្យមានការខួងចូលខណៈពេលដែលវាបង្កើតរន្ធ។

❖ Cotter ត្រូវបានជាប់នឹងក្នុងទីតាំងដោយវីសដូចបង្ហាញក្នុងរូប ៦.១១។

❖ តំណរ Cotter ប្រើសម្រាប់ភ្ជាប់កំណាត់ពីរ ដែលត្រូវនឹងកម្លាំង tensile ឬ compressive force តាមអ័ក្សរបស់វា។

❖ តំណរភ្ជាប់ទាំងនេះមិនស័ក្តិសមជាមួយកន្លែងដែលនៅក្រោមកម្លាំងបង្វិលទេ

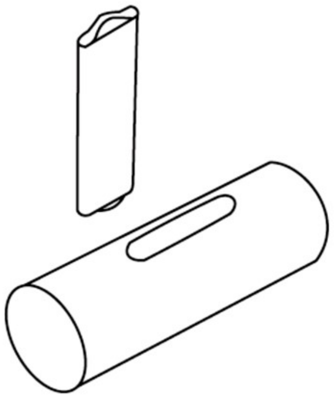


Fig. 6.10 Cotter and the bearing slot

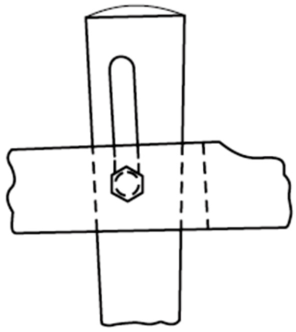


Fig. 6.11 Locking arrangement of cotter

១០.២.១. គន្លឹះខ្នាស់ Cotter Joint with Sleeve

- ❖ វាមានភាពសាមញ្ញបំផុតនៃគន្លឹះខ្នាស់ cotter ទាំងអស់ដែលប្រើសម្រាប់ភ្ជាប់កំណាត់រង្វង់ពីរ។
- ❖ ដើម្បីបង្កើតតំណភ្ជាប់ កំណាត់ត្រូវបានពង្រីកនៅខាងចុង ហើយរន្ធត្រូវកាត់។ បន្ទាប់ពីរក្សា rods buttទល់មុខគ្នា sleeve ដែលមានរន្ធត្រូវបានដាក់ពីលើពួកវា។
- ❖ បន្ទាប់ពីតម្រឹមរន្ធដោតបានត្រឹមត្រូវ cottersពីរត្រូវបានរុញប្រានចូលតាមរន្ធ ដែលនាំឲ្យមានការជាប់គ្នា។
- ❖ Rod ends ត្រូវបានពង្រីកដើម្បីរក្សាភាពខ្សោយដែលបណ្តាលមកពីរន្ធដោត។
- ❖ រន្ធនៅក្នុង rods and sleeve ត្រូវបានធ្វើឱ្យធំជាងទទឹងរបស់ cotter បន្តិច។
- ❖ ទីតាំងដែលទាក់ទងគ្នានៃរន្ធគឺដូចជា នៅពេលដែល cotter ត្រូវបានរុញចូលទៅក្នុងទីតាំងរបស់វា វាអនុញ្ញាតឱ្យចំណិតស្នៀតទាញ rod ចូលទៅក្នុង sleeve។

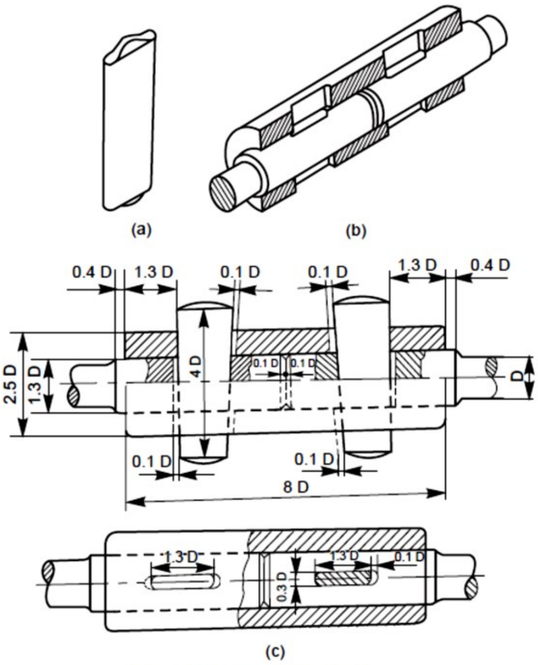


Fig. 6.12 Cotter joint with sleeve

១០.២.២. គន្លឹះខ្នាស់ Cotter Joint with Socket and Spigot Ends

- ❖ តំណរភ្ជាប់នេះក៏ប្រើសម្រាប់កំណាត់រង្វង់ពីរផងដែរ។ rod ends ត្រូវបានកែប្រែជំនួសឱ្យការប្រើ sleeve។ ចុងម្ខាងនៃ rod ត្រូវបានបង្កើតឡើងចូលទៅក្នុងរន្ធមួយ និងមួយទៀតចូលទៅក្នុង spigot ហើយរន្ធត្រូវបានកាត់។
- ❖ បន្ទាប់ពីតម្រឹមsocket និង spigot ends ហើយcotterត្រូវបានរុញចូលតាមរន្ធ បង្កើតជាតំណរភ្ជាប់។

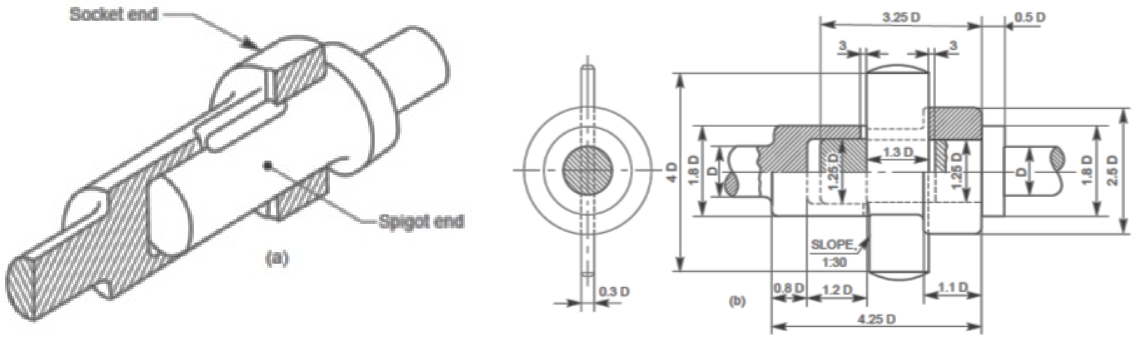


Fig. 6.13 Cotter joint with socket and spigot ends

១០.២.៣. គន្លឹះខ្នាស់ Cotter Joint with a Gib

- ❖ ប្រើសម្រាប់ភ្ជាប់កំណាត់ពីរនៃផ្នែកកាត់ការេ ឬចតុកោណ។
- ❖ ដើម្បីបង្កើតតំណរភ្ជាប់ ចុងម្ខាងនៃ rod ត្រូវបានបង្កើតជា U-fork ដែលក្នុងនោះចុង rod មួយទៀតត្រូវសូកចូល។
- ❖ នៅពេលដែល cotter ត្រូវបានរុញចូល ការកកិតរវាង cotter និង straps នៃ U-fork ធ្វើអោយខ្សែររុំបើក ដែលនេះត្រូវបានរារាំងដោយការប្រើ gib ។
- ❖ ហ្គីប gib ក៏ជាបំណែករាងសំប៉ែតនៃផ្នែកប្រសព្វរាងចតុកោណជាមួយនឹងការធ្វើចំណោលកែងរាងចតុកោណកែងពីរហៅថា lugs ។
- ❖ ម្ខាងនៃ gib មានរាងស្ដួច និងមួយទៀតត្រង់។ ផ្នែកខាងស្ដួចរបស់gib ទល់នឹងផ្នែកស្ដួចនៃ cotter នោះគែមខាងក្រៅនៃ cotter និង gib មានឯកតាគឺស្របគ្នា។ ករណីនេះជួយសម្រួលដល់ការបង្កើតរន្ធដែលមានគែមស្របគ្នា មិនដូចគែមកាត់ក្នុងករណីនៃគន្លឹះ cotter ធម្មតា។
- ❖ លើសពីនេះ lugs bearing ទប់ទល់នឹងផ្ទៃខាងក្រៅនៃ fork ដើម្បីការពារភាពតឹងនៃបើករបស់ខ្សែររុំ។
- ❖ សម្រាប់បង្កើតតំណរភ្ជាប់ ដំបូងត្រូវដាក់ gib នៅទីតាំង ហើយបន្ទាប់មក cotter ត្រូវបានរុញចូល។

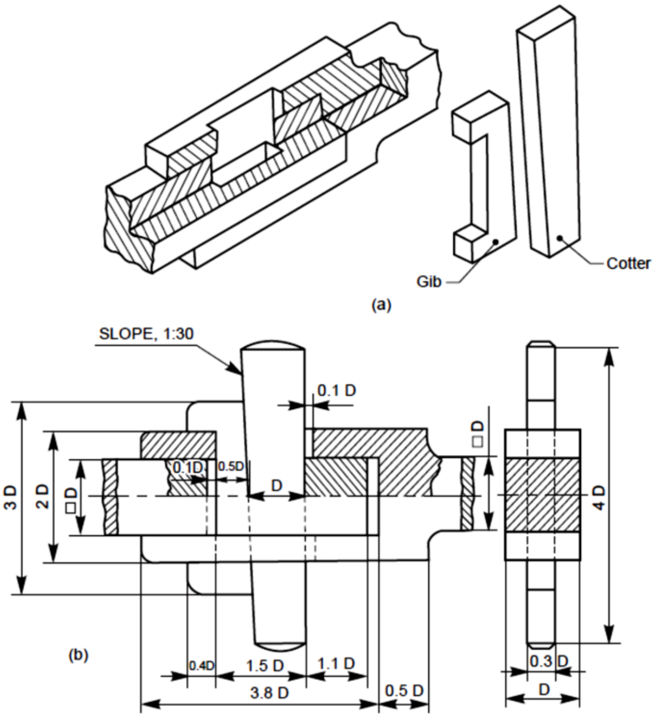


Fig. 6.14 Cotter joint with a gib

១០.៣ ការភ្ជាប់ដោយម្ជុល

- នៅក្នុងភ្ជាប់ដោយម្ជុល ម្ជុលមួយត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់ rods ពីរដែលស្ថិតនៅក្រោមចលនានៃកម្លាំងបន្ទឹងមួយ ហើយទោះបីជា rods អាចទប់ទល់កម្លាំងសំពាធ ប្រសិនបើតាមការភ្ជាប់នេះ។
- ការភ្ជាប់ដោយម្ជុលpin មួយចំនួនដូចជា universal joint ប្រើ pins ពីរ ហើយប្រើដើម្បីបញ្ជូនចលនាពីដងភ្លៅបង្វិលមួយទៅមួយទៀត។
- ការភ្ជាប់ដោយម្ជុលអនុញ្ញាតឱ្យមានភាពបត់បែនតិចតួច ឬ rod មួយអាចដាក់នៅមុំមួយ (នៅក្នុងយន្តហោះដែលមាន rod ច្រើន) ដោយរំពឹងទៅនឹង rods ផ្សេងទៀត បន្ទាប់ពីផ្តល់ការណែនាំសមរម្យ។
- មិនដូចនៅក្នុងការប្រើcotterទេ ម្ជុលនៅក្នុងតំណភ្ជាប់ដោយម្ជុលpin មិនត្រូវបានរុញចូលដោយកម្លាំងទេ ប៉ុន្តែត្រូវបានបញ្ចូលទៅក្នុងរន្ធជាមួយនឹងការបន្ធូរ clearance។
- ម្ជុលត្រូវដាក់នៅទីតាំងដោយប្រើម្ជុលស្តើង ឬបំបែកញែកវា ដែលធ្វើនៅខាងចុង។

១០.៣.១. ការភ្ជាប់ Knuckle Joint

- knuckle joint គឺជាម្ជុលដែលប្រើសម្រាប់តំណភ្ជាប់ circular rods ពីរ។

❖ ចុងម្ខាងនៃ rod ត្រូវបានបង្កើតជា eye មួយ និងមួយទៀតចូលទៅក្នុង fork (double eye)។

❖ សម្រាប់ការបង្កើតតំណរភ្ជាប់ ចុង eye របស់ rod ត្រូវបានតម្រឹមចូលទៅក្នុងចុង fork នៃម្ខាងទៀត ហើយបន្ទាប់មកម្ជុលត្រូវបានបញ្ចូលតាមរន្ធ ហើយដាក់ក្នុងទីតាំងដោយ collar និង taper pin.។

❖ នៅពេលដែលតំណរភ្ជាប់ត្រូវបានបង្កើតឡើង rod ច្រើន អាចបង្វិលដោយសេរីតាមម្ជុលស៊ីឡាំង។

❖ Knuckle joints ត្រូវបានប្រើប្រាស់ក្នុងតំណភ្ជាប់តំណរ, ការរៀបចំហ្វ្រាំងខ្យល់នៃក្បាលរថភ្លើង។ ល។

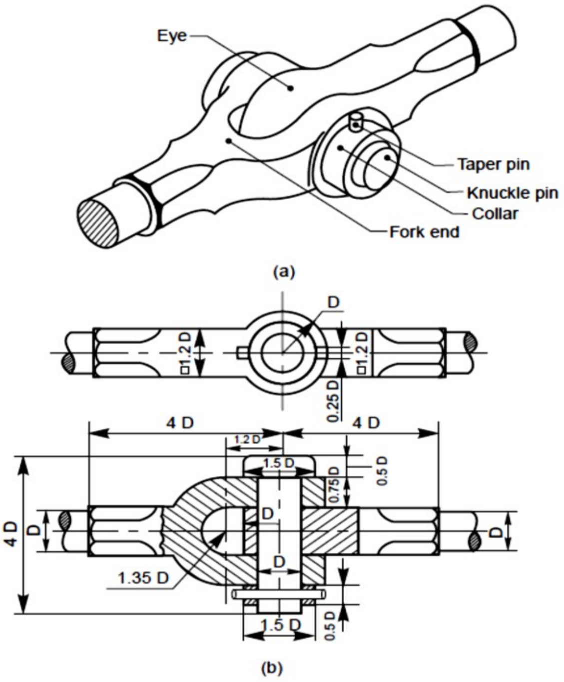


Fig. 6.15 Knuckle joint

ជំពូកទី១១៖ តំណភ្ជាប់ភ្លៅបង្វិល

សេចក្តីផ្តើម

❖ Shaft couplings ត្រូវបានប្រើដើម្បីភ្ជាប់ឬភ្ជាប់ shafts ពីរ។ នៅពេលដែលអ័ក្សទាំងពីរបង្វិល៖

– ពួកវាចលនាតែមួយ

– បញ្ជូនថាមពលពីភ្លៅបង្វិលមួយទៅភ្លៅបង្វិលមួយទៀត។

❖ Shafts ដែលត្រូវភ្ជាប់ ឬភ្ជាប់អាចមានៈ

– អ័ក្សទ្រនិច Collinear axes

– អ័ក្សប្រសព្វ Intersecting axes

– អ័ក្សស្រប Parallel axes នៅចម្ងាយតូចមួយ។

❖ ផ្អែកលើលក្ខខណ្ឌតម្រូវ ការភ្ជាប់អ័ក្សត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ជា៖

– ការភ្ជាប់រឹង Rigid couplings

– ការភ្ជាប់ដែលអាចបត់បែនបាន Flexible couplings

– រលុងឬផ្តាច់ការភ្ជាប់ Loose or dis-engaging couplings

– ការភ្ជាប់មិនតម្រឹម Non-aligned couplings.

១១.១ តំណភ្ជាប់រឹងត្អឹង

ការភ្ជាប់អ័ក្សរឹងត្អឹងត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការភ្ជាប់អ័ក្សដែលមានអ័ក្សទ្រនិច។ ទាំងនេះបន្ថែមទៀតចាត់ថ្នាក់រងទៅជា muff ឬ sleeve couplings និង flanged couplings ។

១១.១.១. តំណភ្ជាប់ Sleeve or Muff Couplings

នេះគឺសាមញ្ញបំផុតនៃ couplings ទាំងអស់។ វាមានដៃអាវដែលហៅថា muff ដែលជាទូទៅធ្វើពីតួដែក ដែលត្រូវបានបំពាក់នៅលើចុងកំណាត់ដែលត្រូវភ្ជាប់។ បន្ទាប់ពីការតម្រឹមឱ្យបានត្រឹមត្រូវផ្លូវគន្លឹះនៅក្នុង shafts និង sleeve, sunk key មួយត្រូវបាន driven-in; ដូច្នេះការភ្ជាប់។ ជំនួសអោយគ្រាប់ចុចតែមួយដែលដំណើរការប្រវែងទាំងមូលនៃដៃអាវ វាគឺជាការចង់ប្រើគ្រាប់ចុចពីរដែលអាចត្រូវបានបញ្ចូលពីចុងខាងក្រៅនៃដៃអាវ; ដូច្នេះយកឈ្នះលើការតម្រឹមខុសដែលអាចកើតមានរវាងផ្លូវគន្លឹះ។ ខាងក្រោមនេះគឺជាប្រភេទនៃការភ្ជាប់ muff:

១១.១.១.១ Butt-muff Coupling

នៅក្នុងនេះ ចុងបញ្ចប់នៃកំណាត់ទាំងពីរដែលត្រូវគូទទល់នឹងគ្នា ជាមួយនឹង sleeve keyed ដូច ដែលបានពិភាក្សាខាងលើ (Fig.7.1)។

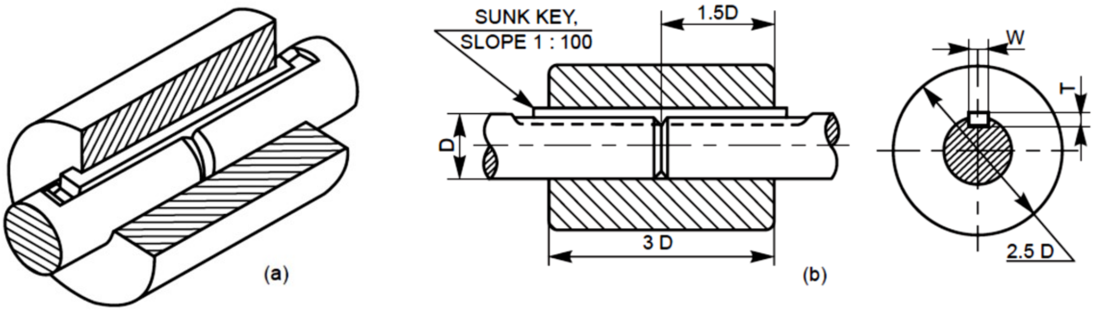


Fig. 7.1 Butt-muff coupling

១១.១.១.២ Half-lap Muff Coupling

នៅក្នុងនេះចុងបញ្ចប់នៃ shafts ត្រួតលើគ្នាសម្រាប់ប្រវែងខ្លីមួយ។ Taper ផ្តល់ជូននៅក្នុងការត្រួតស៊ីគ្នារារាំងចលនាអ័ក្សនៃអ័ក្ស។ នៅទីនេះផងដែរបន្ទាប់ពីដាក់ muff លើចុងត្រួតលើគ្នានៃ shafts, ស្នៀត saddle គឺ (ត្រូវបាន) ប្រើដើម្បីធ្វើឱ្យ coupling (រូបភាព 7.2) ។

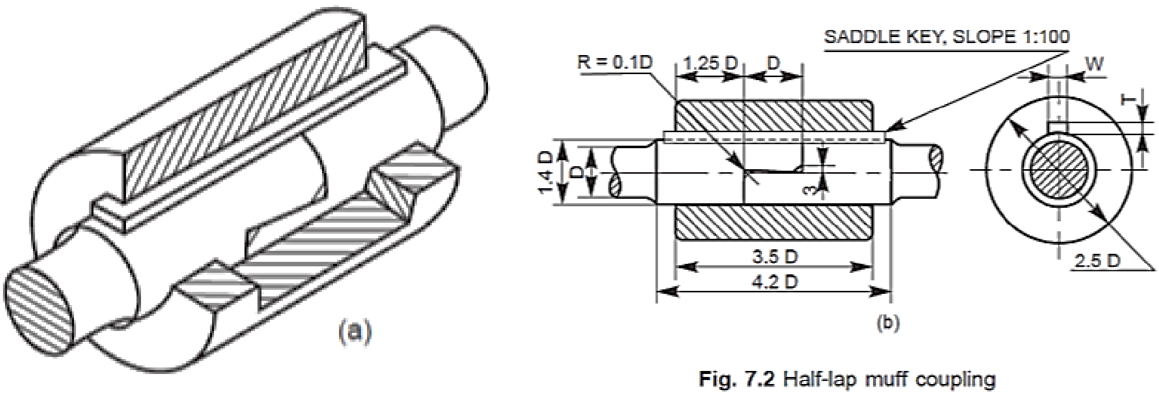


Fig. 7.2 Half-lap muff coupling

១១.១.១.៣ Split-muff Coupling

នៅក្នុងនេះ muff ត្រូវបានបំបែកជាពីរពាក់កណ្តាលនិងត្រូវបាន recessed ។ ប៊ូឡុង និងគ្រាប់មួយចំនួនត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីភ្ជាប់ផ្នែកពាក់កណ្តាលនិងផ្នែកដែលបានផ្តល់ឱ្យអាចសម្រួលដល់ក្បាលនិងគ្រាប់។ សម្រាប់ការធ្វើការភ្ជាប់នោះ គ្រាប់ចុចលិចត្រូវបានដាក់ជាដំបូងនៅក្នុងទីតាំងបន្ទាប់មកផ្នែកពាក់កណ្តាលត្រូវបានភ្ជាប់ដោយ bolts និងគ្រាប់ (រូបភាព 7.3) ។ ប្រភេទនៃការភ្ជាប់នេះត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការងារកាតព្វកិច្ចធ្ងន់ចាប់តាំងពីទាំងក្តាប់គន្លឹះ និងកកិតបញ្ជូនថាមពល (កម្លាំងបង្វិលជុំ)។

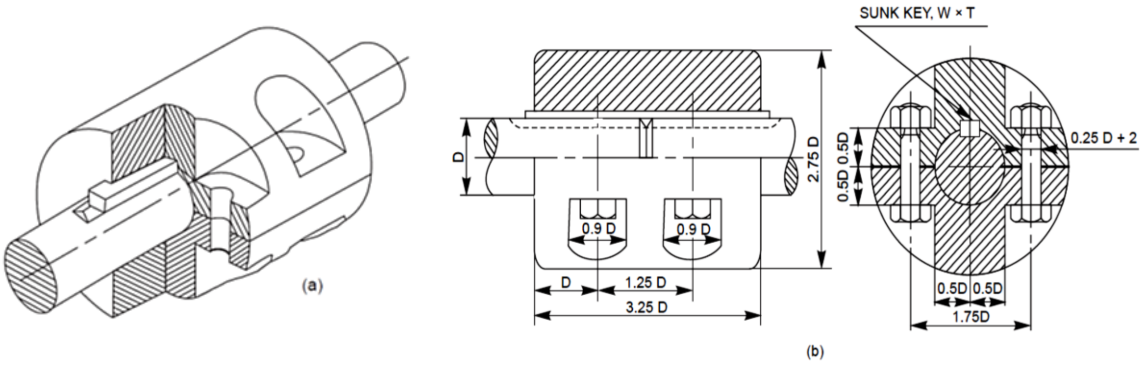
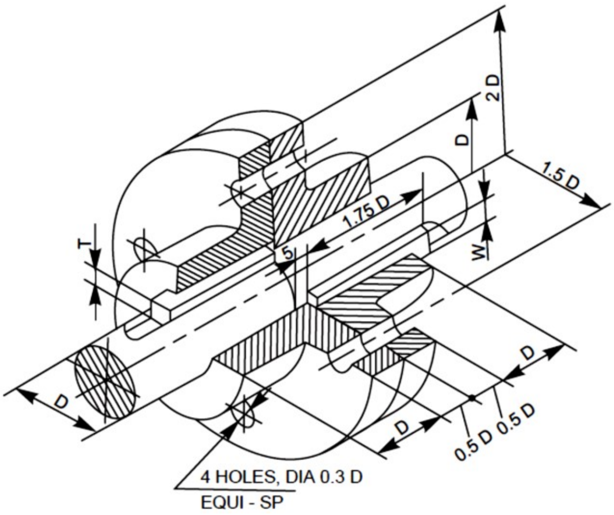


Fig. 7.3 Split-muff coupling

១១.១.២. តំណភ្ជាប់ Flanged Couplings

ទាំងនេះគឺជាទម្រង់ស្តង់ដារនៃ couplings ដែលត្រូវបានប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយបំផុត។ នៅក្នុង flanges coupling, flanges ត្រូវបានបំពាក់ឬផ្តល់ឱ្យនៅខាងចុងនៃអ័ក្ស។ Flanges ត្រូវបានភ្ជាប់ជាមួយគ្នាដោយមធ្យោបាយនៃចំនួននៃ bolts និងគ្រាប់មួយ។ ចំនួននិងទំហំនៃ bolts អាស្រ័យលើថាមពលដែលត្រូវបញ្ជូនហើយហេតុដូច្នេះហើយបានជាអង្កត់ផ្ចិតអ័ក្ស។



១១.១.២.១ Flanged Coupling with Detachable Flanges

នៅក្នុងនេះ flangesពីរត្រូវបានស្នៀត ដែលមួយនៅខាងចុងនៃ flangesនីមួយៗ ដោយ sunk keys (រូបភាព 7.4)។ ដើម្បីធានាបាននូវការតម្រឹមត្រឹមត្រូវ ការធ្វើចំណោលកែងអាចត្រូវបានផ្តល់ជូននៅលើតែមួយ។ សមនឹងចូលទៅក្នុងការសម្រាកដែលត្រូវគ្នានៅក្នុងផ្សេងទៀត។ នៅក្នុងការរចនាដែលបង្ហាញក្នុងរូបក្បាល និងគ្រាប់ត្រូវបានលាតត្រដាង និងទទួលខុសត្រូវចំពោះមូលហេតុរបួសដល់កម្មករ។ ដូច្នេះ ក្នុងនាមជាការការពារ ក្បាលគ្រាប់ និងគ្រាប់អាចត្រូវបានគ្របដោយផ្តល់ការព្យាករ annular នៅលើ flange នីមួយៗ។ Coupling flanged ដោយប្រើflangesទាំងនេះគឺហៅថាការភ្ជាប់flange ដែលត្រូវបានការពារ (រូបភាព 7.5) ។

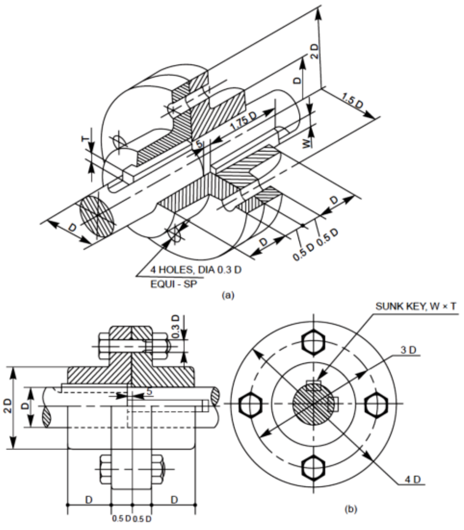


Fig. 7.4 Flanged coupling

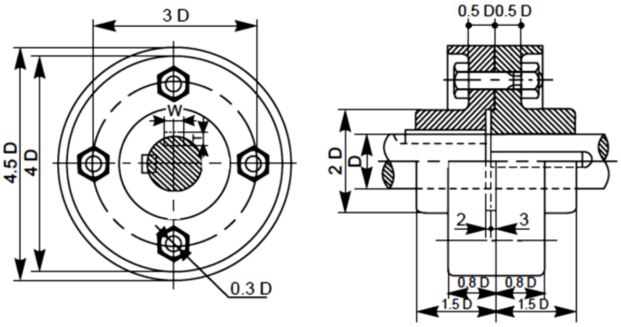


Fig. 7.5 Protected flanged coupling

១១.១.២.២ Solid Flanged Coupling

Couplings សម្រាប់កាប៉ាល់ចំបាំងក្នុងសមុទ្រ ឬរថយន្ត ទាមទារកម្លាំងនិងភាពជឿជាក់កាន់តែច្រើន។ សម្រាប់កម្មវិធីទាំងនេះ flanges ត្រូវបានបង្កើតជាអាំងតេក្រាលជាមួយ shafts។ គែមត្រូវបានភ្ជាប់គ្នារួមគ្នាដោយប្រើប៊ូឡុងគ្មានក្បាលមួយចំនួន (រូបភាព 7.6) ។

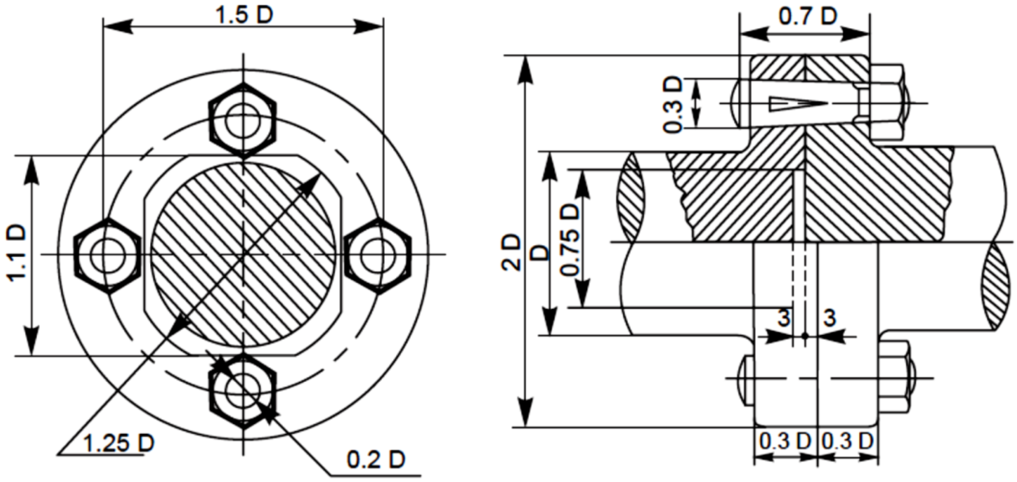


Fig. 7.6 Solid flanged coupling

១១.២ តំណភ្ជាប់រលាស់

ការតម្រឹមដ៏ល្អឥតខ្ចោះនៃ shafts ពីរគឺមិនអាចទៅរួចទេដើម្បីសម្រេចបាននិងការលំបាកក្នុងការថែរក្សាដោយសារតែការពាក់ទ្រនាប់ដែលជៀសមិនរួច និងហេតុផលផ្សេងទៀត។ ដើម្បីជម្នះបញ្ហាការភ្ជាប់រលាស់បានគឺបានធ្វើឱ្យវាដំណើរការ។ ទាំងនេះអនុញ្ញាតឱ្យបង្វិលទាក់ទង ឬបំរែបំរួលក្នុងការតម្រឹមអ័ក្សអ័ក្សខាងក្នុងដែនកំណត់ជាក់លាក់។ ខាងក្រោមនេះគឺជាប្រភេទនៃ couplings អាចភ្ជាប់រលាស់បាន៖

១១.២.១. តំណភ្ជាប់ Bushed Pin Type Flanged Coupling

វាគឺជាកំណែដែលបានកែប្រែសម្រាប់ការពារcoupling។ នៅក្នុងករណីនេះ bolts ត្រូវបានជំនួសដោយម្ជុលbushed។ ចុងតូចជាងនៃម្ជុលត្រូវបានភ្ជាប់យ៉ាងតឹងរ៉ឹងដោយគ្រាប់ទៅនឹងគែមម្ខាង ខណៈពេលដែលចុងដែលពង្រីកត្រូវបានគ្របដណ្តប់ដោយសម្ភារៈដែលអាចបត់បែនបាន ដូចជាស្បែក ឬជ័រកៅស៊ូflange (រូបភាព 7.7)។ ឧបករណ៍ផ្ទុកដែលអាចបត់បែនបានថែរក្សាការតម្រឹមខុសប្រសិនបើមាន ហើយដើរតួជាការឆក់ឧបករណ៍ស្រូបយក។ couplings ទាំងនេះត្រូវបានប្រើដើម្បីភ្ជាប់ prime mover ឬម៉ូទ័រអេឡិចត្រិច និងស្នប់បូម។

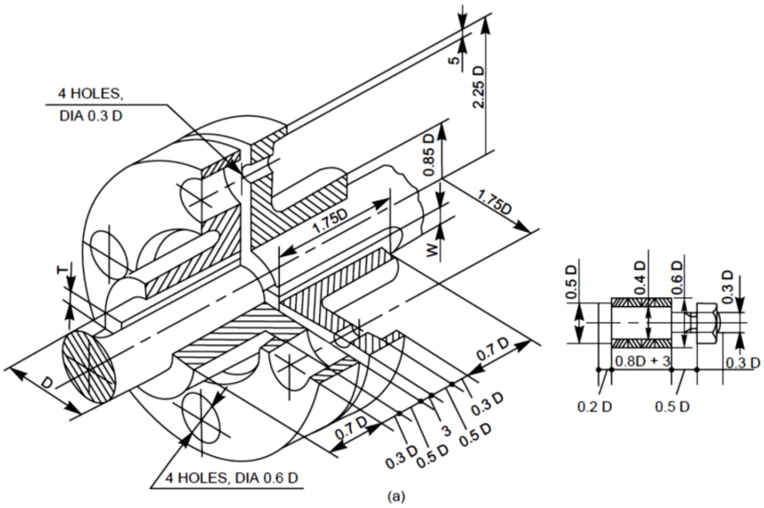


Fig. 7.7 Bushed pin type flanged coupling (*Contd.*)

១១.២.២. តំណភ្ជាប់ Compression Coupling

តំណភ្ជាប់នេះមាន compressible steel sleeve ដែលអាចបង្ហាប់បានដែលសមនឹងចុងកំណាត់ដែលត្រូវភ្ជាប់។ Sleeve ត្រូវគ្នាទៅនឹងអង្កត់ផ្ចិតនៃអ័ក្ស ហើយផ្ទៃខាងក្រៅរបស់វាមានរាងសាជីទ្វេ។ Sleeve មានកាត់មួយកាត់តាមបណ្តោយ និងកាត់ប្រាំផ្សេងទៀត មានគម្លាតស្មើគ្នា ប៉ុន្តែកំពុងរត់ឆ្លាស់គ្នាពីចុងទល់មុខទៅប្រហែល 85% នៃប្រវែងរបស់វា; ធ្វើឱ្យវាអាចបត់បែនបានដោយរ៉ាឌីកាល់។ ប្រឡោះទាំងពីរដែលប្រើមានប្រហោងរាងសាជី ហើយត្រូវបានទាញទៅគ្នាទៅវិញទៅមកដោយមធ្យោបាយប៊ូឡុង និងគ្រាប់មួយចំនួន ធ្វើឱ្យ sleeve ត្រូវបានបង្ហាប់យ៉ាងរឹងមាំលើកំណាត់។ នៅទីនេះការកកិតរវាងអ័ក្ស និង sleeve ជួយដល់ការបញ្ជូនថាមពល ហើយប៊ូឡុងមិនទទួលយកអ្វីទាំងអស់ផ្ទុក។ ដោយសារតែវត្តមាននៃ sleeve ដែលអាចបត់បែនបាន ការភ្ជាប់គ្នាត្រូវយកចិត្តទុកដាក់ទាំងអ័ក្ស និងមុំការតម្រឹមខុសនៃអ័ក្ស (រូបភាព 7.8) ។

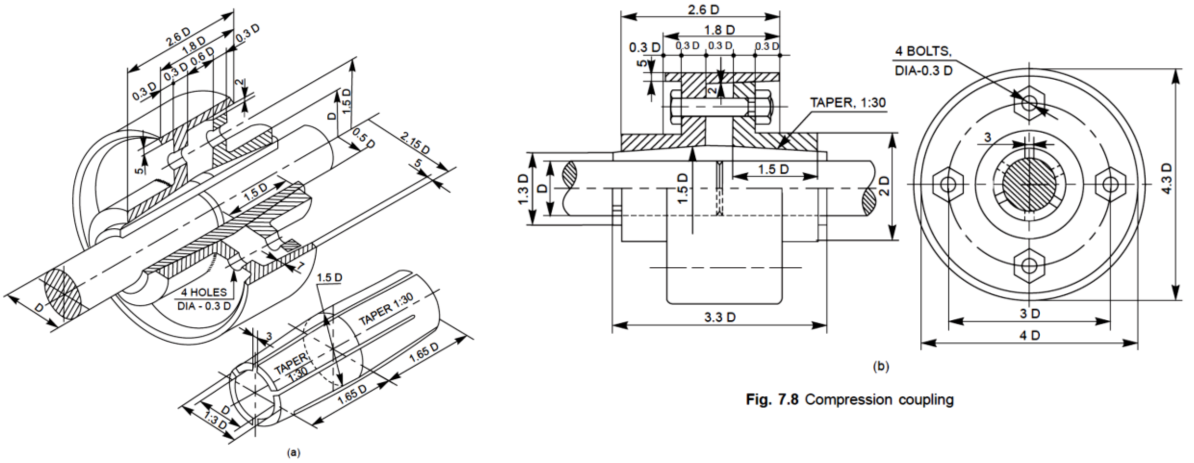


Fig. 7.8 Compression coupling

១១.៣ តំណភ្ជាប់ផ្ដាច់ចេញបាន

Disengaging couplings ត្រូវបានប្រើនៅពេលដែលការបញ្ជូនថាមពលពី shaft មួយទៅ shaft មួយទៀតគឺជាប់ៗគ្នា។ ជាមួយនេះ កំណាត់អាចត្រូវបានភ្ជាប់ពាក្យ ឬផ្ដាច់ចេញតាមតម្រូវការ និងសូម្បីតែកំឡុងពេលបង្វិល។ ការភ្ជាប់ទំនាក់ទំនងដែលមិនជាប់ពាក់ព័ន្ធជាទូទៅមានផ្នែកមួយដែលត្រូវបានជួសជុលយ៉ាងរឹងមាំទៅនឹងផ្នែកចង្កឹះលេខបើកបរនិងមួយទៀតត្រូវបានដំឡើងជាមួយនឹងការផ្គត់ផ្គង់សម្រាប់ការរអិលពីលើអ័ក្សជំរុញ។ផ្នែកដែលត្រូវបានដំឡើងនៅលើអ័ក្សជំរុញអាចត្រូវបានធ្វើឡើងដើម្បីរុញតាមធន្ទះដើម្បីភ្ជាប់ ឬផ្ដាច់ចេញពីអ័ក្សបើកបរបង្វិល។ ខាងក្រោមនេះគឺជាឧទាហរណ៍នៃការផ្ដាច់ចេញ។

១១.៣.១. តំណភ្ជាប់ Claw Coupling

នៅក្នុងនេះ ប្រឡោះនីមួយៗមានclawដូចគ្នាមួយចំនួន ដែលភ្ជាប់ទៅក្នុងផ្នែកដែលត្រូវគ្នា។ នៅក្នុង flangeនេះផ្នែកខាងមុខមួយ ត្រូវបានបំពាក់យ៉ាងរឹងមាំទៅនឹងអ័ក្ស បើកបរដោយមធ្យោបាយនៃ sunk key ។ មួយទៀតត្រូវបានដាក់នៅលើអ័ក្សរុញដោយគ្រាប់ចុចរោមពីរ ដើម្បីឱ្យវាអាចរុញបានដោយសេរីនៅលើវា។ ប្រឡោះរអិលមានចង្អូរនៅលើមេ ដែលផ្នែកចុងនៃដងថ្លឹងសម។ តាមរយៈការដំណើរការដងថ្លឹង ផ្ទៃរអិលអាចត្រូវបានផ្លាស់ទី ដើម្បីភ្ជាប់ជាមួយ ឬផ្ដាច់ចេញពីផ្ទៃខាងមុខថេរ (រូបភាព 7.9)។ ប្រភេទនៃការភ្ជាប់នេះជាទូទៅត្រូវបានប្រើនៅលើអ័ក្សល្បឿនយឺត។

១១.៣.២. តំណភ្ជាប់ Cone Coupling

នៅក្នុងតំណភ្ជាប់នេះ អ័ក្សពីរអាចត្រូវបានភ្ជាប់ជាមួយគ្នាដោយមធ្យោបាយនៃគែមពីរជាមួយនឹងផ្ទៃរាងសាជី (នៅលើខាងក្នុងនៃមួយនិងនៅខាងក្រៅនៃផ្សេងទៀត) ដោយការកកិត។ នៅទីនេះផងដែរ គែមមួយគឺបំពាក់យ៉ាងរឹងមាំទៅនឹងអ័ក្សបើកបរដោយប្រើ taper sunk key ចំណែកឯការសូក

បញ្ចូលផ្សេងទៀតដោយ feather key ដែលបំពាក់ទៅនឹងអ័ក្សដែលបានជំរុញ។ បន្ទះអិលអាចត្រូវបានផ្លាស់ទីដោយ forked lever សូកចូលទៅក្នុងចង្អូរដែលបានផ្តល់នៅលើវា។ (រូបភាព 7.10) ។

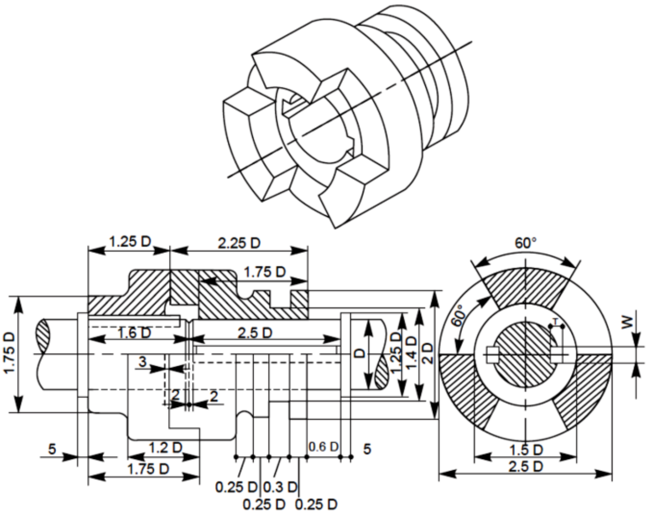


Fig. 7.9 Claw coupling

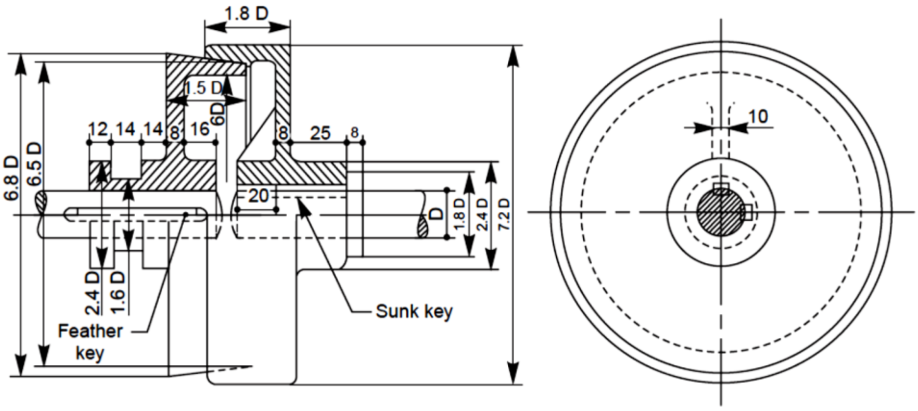


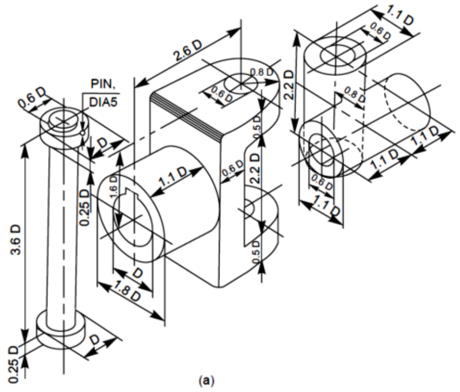
Fig. 7.10 Cone coupling

១១.៤ តំណភ្ជាប់មិនត្រង់

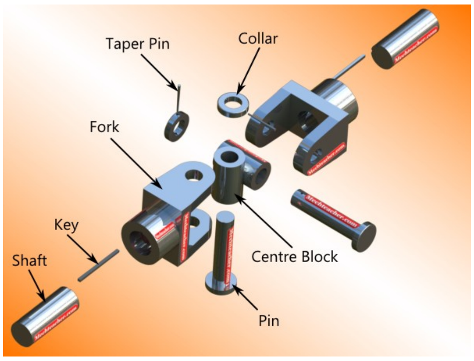
ឧបករណ៍ភ្ជាប់មិនត្រង់(non-aligned couplings) បានប្រើដើម្បីបញ្ជូនថាមពលរវាងអ័ក្សពីរដែលមិនមែនជា coaxial ។ខាងក្រោមនេះគឺជាឧទាហរណ៍នៃការភ្ជាប់មិនត្រង់៖

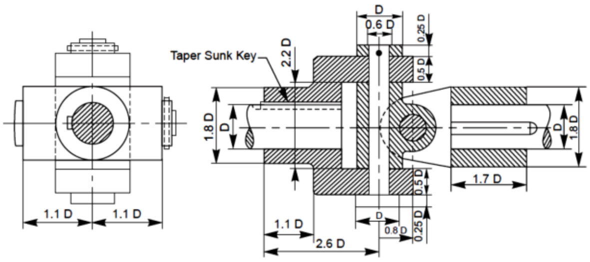
១១.៤.១. ការតភ្ជាប់ Universal Coupling

វាគឺជាការភ្ជាប់រឹងត្អឹងដែលភ្ជាប់អ័ក្សពីរដែលអ័ក្សប្រសព្វគ្នា។ វាមាន fork ចំនួនពីរដែលត្រូវបានដាក់ស្នៀតទៅនឹងអ័ក្ស។ Fork ពីរត្រូវបានភ្ជាប់ជាមួយប្លុកកណ្តាលមានដៃពីរនៅមុំខាងស្តាំទៅគ្នាទៅវិញទៅមកក្នុងទម្រង់ប្រសព្វគ្នា (រូបភាព 7.11)។ មុំរវាងអ័ក្សអាចមានភាពខុសប្លែកគ្នាសូម្បីតែនៅពេលអ័ក្សកំពុងបង្វិលក៏ដោយ។



(a)





(b)

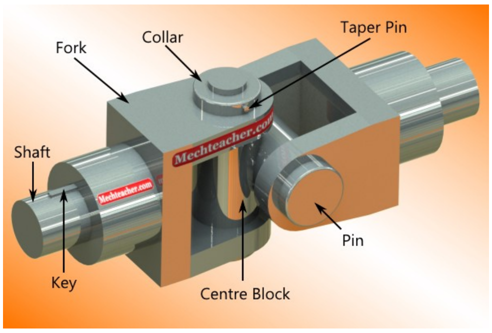


Fig. 7.11 Universal coupling

១១.៤.២. តំណភ្ជាប់ Oldham Coupling

វាត្រូវបានប្រើដើម្បីភ្ជាប់អ័ក្សស្របពីរដែលអ័ក្សនៅចម្ងាយឆ្ងាយពីគ្នា។ គែមពីរ ដែលនីមួយៗមានរន្ធរាងចតុកោណ ត្រូវបានដាក់ស្នៀតមួយនៅលើអ័ក្សនីមួយៗ។ គែមទាំងពីរត្រូវបានដាក់ដូចនេះ រន្ធនៅក្នុងមួយគឺនៅមុំខាងស្តាំទៅរន្ធដោតមួយទៀត។ ដើម្បីបង្កើតការភ្ជាប់គ្នា ឌីសរាងជារង្វង់ដែលមានចំណោលកែងរាងចតុកោណកែងពីរនៅសងខាង ហើយនៅមុំខាងស្តាំទៅគ្នាទៅវិញទៅមកត្រូវបានដាក់នៅចន្លោះប្រហោងទាំងពីរ។ ក្នុងអំឡុងពេលចលនា, ឌីសកណ្តាល ខណៈពេលកំពុងបង្វិលរុញ

នៅក្នុងរន្ធនៃគែម។ ការបញ្ជូនថាមពលកើតឡើងនៅចន្លោះshafts ដោយសារតែការតភ្ជាប់រវាង flanges និងឌីសកណ្ដាល (រូបភាព 7.12)។

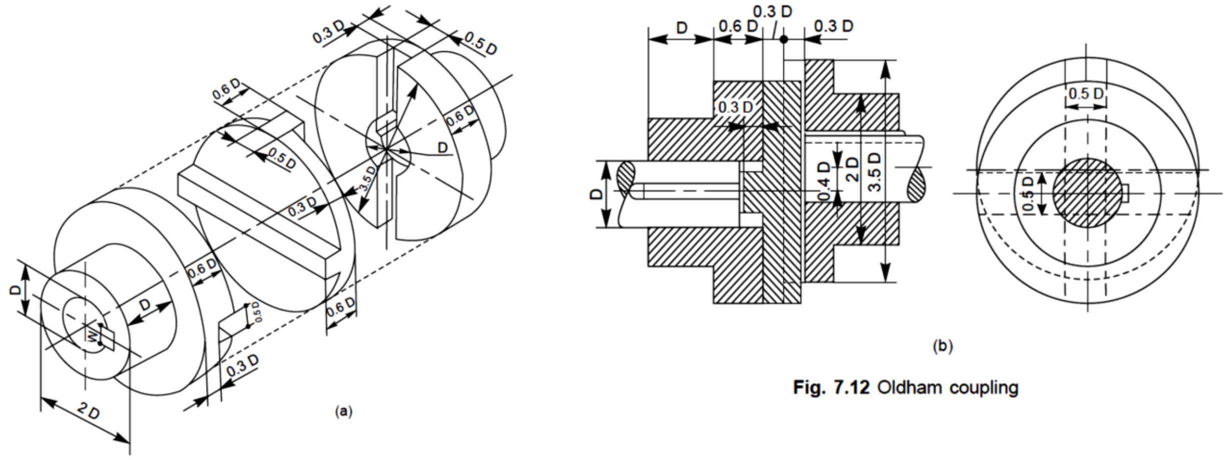
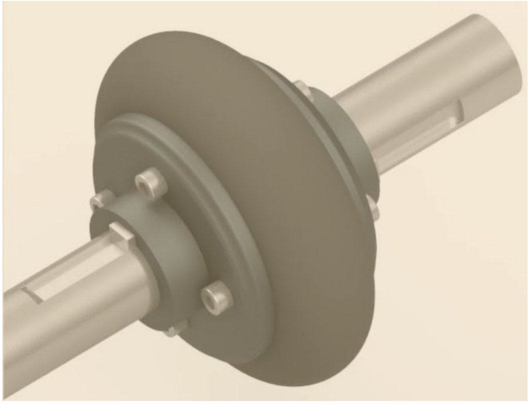


Fig. 7.12 Oldham coupling

១១.៤.៣. តំណភ្ជាប់ Cushion Coupling

ការភ្ជាប់ Cushion Coupling បានដែលប្រើជាទូទៅបំផុតនាពេលបច្ចុប្បន្ននេះគឺការភ្ជាប់ខ្នើយ។ ការប្រើ H.Pការវាយតម្លៃនៃការភ្ជាប់ទាំងនេះសម្រាប់ល្បឿនផ្សេងៗ ចន្លោះពី 0.2 ដល់ 450។ សំបកកង់នៃ coupling ត្រូវបានធ្វើពីកៅស៊ូធម្មជាតិនិងសំយោគ, impregnated ជាមួយផ្ទាំងក្រណាត់ឬ rayon ។ ដុំផ្ចាក់ត្រូវបានធ្វើពីដែក C I ឬដែក (រូបភាព 7.13)។



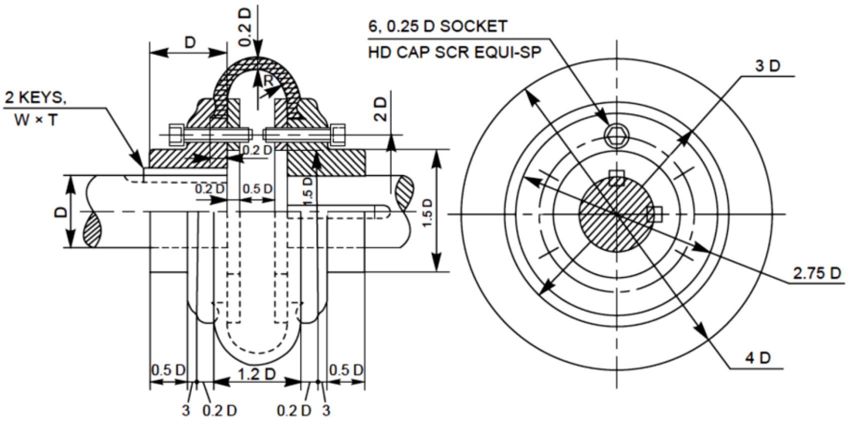


Fig. 7.13 Cushion coupling

ជំពូកទី១២៖ តំណភ្ជាប់ទុយោ

សេចក្តីផ្តើម

❖ បំពង់ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់ដឹកវត្ថុរាវ ដូចជា ទឹក ចំហាយ ឧស្ម័ន ប្រេង ជាដើម ពីកន្លែងមួយទៅកន្លែងមួយទៀត។

❖ ដោយសារបំពង់ត្រូវបានផលិតក្នុងប្រវែងស្តង់ដារ ប្រវែងបំពង់ដែលចង់បានអាចទទួលបានដោយការភ្ជាប់ពួកវា។

❖ ប្រភេទនៃសន្លាក់ដែលប្រើអាស្រ័យលើ៖

- សម្ភារៈនៃបំពង់
- គោលបំណងដែលវាប្រើប្រាស់។

❖ បំពង់ធ្វើពីដែកវណ្ណះ ដែក ដែក លង្ហិន ឬស្ពាន់។

❖ ការជ្រើសរើសសម្ភារៈគឺផ្អែកលើលក្ខណៈនៃវត្ថុរាវដែលត្រូវបញ្ជូន សម្ពាធ សីតុណ្ហភាព លក្ខណៈគីមី...។

❖ សព្វថ្ងៃនេះបំពង់ PVC ត្រូវបានប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយជាមួយនឹងភាពងាយស្រួលសម្រាប់គោលបំណងផ្សេងៗ។

❖ នៅក្នុងការអនុវត្តជាក់ស្តែង ទំហំបំពង់មួយត្រូវបានកំណត់ដោយអង្កត់ផ្ចិតខាងក្នុងរបស់វា ដែលហៅថា អង្កត់ផ្ចិតបន្ទាប់បន្សំ។

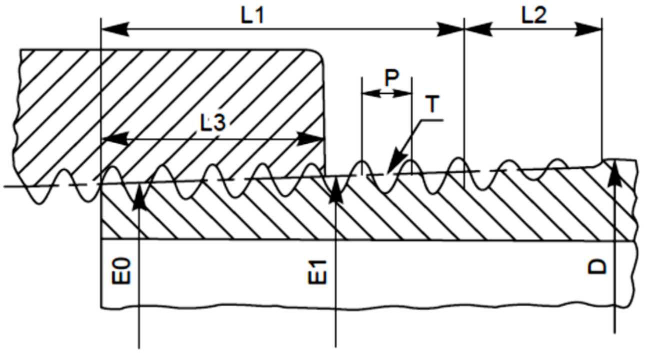


Fig. 8.1 Standard pipe threads

រូបភាពទី 8.1 បង្ហាញព័ត៌មានលម្អិតនៃខ្សែស្រឡាយបំពង់ស្តង់ដារ

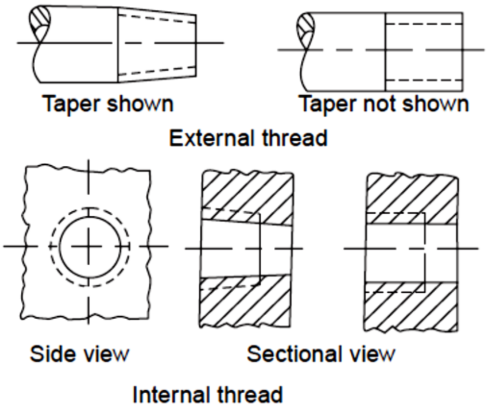


Fig. 8.2 Conventional representation of pipe threads

រូបភាពទី 8.2 តំណាងធម្មតានៃខ្សែស្រឡាយបំពង់។

១២.១ តំណភ្ជាប់ទុយោចំហាយទឹក

- ❖ សន្លាក់ទាំងនេះត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់បំពង់ដែលផ្ទុកសារជាតុពាវក្រោម៖
  - សីតុណ្ហភាពខ្ពស់។
  - សម្ពាធខ្ពស់។
- ❖ ដោយផ្អែកលើសម្ភារៈបំពង់ ទាំងនេះត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ជា៖
  - បំពង់ដែក Cast iron pipes
  - បំពង់ស្ពាន់ Copper pipes
  - បំពង់ដែក Steel pipes ។ល។

១២.១.១ តំណភ្ជាប់ទុយោដែកស្វិត (Joints for Cast Iron Pipes)

- ❖ បំពង់ដែកត្រូវបានផលិតដោយប្រឡោះ អាំងតេក្រាលជាមួយនឹងចុងបំពង់។
- ❖ ដើម្បីធានាបាននូវការតម្រឹម និងកន្លែងអង្គុយ ផ្ទៃខាងមុខត្រូវបានម៉ាស៊ីន។
- ❖ ដើម្បីធ្វើឱ្យខ្យល់រួមគ្នាតឹង ឌីសស្តើងនៃសម្ភារៈវេចខ្ចប់ ដូចជាកៅស៊ូ ឬស្បែក ត្រូវបានដាក់នៅចន្លោះគែម ហើយត្រូវបានភ្ជាប់គ្នាដោយ ប៊ូឡុង និងគ្រាប់មួយចំនួន (រូបភាព 8.3a) ។
- ❖ ប្រសិនបើកម្លាំងខ្លាំងជាងមុនត្រូវបានទាមទារសម្រាប់កាតព្វកិច្ចសម្ពាធខ្ពស់ កម្រាស់នៃបំពង់អាចត្រូវបានកើនឡើងបន្តិចនៅជិត flange (រូបភាព 8.3b) ។

❖ សម្រាប់បំពង់ដែលមានអង្កត់ផ្ចិតធំ នៅក្រោមសម្ពាធខ្ពស់ ប្រឡេះត្រូវបានពង្រឹងដោយមធ្យោបាយនៃការដាក់ឆ្អឹងជំនីរ។ (រូបភាព 8.3c) ។

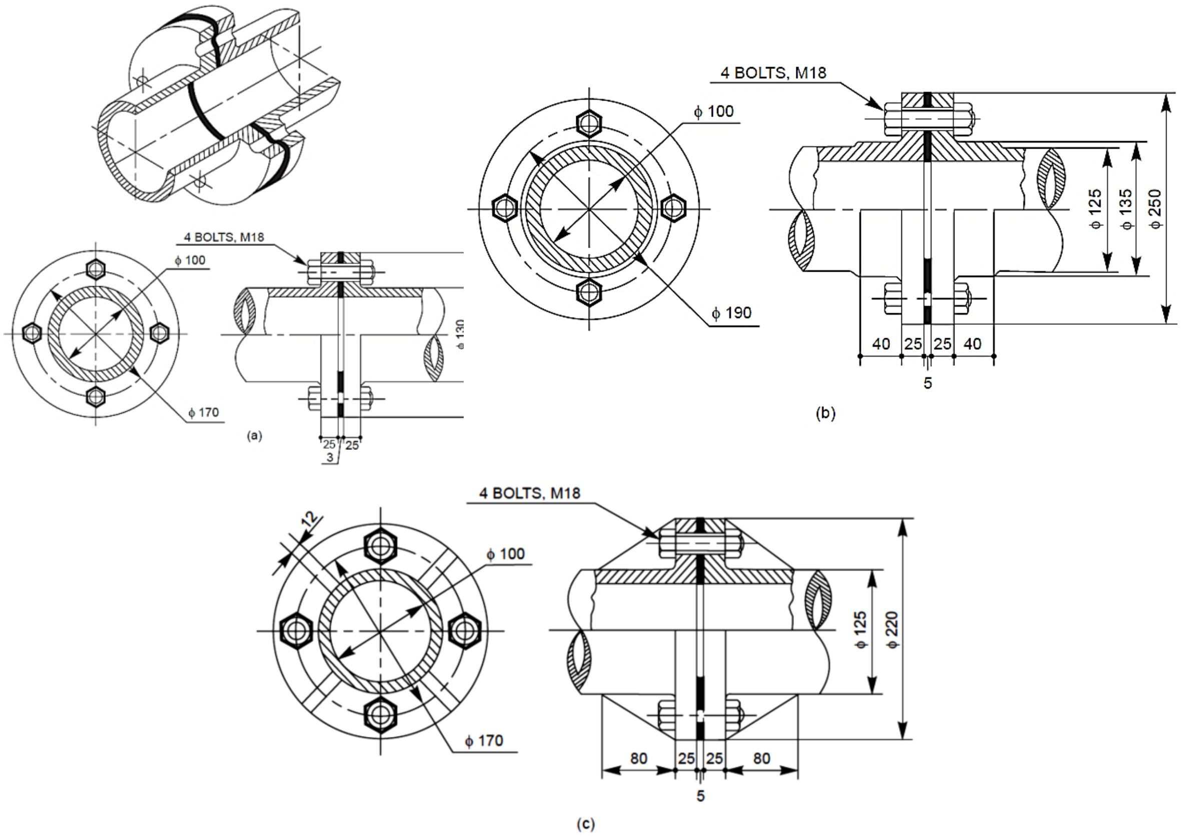


Fig. 8.3 Cast iron pipe joints

១២.១.២ តំណភ្ជាប់ទុយោស្ពាន់ (Joints for Copper Pipes)

❖ បំពង់ស្ពាន់ជាធម្មតាត្រូវបានទាញរឹង។

❖ ប្រឡេះដោយឡែកពីគ្នា។

– Gunmetal សម្រាប់បំពង់តូចជាង
– ដែកឬដែកសម្រាប់បំពង់ធំ

❖ ការភ្ជាប់គឺធ្វើបានដោយមធ្យោយបាយ និងគ្រាប់ជាច្រើន (រូប 8.4a & b) ។

❖ ប្រើជាបំពង់ចំណី និងបង្ហូរនៅក្នុងម៉ាស៊ីនចំហាយទឹក ជាបំពង់ស្ទីមនៅក្នុងម៉ាស៊ីនសមុទ្រ និងសម្រាប់ទូរទឹកកកផងដែរ។

❖ រូបភាពទី 8.4c បង្ហាញពីសន្លាក់ ជាមួយនឹងការពង្រឹងគែមដោយការផ្តល់នូវចំណុចទាញ ដែលធានាបាននូវការទប់បំពង់បានល្អប្រសើរ។

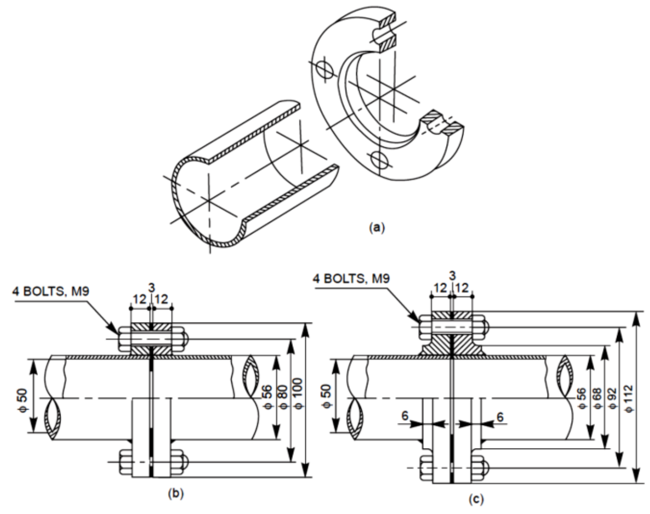


Fig. 8.4 Copper pipe joints

១២.១.៣. តំណភ្ជាប់ទុយោដែកពត់និងទុយោដែកថែប (Joints for Wrought Iron and Steel Pipes)

- ❖ នៅក្នុងទម្រង់សាមញ្ញបំផុតនៃសន្លាក់ ដូចដែលបានបង្ហាញក្នុងរូបភាព 8.5a គែមត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅចុងបញ្ចប់នៃបំពង់នីមួយៗ ដែលត្រូវបានតោងដោយមធ្យោបាយនៃប៊ូឡុង និង គ្រាប់។
- ❖ សន្លាក់នេះស្រដៀងទៅនឹងសន្លាក់ដែកវណ្ណះ។
- ❖ នៅក្នុងទម្រង់ផ្សេងទៀតនៃសន្លាក់ ប្រឡោះដែលធ្វើពីដែកវណ្ណះ ឬដែកវណ្ណះត្រូវបានវីសទៅលើចុងដែក ឬបំពង់ដែកដែលទាញរឹង។ ប្រឡោះត្រូវបានភ្ជាប់ដោយមធ្យោបាយនៃប៊ូឡុងនិង គ្រាប់ (រូបភាព 8.5b) ។
- ❖ បំពង់ដែកធ្វើពីដែកត្រូវបានផលិតក្នុងទំហំតូចជាង ដែលជាធម្មតាត្រូវបាន galvanized ទាំងអស់។
- ❖ បំពង់ដែកទាញរឹងមានកម្លាំងខ្លាំងជាង ហើយប្រើសម្រាប់ដឹកវត្ថុរាវក្រោមសម្ពាធខ្ពស់។

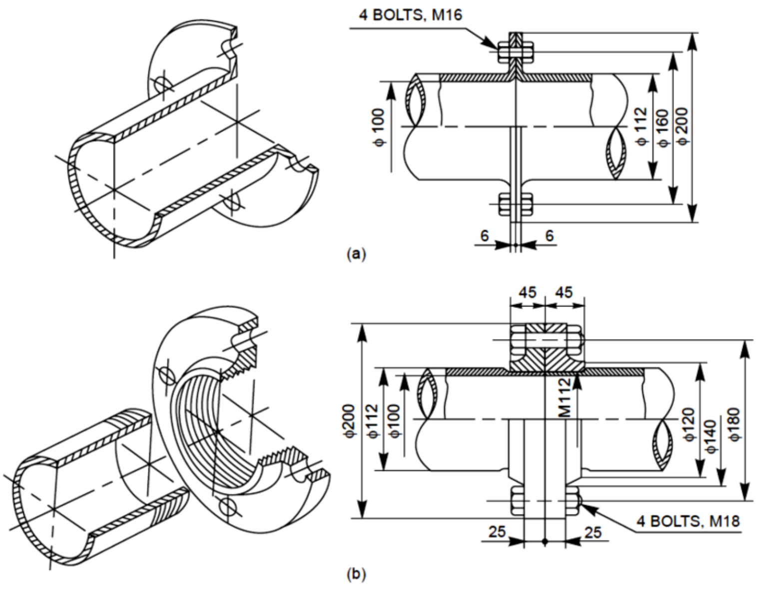


Fig. 8.5 Wrought iron and steel pipe joints

១២.២ តំណភ្ជាប់ទុយោអ៊ីដ្រូលិក

❖ បំពង់ជាពាសាស្ត្រប្រើសម្រាប់ដឹកវត្ថុរាវ ដូចជា ទឹក ប្រេង ទឹកស្អុយ ជាដើម ក្រោមសម្ពាធ ប៉ុន្តែនៅ សីតុណ្ហភាពធម្មតា។

❖ អាស្រ័យលើគោលបំណង បំពង់ទាំងនេះអាចដាក់ពីលើដី ឬពីក្រោមវា។

១២.២.១ តំណភ្ជាប់ Socket and Spigot Joint

❖ សន្លាក់ប្រភេទនេះប្រើសម្រាប់បំពង់បង្ហូរក្រោមដីដែលមានអង្កត់ផ្ចិតធំ។

❖ នៅក្នុងនេះ ចុងម្ខាងនៃបំពង់មួយត្រូវបានបង្កើតជារន្ធមួយ ហើយចុងម្ខាងទៀតចូលទៅក្នុង spigot ។

❖ បន្ទាប់ពីដក់ចុងស្តែចូលទៅក្នុងរន្ធ ចន្លោះរវាងពួកវាត្រូវបានបំពេញដោយផ្នែកដោយខ្សែព្យួរ (ខ្នុរ ឬ ខ្សែព្យួរ) ហើយនៅសល់ដោយសំណដែលរលាយ (រូបភាព 8.6) ។

❖ ដោយសារលក្ខណៈអាចបត់បែនបាននៃសន្លាក់ វាសម្របខ្លួនទៅនឹងការផ្លាស់ប្តូរតិចតួចនៃកម្រិតដោយសារតែការតាំងលំនៅនៃផែនដី។

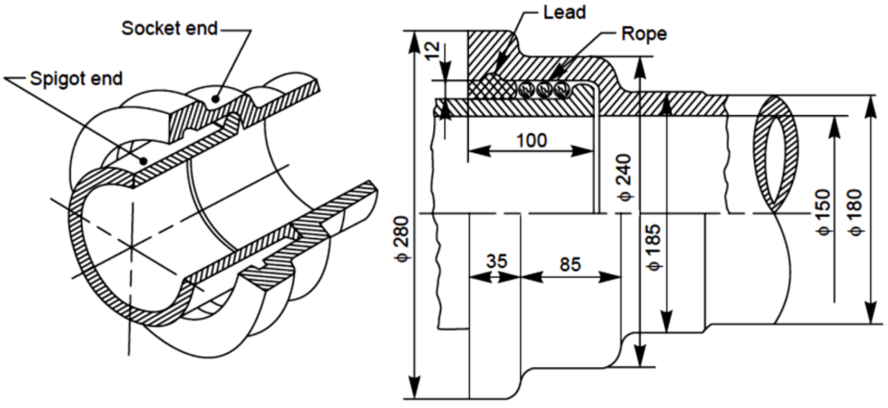


Fig. 8.6 Socket and spigot joint

១២.២.២ តំណភ្ជាប់ Flanged Joint

- ❖ ប្រភេទនៃសន្លាក់ជាពសាស្រ្តនេះត្រូវបានគេប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយ ដែលវត្ថុរាវក្រោមសម្ពាធខ្ពស់ត្រូវបានបញ្ជូន។
- ❖ នៅក្នុងនេះ រាងពងក្រពើត្រូវបានចាក់បញ្ចូលជាមួយចុងបំពង់។
- ❖ ប្រឡោះត្រូវបានភ្ជាប់ជាមួយប៊ូឡុង និងគ្រាប់។
- ❖ សម្រាប់ការតំរឹមបំពង់អោយបានត្រឹមត្រូវ ពងបែក ឬការព្យាករមួយត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅចំកណ្តាលនៃប្រឡោះមួយ ហើយត្រូវបានបង្កើតឡើងដើម្បីឱ្យសមនៅក្នុងរន្ធដែលត្រូវគ្នា ឬរន្ធដែលផ្តល់អោយនៅផ្នែកម្ខាងទៀត។
- ❖ Gasket ធ្វើពីជ័រកៅស៊ូ ឬផ្ទាំងក្រណាត់ត្រូវបានបង្ហាប់នៅចន្លោះចុងស្លាយ និងរន្ធ (រូបភាព 8.7) ។

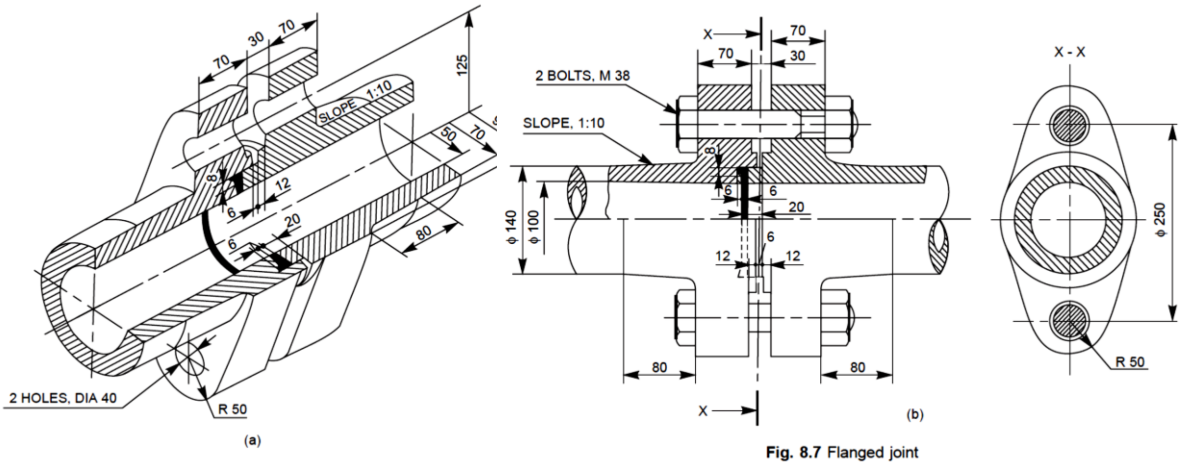


Fig. 8.7 Flanged joint

១២.៣ តំណភ្ជាប់ឧបយោពិសេស

- ❖ បន្ថែមពីលើប្រភេទផ្សេងៗនៃសន្លាក់ដែលបានពិភាក្សាខាងលើ មានសន្លាក់បំពង់មួយចំនួនដែលប្រើតែក្នុងករណីពិសេសប៉ុណ្ណោះ។

❖ សន្លាក់ពីរប្រភេទ៖

– Union joint

– Expansion joint

១២.៣.១ តំណភ្ជាប់ Union Joint

❖ នេះគឺជាសន្លាក់ពិសេសដែលប្រើលើបំពង់តូចៗ ដែលមិនអាចតភ្ជាប់ដោយប្រើឧបករណ៍ភ្ជាប់ នៅពេលដែលពួកវាត្រូវបានជួសជុលនៅក្នុងទីតាំង ឬនៅពេលដែលវាវែងពេកក្នុងការបង្វិល។

❖ ក្នុង Union joint ដែលបង្ហាញក្នុងរូប ៨.៨៖

– ប៊ូឡុង A ដែលមានទាំងខ្សែខាងក្រៅ និងខាងក្នុង ត្រូវបានវីសទៅលើចុងបំពង់មួយ។

– គ្រាប់ B មួយទៀតដែលមានជំហានលើអង្កត់ផ្ចិតខាងក្រៅរបស់វាត្រូវបានភ្ជាប់ទៅចុងបំពង់ផ្សេងទៀត។

– គ្រាប់ និងបំពង់ពីរត្រូវបានគូរជាមួយគ្នាដោយគ្រាប់ Coupler C ។

– ចិញ្ចៀនវេចខ្ចប់ដែលដាក់នៅចន្លោះចុងបំពង់ទាំងពីរ ធ្វើឱ្យខ្យល់រួមគ្នាតឹង។

❖ លក្ខណៈពិសេសនៃសន្លាក់នេះគឺវាជួយសម្រួលដល់ការបង្កើត និងបំបែកនៃសន្លាក់ដោយមិនរំខានដល់ប្លង់បំពង់។

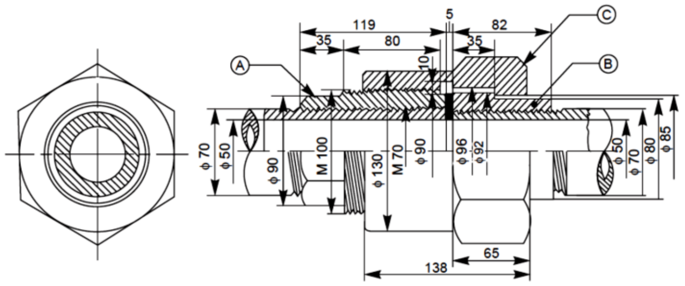


Fig. 8.8 Union joint

១២.៣.២ តំណភ្ជាប់ Expansion Joint

- បំពង់វែង ផ្ទុកចំហាយទឹក និងវត្ថុរាវក្តៅផ្សេងទៀត អាចឆ្លងកាត់ការពង្រីក និងកន្ត្រាក់តាមអ័ក្ស ដោយសារការប្រែប្រួលនៃសីតុណ្ហភាពអង្គធាតុរាវ។
- ការតោងស្ពាន់ (រូបភាព 8.9a) ឬរង្វិលជុំធ្វើពីបំពង់ស្ពាន់ (រូបភាព 8.9b) អាចត្រូវបានដាក់នៅចន្លោះបំពង់ពីរនៅចន្លោះពេលសមស្រប ដើម្បីដើរតួជាសន្លាក់ពង្រីក។

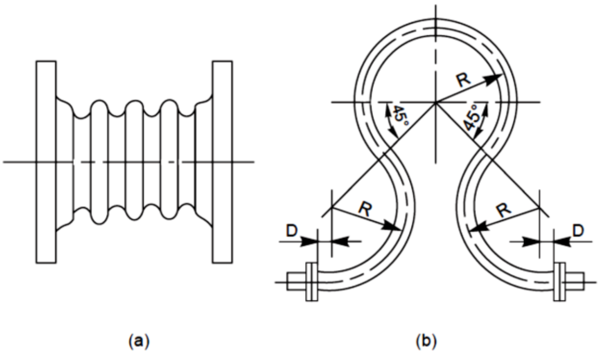


Fig. 8.9 (*a*)–Corrugated fitting, (*b*)–Loop

- ដើម្បីទទួលបានលទ្ធផលកាន់តែប្រសើរ ក្រពេញដែលមានប្រអប់ដាក់វត្ថុប្រើប្រាស់ត្រូវបានប្រើប្រាស់។ នៅក្នុងនេះ ដៃអាវ B អាចមានចលនាអ័ក្សសេរីនៅក្នុងប្រអប់ដាក់ A. បំពង់ដែលត្រូវភ្ជាប់ត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងដៃអាវ B និងប្រអប់ដាក់ A នៅចុងបញ្ចប់របស់វា តាមរយៈសន្លាក់ដែលជាប់។ ការលេចធ្លាយតាមរយៈសន្លាក់ត្រូវបានរារាំងដោយការវេចខ្ចប់អាបស្តូស D ដែលដាក់ក្នុងប្រអប់ និងបង្ហាប់ដោយក្រពេញ C ដោយសារគ្រាប់ E ត្រូវបានរឹតបន្តឹង។ គែមនៃដៃអាវ និងប្រអប់ដាក់សម្ភារៈត្រូវបានភ្ជាប់ដោយប៊ូឡុង F.
- នៅពេលដែលបំពង់ជួបប្រទះការពង្រីក ឬកន្ត្រាក់ ដៃអាវ ឬប្រអប់ដាក់ ឬទាំងពីរផ្លាស់ទីតាមអ័ក្ស។ គ្រាប់ដែលប្រើជាមួយប៊ូឡុង F អាចត្រូវបានកែតម្រូវដើម្បីអនុញ្ញាតឱ្យមានចលនាអ័ក្ស។

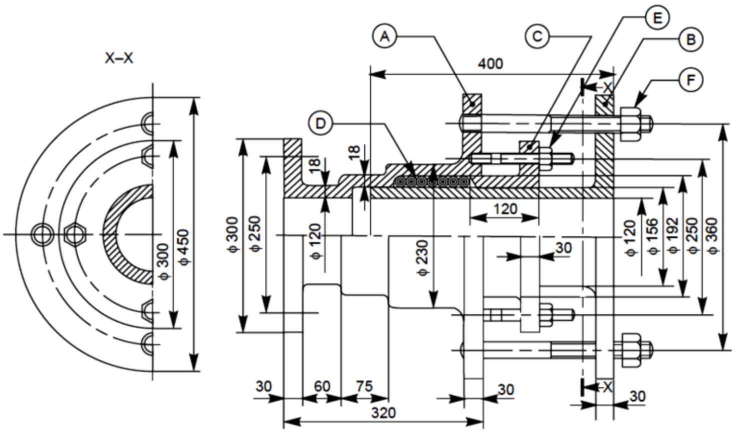


Fig. 8.10 Gland and stuffing box expansion joint

❖ នៅពេលដែលសន្លាក់ពង្រីកត្រូវបានប្រើនៅក្នុងខ្សែបំពង់ វាត្រូវបានណែនាំថាបំពង់មិនត្រូវបានតោងយ៉ាងតឹងរឹងទេ ប៉ុន្តែត្រូវបានព្យួរនៅលើ hangers ឬគាំទ្រនៅលើ rollers ។

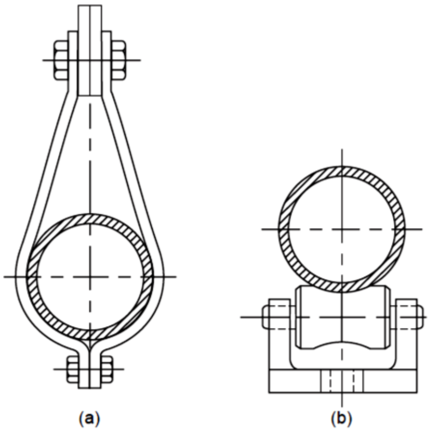


Fig. 8.11 Pipe supports (*a*)–Hanger, (*b*)–Roller

១២.៤ គ្រឿងតំណទុយោ

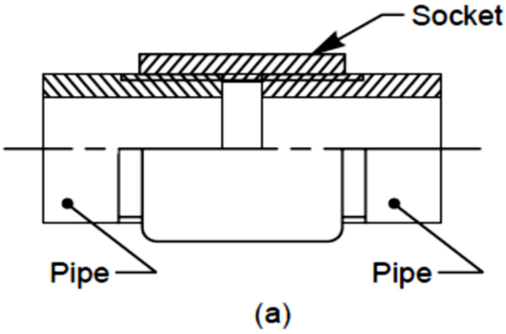
❖ បំពង់ទុយោ ដូចជា ពត់ កែង ជើង ឈើឆ្កាង ជាដើម ប្រើជាមួយដែក និងបំពង់ដែកដែលមានទំហំតូចជាង ដើម្បីអោយវាតភ្ជាប់ ឬកាត់ផ្តាច់នៅមុំខាងស្តាំ។

១២.៤.១. គ្រឿងតំណទុយោ GI (Galvanized Iron)

១២.៤.១.១ Coupler

❖ សម្រាប់ការបង្កើតប្រវែង ជាទូទៅ បំពង់ដែក និងដែកត្រូវបានភ្ជាប់គ្នាដោយរន្ធ ឬឧបករណ៍ភ្ជាប់។

❖ វាគឺជាបំពង់តូចមួយដែលមានខ្សែស្រឡាយខាងក្នុងពាសពេញ ប្រើសម្រាប់ភ្ជាប់បំពង់ដែលមានខ្សែស្រឡាយខាងក្រៅនៅចុងរបស់វា (រូបភាព 8.12a)។



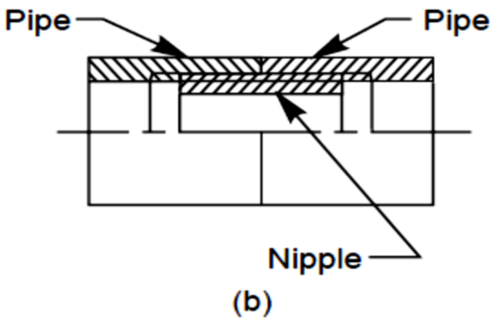
a – Socket joint

១២.៤.១.២ Nipple

❖ ក្បាល Nipple គឺជាបំពង់តូចមួយ ភ្ជាប់មកខាងក្រៅ។

❖ សម្រាប់ការបង្កើតប្រវែង ក្បាលNipple ត្រូវបានវីសនៅខាងក្នុងចុងនៃបំពង់ដែលមានខ្សែស្រឡាយ (រូបភាព 8.12b) ឬឧបករណ៍ភ្ជាប់បំពង់។

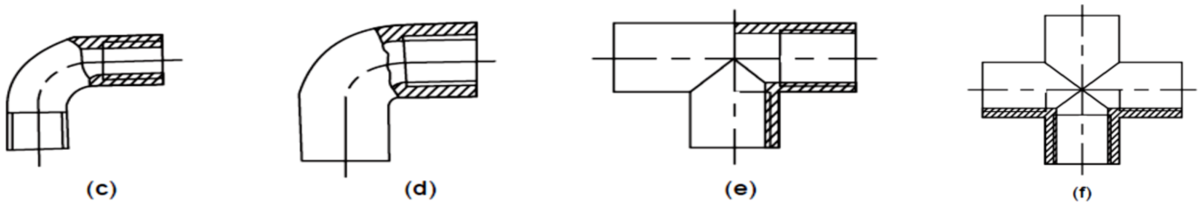
❖ ប្រភេទនៃសន្លាក់នេះបណ្ដាលឱ្យមានការរឹតត្បិតដល់ការឆ្លងកាត់សារធាតុរាវ។



b – Nipple joint

១២.៤.១.៣ Bends, Elbows, Tees and Crosses

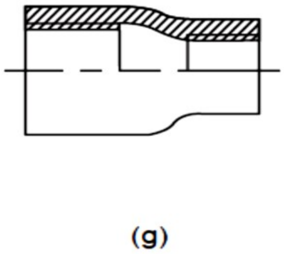
❖ ឧបករណ៍ភ្ជាប់ទាំងនេះត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីភ្ជាប់ ឬកាត់បំពង់នៅមុំខាងស្ដាំ (រូបភាព 8.12 c ដល់ f)។



c – Bend d – Elbow e – Tee f – Cross

១២.៤.១.៤ Reducing Socket

❖ ប្រើសម្រាប់ភ្ជាប់បំពង់ពីរដែលមានអង្កត់ផ្ចិតខុសៗគ្នា (រូបភាព 8.12g)។

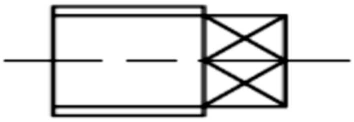


g – Reducing socket

១២.៤.១.៥ Plug

❖ គេប្រើសម្រាប់បិទចុងបំពង់ដែលមានសរសៃខាងក្នុង (រូបភាព 8.12h)។

❖ សម្រាប់គោលបំណងដូចគ្នា ឧបករណ៍ដោតដែលមានខ្សែស្រឡាយខាងក្នុងក៏អាចត្រូវបានប្រើ ដើម្បីបិទចុងបំពង់ជាមួយនឹងខ្សែស្រឡាយខាងក្រៅផងដែរ។



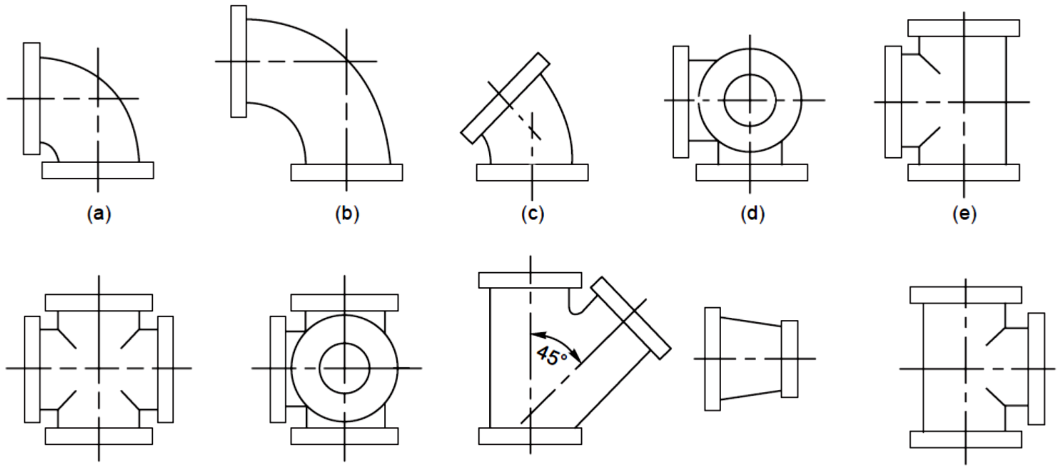
(h)

h – Plug

១២.៤.២. គ្រឿងតំណរទុយោ CI (Cast Iron)

❖ សម្រាប់បំពង់ដែក និងបំពង់ដែកដែលមានទំហំតូចរហូតដល់ទំហំ 2.5 អ៊ីង និងតិចជាងនេះ គ្រឿងបរិក្ខារត្រូវបានដេរភ្ជាប់។

❖ បំពង់ដែកខាសដែលមានអង្កត់ផ្ចិតធំជាងត្រូវបានផ្តល់ដោយប្រឡេះ (រូបភាព ៨.១៣) ។



(*a*) 90° Elbow (*b*) 90° long radius elbow (*c*) 45° Elbow (*d*) Side outlet 90° Elbow
(*e*) Tee (*f*) Cross (*g*) Side outlet tee (*h*) 45° Lateral (*i*) Reducer (*j*) Tee reducer

Fig. 8.13 CI pipe fittings

១២.៤.៣. ទុយោ PVC (Polyvinyl Chloride) និងគ្រឿងតំណ

❖ បំពង់ផ្លាស្ទិច និងបំពង់ទុយោដែលធ្វើពីប៉ូលីវីនីលក្លរ (PVC) ត្រូវបានប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយសម្រាប់ប្រើប្រាស់ក្នុងវិស័យកសិកម្ម ឧស្សាហកម្ម និងក្នុងស្រុក។

❖ បំពង់ទាំងនេះត្រូវបានផលិតក្នុងទំហំចាប់ពី 20 ម.ម ទៅ 315 ម.ម តាម IS 4985:81។

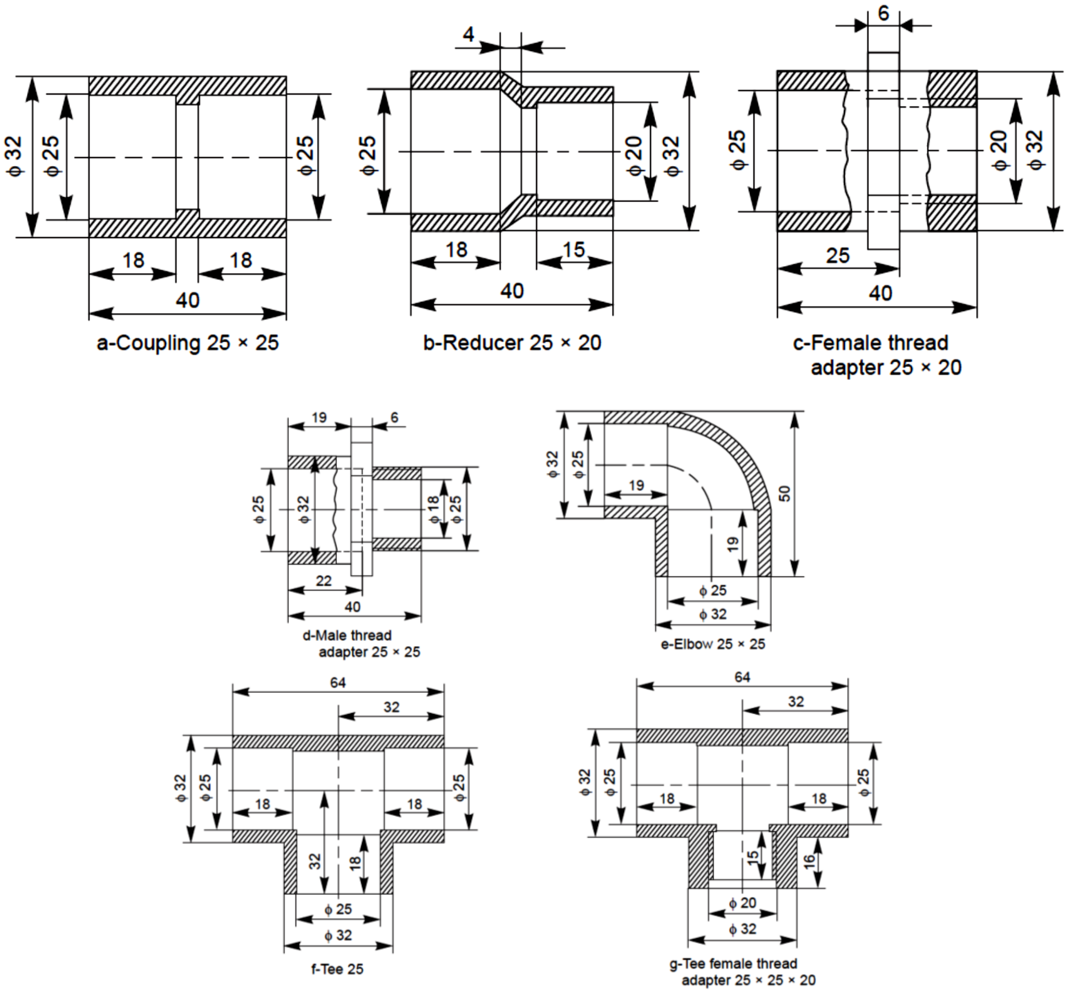


Fig. 8.14 PVC pipe fittings

១២.៤.៣.១. Salient Features

បំពង់ PVC មានលក្ខណៈពិសេសដូចខាងក្រោមៈ

1. បំពង់ស៊ីម៉ងត៍មានភាពរលូនជាងបើប្រៀបធៀបទៅនឹង CI, GI និងបំពង់ស៊ីម៉ងត៍ ដូច្នេះវាមានលក្ខណៈលំហូរប្រសើរជាងមុន។

2. គ្មានថ្នេរ រឹងមាំ និងធន់។

3. ទម្ងន់ស្រាល ផ្តល់នូវសេដ្ឋកិច្ចសរុបក្នុងការគ្រប់គ្រង ការដឹកជញ្ជូន និងការដំឡើង។

4. ធន់នឹងការ corrosion គីមី អេឡិចត្រូលីត និង galvanic ។

5. គ្មានក្លិន និងអនាម័យសម្រាប់ការដឹកជញ្ជូនទឹកដែលអាចប្រើប្រាស់បាន ព្រោះវាមិនទទួលរងការចម្លងរោគ។

6. ថែទាំដោយឥតគិតថ្លៃ។

7. PVC ប្រើប្រាស់បានយូរគឺគ្មានការចុះខ្សោយដោយសារការបង្កើតមាត្រដ្ឋាន ការច្រេះ អាកាសធាតុ និងសកម្មភាពគីមី ហេតុដូច្នេះហើយកាន់តែប្រើប្រាស់បានយូរសម្រាប់លក្ខខណ្ឌការងារដែលបានវាយតម្លៃ។

១២.៤.៣.២. លក្ខណៈបច្ចេកទេស Properties

លក្ខណៈសម្បត្តិខាងក្រោមត្រូវបានរំពឹងទុកពីបំពង់ដែលផលិតតាមលក្ខណៈបច្ចេកទេស BIS៖

1. ចរន្តកំដៅ៖ 4 × 10–4 cal/hr – cm/°C/cm^2

2. សហប្រសិទ្ធភាពនៃការពង្រីកលីនេអ៊ែរ៖ 5.0 ទៅ 6.0 × 10–5 mm/°C

3. ទំនាញជាក់លាក់៖ 1.41 ក្រាម/cm^3

4. កម្លាំង flexural និង compressive រួមបញ្ចូលគ្នា: 600 kg/cm^2

5. កម្លាំងប៉ះពាល់នៅ 20°C: 3 kg/cm^2

6. ធន់នឹងអគ្គីសនី: 1014 ohms សង់ទីម៉ែត្រ

7. ម៉ូឌុលនៃការបត់បែន: ប្រហែល 30,000 គីឡូក្រាម / សង់ទីម៉ែត្រការ៉េ

8. ចំណុចបន្ទន់ Vicat: 81°C ។

- វិមាត្រនៃបំពង់ PVC តាម IS 4985-1981 ត្រូវបានផ្តល់ឱ្យក្នុងតារាង 8.1 ។
  - វាអាចត្រូវបានគេកត់សម្គាល់ថាទំហំបំពង់បង្ហាញពីអង្កត់ផ្ចិតខាងក្រៅនៃបំពង់។
  - ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយទំហំនៃគ្រឿងបរិក្ខារបង្ហាញពីអង្កត់ផ្ចិតខាងក្នុង។
- វិមាត្រនៃបំពង់ PVC ដែលប្រើជាទូទៅត្រូវបានបង្ហាញក្នុងរូបភាព 8.14 សម្រាប់បំពង់ 25 មីលីម៉ែត្រ។
- ការពិពណ៌នាអំពីគ្រឿងបរិក្ខារ និងទិន្នន័យបច្ចេកទេសរបស់វាត្រូវបានផ្តល់ឱ្យក្នុងតារាង 8.2 ។

Table 8.1 Dimensions of PVC pipes All dimensions in millimetres

Wall thickness for working pressures										
Outside diameter	*Tolerance on outside diameter*	*Class 1 2.5 kgf/cm²*		*Class 2 4 kgf/cm²*		*Class 3 6 kgf/cm²*		*Class 4 10 kgf/cm²*		
		Min.	*Max.*	*Min.*	*Max.*	*Min.*	*Max.*	*Min.*	*Max.*	
20	+ 0.3	—	—	—	—	—	—	1.1	1.5	
25	+ 0.3	—	—	—	—	—	—	1.4	1.8	
32	+ 0.3	—	—	—	—	—	—	1.8	2.2	
40	+ 0.3	—	—	—	—	1.4	1.8	2.2	2.7	
50	+ 0.3	—	—	—	—	1.7	2.1	2.8	3.3	
63	+ 0.3	—	—	1.5	1.9	2.2	2.7	3.5	4.1	
75	+ 0.3	—	—	1.8	2.2	2.6	3.1	4.2	4.9	
90	+ 0.3	1.3	1.7	2.1	2.6	3.1	3.7	5.0	5.7	
110	+ 0.4	1.6	2.0	2.5	3.0	3.7	4.3	6.1	7.0	
140	+ 0.5	2.0	2.4	3.1	3.8	4.8	5.5	7.7	8.7	
160	+ 0.5	2.3	2.8	3.7	4.3	5.4	6.2	8.8	9.9	
180	+ 0.6	2.6	3.1	4.2	4.9	6.1	7.0	9.9	11.1	
200	+ 0.6	2.9	3.4	4.6	5.3	6.8	7.7	11.0	12.3	
225	+ 0.7	3.3	3.9	5.2	6.0	7.6	8.6	12.4	13.9	
250	+ 0.8	3.6	4.2	5.7	6.5	8.5	9.6	13.8	15.4	
280	+ 0.9	4.1	4.8	6.4	7.3	9.5	10.7	15.4	17.2	
315	+ 1.0	4.6	5.3	7.2	8.2	10.7	12.0	17.3	19.3	

Table 8.2 PVC pipe fittings—technical data

Description	*size in mm I.D*	*Inch equivalent*	*Applications*
1. Coupler	20 25 32 40 50 63	0.50 0.75 1.00 1.25 1.50 2.00	These are used for joining two PVC pipes.
2. 90° Elbow	20 to 110	0.5 to 4.0	These are used for short turns of 90°.
3. 90° Bend	20 to 315	0.5 to 12.00	These are used where long turns of angle are required. They do not cause any losses due to friction.
4. Equal tee	20 to 160	0.5 to 6.0	These are used for bypass and taking big service line out of main line.
5. Reducer tee	20 to 160	0.5 to 6.0	These are used for reduced tapping from main line
6. Male threaded adapter (MTA)	20 to 140	0.5 to 5.00	These are used to connect the GI pipe line/metal line and all types of valves, taps, etc., through a male portion of PVC threaded adaptors.
7. Female threaded adapter (FTA)	20 to 90	0.5 to 3.0	These are used to connect a PVC pipe line directly to a metal pipe.
8. Reducing FTA	25 × 20 to 90 × 75	0.75 × 0.5 to 3.0 × 2.50	These are used to connect a PVC pipeline directly to a metal pipe of lower diameter or vice-versa.
9. Reducer	25 × 20 to 160 × 140	0.75 × 0.5 to 6.0 × 5.0	These are used to convert the service line, into a small line.

១២.៤.៣.៣ មុខងារ Applications

ខាងក្រោមនេះគឺជាកម្មវិធីធម្មតានៃបំពង់ PVC៖

1. ប្រព័ន្ធធារាសាស្ត្រកសិកម្ម និងលើកកំពស់
2. ការផ្គត់ផ្គង់ទឹកស្អាតនៅតាមជនបទ និងទីក្រុង
3. ការបោលកាកសំណល់ឧស្សាហកម្ម/គីមី
4. ការដឹកជញ្ជូនអាស៊ីត និងសារធាតុរអិល
5. ទុយោខ្សែទូរគមនាគមន៍
6. ជីវឧស្ម័ន (Gober-gas)/ឧស្ម័នធម្មជាតិ និងបណ្ដាញចែកចាយប្រេង
7. បំពង់អណ្ដូង
8. ផ្លូវក្រោមដី ឬបំពង់បង្ហូរចេញ
9. បរិក្ខារក្នុងផ្ទះ និងប្រព័ន្ធលូ
10. ទឹកស្អុយនិងលូ
11. ម៉ាស៊ីនត្រជាក់/បំពង់បង្ហូរឧស្សាហកម្ម
12. បន្ទាត់សំខាន់នៅក្នុងប្រព័ន្ធធារាសាស្ត្រ sprinkler / drip

១២.៤.៣.៤ ការភ្ជាប់Joining

- ទុយោបំពង់ PVC មិនគួរតឹងពេកទេ ព្រោះថាខ្សែអាចខូច។
- បំពង់ PVC មិនគួរត្រូវបានខ្សែស្រឡាយទេ ហើយពួកវាត្រូវបានភ្ជាប់ដោយស៊ីម៉ងត៍សារធាតុរំលាយ ឬដោយខ្សែភ្ជាប់ដែលសមស្រប។
- ជំហានបន្ទាប់សម្រាប់ការភ្ជាប់បំពង់ PVC គឺ៖
  - បំពង់ត្រូវបានកាត់ជាការ៉េតាមដែលអាចធ្វើទៅបាន។ បំពង់និងរន្ធគួរតែស្អាតនិងស្ងួត។ ផ្ទៃត្រូវបានសម្អាតដោយក្រដាស emery មុនពេលភ្ជាប់។
  - ស្រទាប់ស្ដើងនៃស៊ីម៉ងត៍សារធាតុរំលាយត្រូវបានអនុវត្តទៅលើផ្ទៃខាងក្រៅនៃបំពង់ និងនៅលើផ្ទៃខាងក្នុងនៃរន្ធផងដែរ។
  - បំពង់ត្រូវបានបញ្ចូលទៅក្នុងរន្ធ ហើយបត់តាម 90° សម្រាប់ការចែកចាយស៊ីម៉ងត៍។

– សន្លាក់ត្រូវបានសង្កត់យ៉ាងរឹងមាំដោយមិនរអិលរយៈពេល 2 នាទីហើយត្រូវបានអនុញ្ញាតឱ្យស្ងួត។
– បន្ទាប់ពី 24 ម៉ោង ខ្សែបំពង់រួចរាល់សម្រាប់ការប្រើប្រាស់។

១២.៥ សីម៉ាទុយោ

❖ ប្លង់បំពង់ គឺជាប្រភេទគំនូរ

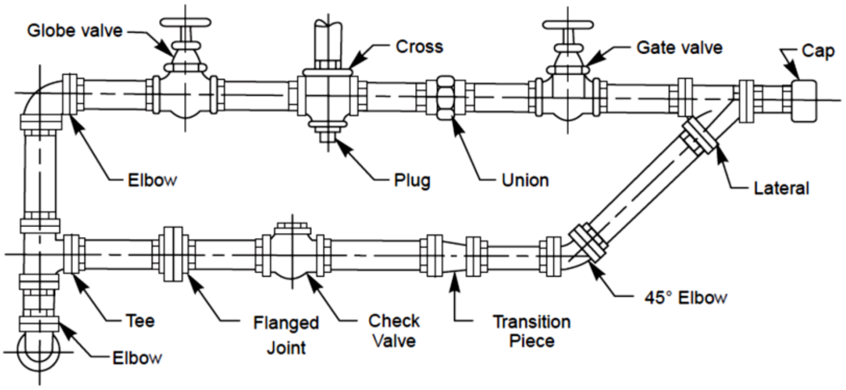
– វាបង្ហាញពីរបៀបដែលបំពង់ផ្សេងៗត្រូវបានបំពាក់ជាមួយគ្នា

– រៀបចំប្រព័ន្ធលូ។

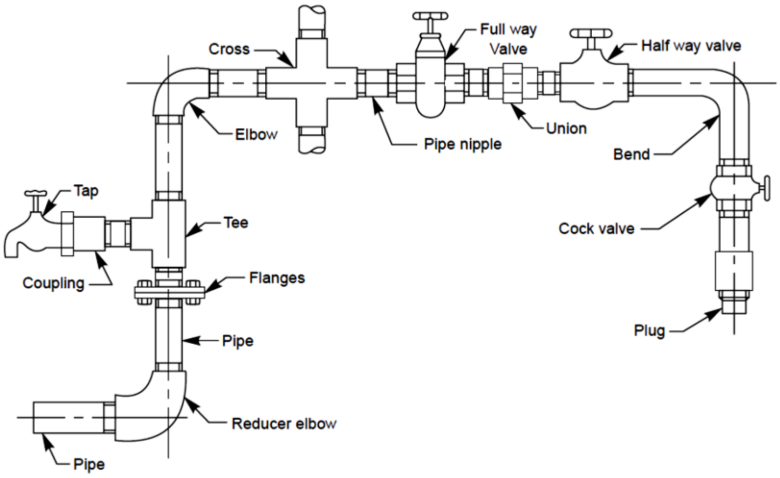
❖ វាបង្ហាញពីទីតាំង ទំហំ និងការតំរង់ទិសនៃបំពង់ និងសន្ទះបិទបើក។

❖ ដោយសារជាតុផ្សំនៃប្រព័ន្ធគឺជាស្តង់ដារ វាគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីបង្ហាញភាពសាមញ្ញនៃជាតុផ្សំ។

រូបភាពទី 8.15 បង្ហាញប្លង់នៃខ្សែបំពង់ដែក និង GI ដោយរួមបញ្ចូលនូវឧបករណ៍បំពង់ភាគច្រើន។



(*a*) CI pipe layout



(*b*) GI pipe layout

Fig. 8.15 Pipe layout

ជំពូកទី១៣៖ រ៉ក

១៣.១ រ៉ក

រ៉ក ជាកង់មួយដែលមានរាងពងក្រពើព័ទ្ធជុំវិញដែលខ្សែឆ្លងកាត់។ វាដើរតួដើម្បីផ្លាស់ប្តូរទិសដៅនៃកម្លាំងដែលត្រូវបានអនុវត្តទៅលើខ្សែ ហើយត្រូវបានប្រើជាចម្បងជាទូទៅក្នុងការរួមបញ្ចូលដើម្បីលើកទម្ងន់ធ្ងន់។ រ៉កជាការបញ្ជូនកម្លាំងបញ្ចូលគ្នារវាងភ្លៅដោយភ្ជាប់ជាមួយពីញ៉ុងឬផ្លូវខ្សែពាន។នៅខាងចុង រ៉កត្រូវភ្ជាប់ជាមួយភ្លៅ ដោយពាក់ព័ន្ធជាមួយខ្សែពានដើម្បីបញ្ជូនចលនា។ ជាទូទៅរ៉កត្រូវបានគេធ្វើពីដែកស្អិត(Cast Iron) ឬដែកWrought Iron ប៉ុន្តែមកដល់ពេលនេះ វាក៏ត្រូវបានផលិតពីដែកបន្ទះដោយផ្សារបង្កើតជារ៉ក។ អាស្រ័យតាមមុខងារ រ៉កមានSingle piece ឬ Split type ដែលគេប្រើផ្នែកទី២នៃរ៉ក ហើយត្រូវបានដាក់នៅចំផ្នែកកណ្តាលនៃភ្លៅ។ រ៉កត្រូវភ្ជាប់ជាមួយភ្លៅ ដោយប្រើ Sunk Keys។

១៣.២ រ៉កអូសដោយខ្សែពាន (Belt Driven Pulleys)

ខ្សែបានសំប៉ែត និងខ្សែពានវី ត្រូវប្រើសម្រាប់បញ្ជូនចលនានៅចន្លោះភ្លៅពីរ។ ខ្សែពានសំប៉ែតមួយ ធ្វើចលនានៅលើរ៉កដែលមានផ្ទៃរលោងមួយ ចំណែកឯរ៉កមានរាងជាចង្អូរ (Wedge Shaped Groove) ត្រូវប្រើខ្សែពានវី។

១៣.៣ រ៉កខ្សែពានសំប៉ែត

រ៉កទាំងនេះមានលក្ខណៈផ្សេងគ្នា ទាំងទំហំ និងរូបរាង ហើយត្រូវបានគេរចនាឡើងតាមមុខងារប្រើប្រាស់របស់វា។ ខ្សែពានសំប៉ែតមួយ ត្រូវបានប្រើជាមួយចង្អូរជ្រុងមួយ (Rectangular Cross-section) ដែលមានកម្រាស់ធំជាងខ្សែពាន។ ខ្សែពានដំណើរការនៅលើផ្ទៃនៃរ៉ក ដែលផ្នែកផ្សេងទៀតដែលប្រើខ្សែពានសំប៉ែតក៏ដំណើរការបន្តបន្ទាប់គ្នាដែរ។

១៣.៣.១ ដៃរ៉ក (Armed Pulley)

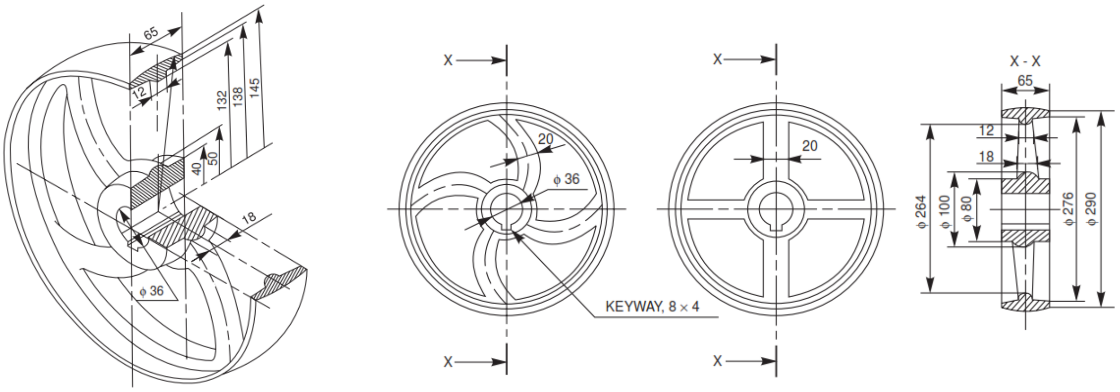
ផ្នែកសំខាន់នៃដៃរ៉កមាន Hub ឬ Boss, Rim និង Arms ឬ Spokes។ ក្រាហ្វិចទី ៩.១ បង្ហាញពីដៃរ៉កជាមួយនឹងចំនុចសមាមាត្រដែលគេកំណត់។ វាត្រូវបានគេសម្គាល់ថាជាដៃនៃរ៉ក ដែលមានទាំងរាងត្រង់ផង និងរាងកោងផង ដែលមានចង្អូររាងជាពងក្រពើ (elliptical) ។ Rim នៃរ៉ក ធ្វើពីដែកស្អិត (Cast Iron) ជាញឹកញាប់ប្រើជាមួយហ្គឹងការលើកទម្ងន់ស្រាលៗ ដើម្បីការពារនៃការរអិលចេញពីអក្សអ៊ំឡុងពេលដំណើរការ។

១៣.៣.២ រ៉ក និង Web

នៅពេលដែលរ៉កមានចលនាតិច ពេលនោះHubនិងRim ត្រូវបានភ្ជាប់គ្នាដោយWeb ដែលមានទម្រង់ជាថាស។ ក្រាហ្វិច៩.២ បង្ហាញពីរ៉កមួយ ជាមួយweb មួយ។ ដើម្បីមានទម្ងន់ស្រាល ហើយគេចោះរុននៅក្នុងWeb។

១៣.៣.៣ គន្លះដុំរ៉ែក Cone Pulleys

លំដាប់នៃគន្លះដុំរ៉ែកត្រូវបានភ្ជាប់ចង្អូរនិងចង្អូរភ្លៅទាំងពីរនៅទីតាំងមួយ ដែលមានអត្រាល្បឿនផ្សេងគ្នា រវាងភ្លៅទាំងពីរ និងឱ្យចង្អូររត់ក្នុងល្បឿនមួយដែលមានលំនឹង។ អង្កត់ផ្ចិតនៃគន្លះ ក្នុងរ៉ែកទាំងពីរ ត្រូវប្រើខ្សែពានប្រភេទដូចគ្នា គ្រប់គន្លះ។ រ៉ែកទាំងនេះ គេប្រើក្នុងប្រភេទម៉ាស៊ីនក្រឡឹង ម៉ាស៊ីនស្វាន ។ល។ ក្រាហ្វិច ៩.៣ បង្ហាញគន្លះដុំរ៉ែកជា៤ចន្លោះ។



(a)

Fig. 9.1 Pulley with arms

ខ្សែពាន ត្រូវបានប្រើទីតាំងកណ្ដាលចន្លោះភ្លៅពីរ ឬច្រើន ប៉ុន្តែ ខ្សែពានវី គេនិយមប្រើជាង ជាមួយភ្លៅដែលមានទីតាំងបិទបាំង។ ចង្អូរខ្សែពានវី គ្មានលក្ខណៈរអិល ហើយវាត្រូវបានប្រើក្នុងការបញ្ជូនកម្លាំងដែលមាន អត្រារហូតដល់ 15:1 ដោយមិនចាំបាច់បន្ទឹងរ៉ែក។ កន្លែងរ៉ែកនិងខ្សែពានប៉ះគ្នា កើនឡើង ហើយការបញ្ជូនចលនាក៏សម្រេចបានតាមនោះដែរ។

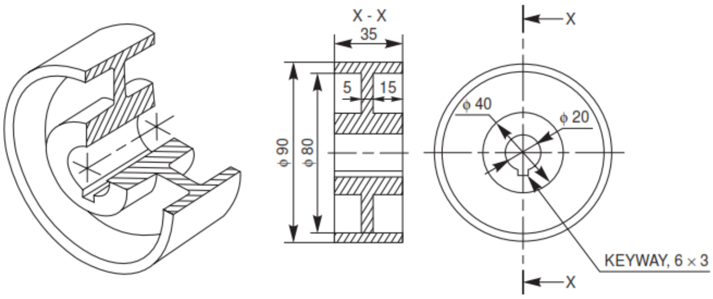
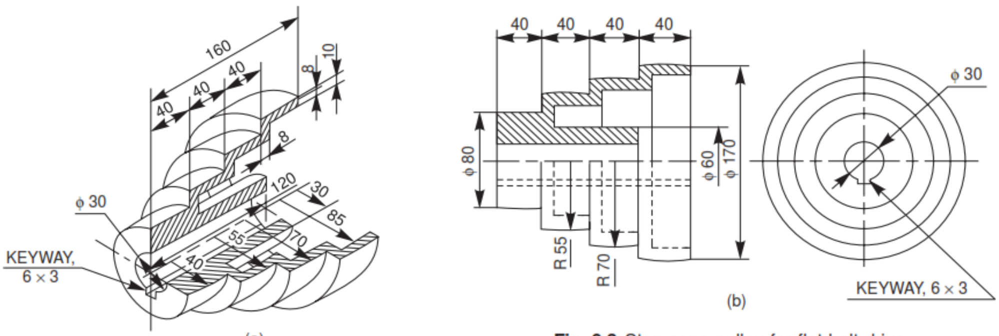


Fig. 9.2 Pulley with web



(a) (b)

Fig. 9.3 Step cone pulley for flat belt drive

នៅពេលចចំនួនម៉ាស៊ីនទាំងអស់ត្រូវបានដំណើរការពីប្រភពកម្លាំងតែមួយ ម៉ាស៊ីននីមួយៗត្រូវការរឹតនិងបន្ធូររ៉កតាមលំដាប់លំដោយ។ ជាមួយការរៀបចំនេះ ម៉ាស៊ីននីមួយអាចត្រូវបានបញ្ឈះ ឬបញ្ឈប់នៅខណៈពេលហ្នឹងដែរ អំឡុងពេលដែលភ្លៅជួរដេកនៅតែបន្តរត់។ ក្រាហ្វិច ៩.៤ បង្ហាញលំដាប់នៃការរឹតនិងបន្ធូររ៉ក។ក្នុងករណីនេះការរឹតរ៉កគឺភ្ជាប់លើភ្លៅដោយប្រើស្នៀត ចំណែកការបន្ធូររ៉កត្រូវបានរត់លើភ្លៅដោយសេរី។វិជ្ឈមាត្រនៃការបន្ធូររ៉ក គឺតិចជាងការរឹត ដែលបង្ហាញថាខ្សែពានលើកឡើង ទៅបន្ធូររ៉ក ហើយភាពតឹងក៏ត្រូវបានកាត់បន្ថយ។ កម្លាំងបញ្ជូន គឺត្រឹមនៅពេលដែលខ្សែពានលើរ៉ក។ ការបន្ធូរធ្វើឱ្យម៉ាស៊ីនមិនដំណើរការ ហើយក៏មិនបានបញ្ជូនកម្លាំងណាមួយឡើយ។

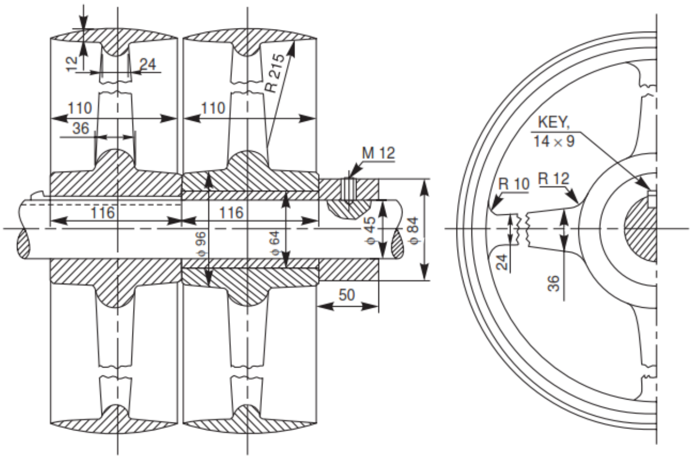


Fig. 9.4 Fast and loose pulleys

១៣.៤ រ៉កខ្សែពានរាងអក្សរវី

នៅពេលខ្សែពានរាងអក្សរវីមួយត្រូវបានប្រើសម្រាប់បញ្ជូនកម្លាំង Rimរ៉ក ត្រូវបំលែងកម្លាំងតាមរយៈរាងGroove ដែលខ្សែពានរាងអក្សររត់នៅក្នុងនោះ។ ក្រាហ្វិច ៩.៥ (a) បង្ហាញរ៉កខ្សែពានរាងអក្សរវី ដែលដំណើរការតែមួយខ្សែ និងក្រាហ្វិច៩.៥ (b) បង្ហាញរ៉កខ្សែពានរាងអក្សរវីដំណើរការបីខ្សែ។ ក្នុងចង្អូរខ្សែពានរាងអក្សរច្រើន ទោះបីមានមួយដាច់ ក៏ខ្សែពានផ្សេងទៀតនៅតែបន្តរត់ដោយធម្មតារហូតដល់ម៉ាស៊ីនត្រូវបានបញ្ឈប់ដើម្បីជួសជុល។ ចង្អូរ ត្រូវបានកំណត់ថាជាកន្លែងប៉ះផ្ទាល់ជាមួយខ្សែពានក្នុងGroove ដែលវារុញលើភ្លៅ តិចជាងខ្សែពានសំប៉ែត ក្នុងលក្ខណៈទូទៅមួយដូចគ្នា។

១៣.៤.១ លំដាប់គន្លះដុំរ៉កសម្រាប់ខ្សែពានរាងអក្សរវី

លក្ខណៈសំខាន់ និងគោលបំណងរបស់លំដាប់គន្លះដុំរ៉កសម្រាប់ខ្សែពានរាងអក្សរវី គឺមានរចនាសម្ព័នប្រើដូចគ្នាទៅនឹងគន្លះដុំរ៉កសម្រាប់ខ្សែពានសំប៉ែតដែរ។ ក្រាហ្វិច៩.៦ បង្ហាញគន្លះដុំរ៉ក សម្រាប់ខ្សែពានរាងអក្សរវី ជាបួនគន្លះ។

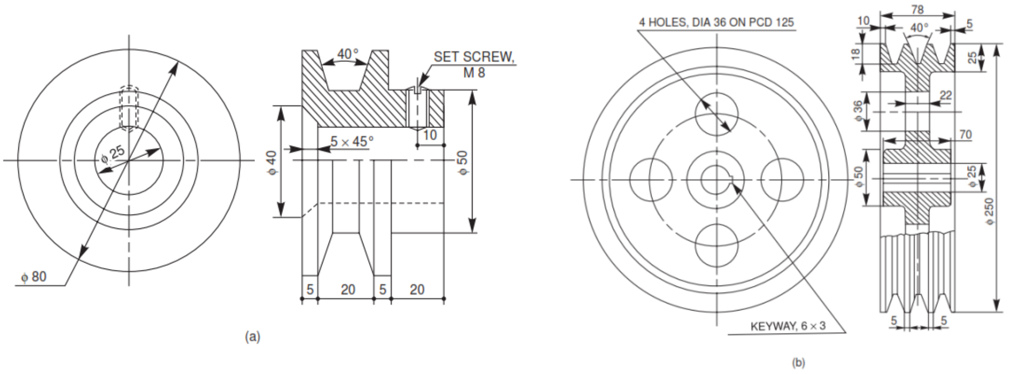


Fig. 9.5 V-belt pulleys

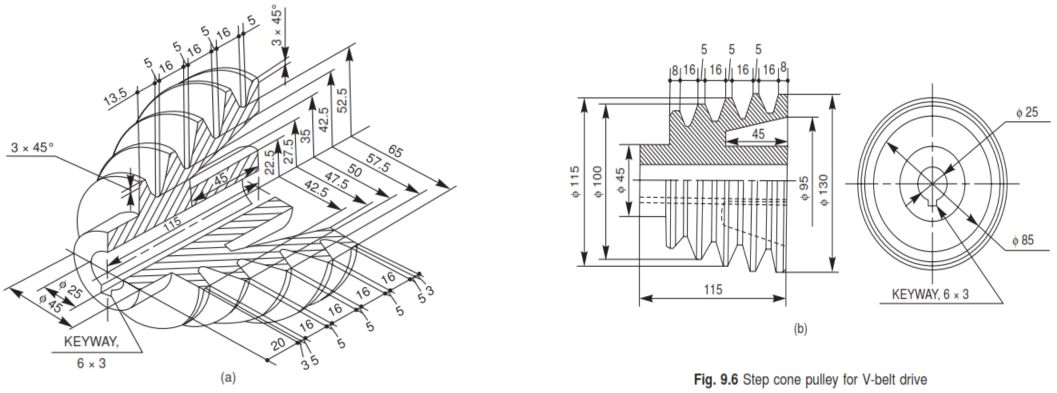


Fig. 9.6 Step cone pulley for V-belt drive

១៥.៥ រ៉កខ្សែពួរ

ចង្អូររ៉កខ្សែពួរត្រូវបានប្រើសម្រាប់បញ្ជូនកម្លាំងដែលមានចំងាយឆ្ងាយ។ ខ្សែពួរធ្វើពីកប្បាស ម៉ានីឡា(Manila) ឬក៏ដើមក្រចៅ ត្រូវបានដាក់បញ្ចូលជុំជារង្វង់លើរ៉ក ដែលត្រូវសម្រាប់បញ្ជូនកម្លាំង។ ចង្អូរអាចប្រើតែមួយ ឬច្រើន។ រ៉កខ្សែពួរគឺស្រដៀងជាមួយនឹងរ៉កខ្សែពានរាងអក្សរវីដែរ ក្នុងការបង្កើតលើកលែងក្នុងលក្ខណៈតិចតួចនៃGroove ដែលបានបង្ហាញនៅក្រោមហ្វិច៩.៧។ ចង្អូរសម្រាប់ការបញ្ជូនកម្លាំងរវាងភ្លៅដែលមានរយៈកម្ពស់ខុសគ្នា ហើយនៅចម្ងាយផ្សេងៗគ្នា។ រ៉កដែក ត្រូវបានប្រើសម្រាប់កម្លាំងបញ្ជូនខ្លាំង ហើយក្នុងករណីដូចជាប្រដាប់ខា(Winch drives) ផ្លូវរ៉កប្រើខ្សែប្រើពួរ Rope Ways និង ម៉ាស៊ីនស្ទូច Overhead Cranes, etc។

winch drives

Rope Ways

Overhead Cranes

ជំពូកទី១៤៖ កង់ឃ្លី

១៤.១ កង់ឃ្លី

កង់ឃ្លីគឺប្រើសម្រាប់ទ្រភ្លៅ ដើម្បីទប់លំនឹង និងធ្វើឱ្យដំណើរការវង្វិលស្មើនិងមានលំនឹង។ សារៈសំខាន់របស់កង់ឃ្លី អាចត្រូវបានគេយល់តាមភាពចាំបាច់របស់ក្នុងម៉ាស៊ីន ផ្នែកស្នូល រ៉ឺឡឺប្រ៊ីកាំង ភ្លៅបញ្ជូនចលនា ប្រអប់លេខ ឬ បណ្តុំភ្លៅបញ្ជូនចលនាដែលមានក្នុងរោងជាង។ល។ កង់ឃ្លីត្រូវបានគេចាត់ថ្នាក់ជាពីរក្រុមធំៗ គឺ៖

1. កង់ឃ្លីរអិល (Sliding contact bearings)
2. កង់ឃ្លីរំិល ឬមិនកកិត (Rolling contact bearings or Anti-friction bearing)

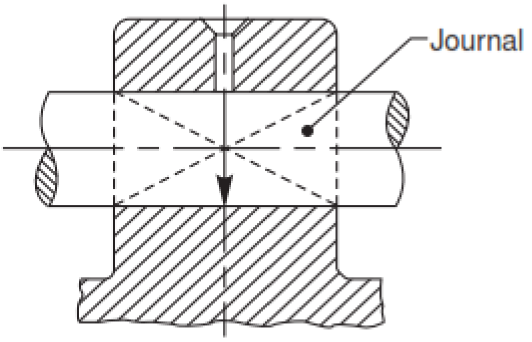
១៤.២ កង់ឃ្លីរអិល

កង់ឃ្លីរអិល ជាកង់ឃ្លីដែលវិលជុំវិញភ្លៅ ដែលមានកម្លាំងកកិតខ្លាំង ហើយវាត្រូវការប្រើប្រេងនៅចំណុចដែលកកិតទាំងនោះ។ ដោយទិសដៅចលនា វាត្រូវបានបែងចែកជា៖

1. កង់ឃ្លីភ្ជាប់ Journal Bearings
2. Thrust bearings

១៤.២.១ កង់ឃ្លីភ្ជាប់ Journal Bearings

កង់ឃ្លីភ្ជាប់ Journal Bearings ជាកង់ឃ្លីដែលបន្ទុកនៅកាត់កែង(ធម្មតា) នៅលើភ្លៅដេក។ ជាទូទៅដងកង់ឃ្លីភ្ជាប់សំដៅទៅផ្នែកនៃភ្លៅដែលមានការកកិតជាមួយឃ្លី។



១៤.២.១.១ កង់ឃ្លីភ្ជាប់ ប្រភេទតាន់ Solid Journal Bearing

កង់ឃ្លីភ្ជាប់ ប្រភេទតាន់ ជាកង់ឃ្លីធម្មតាមួយ ហើយវាផលិតពីដែកស្មិត(Cast Iron) ដែលមានរាងជាកំណាត់មូល។ រន្ធនៅក្នុងកំណាត់មូល សម្រាប់ទ្រភ្លៅ ហើយជាកន្លែងដែលត្រូវមួលប៊ូឡុងនៃកង់ឃ្លីដែរ។ រន្ធមួយនៅផ្នែកខាងលើប្រើសម្រាប់ដាក់ប្រេងចូលទៅក្នុងកង់ឃ្លី។ ផ្នែកក្រោយនៃកង់ឃ្លី ប្រើ

សម្រាប់សារេ ពេលដែលកង់ឃ្លីមានសំណឹក ឬធូត ពេលវាប៉ះគ្នា ក៏ប៉ុន្តែករណីនេះប្រើបានតែវាមានបន្ទុកស្រាល និង ស្តើង។

១៤.២.១.២ កង់ឃ្លីភ្ជាប់ ប្រភេទប៊ូស Bushed Journal Bearing

កង់ឃ្លីនេះមានពីរផ្នែក ផ្នែកតួរ និង ប៊ូស។ ផ្នែកតួរធ្វើដែកស្មិត និង ប៊ូស ធ្វើពីសមាសធាតុដូច ទង់ដែង លង់ហិន ឬទង់ដែងក្រហម(លោហៈសម្រាប់ផលិតកាំភ្លើង)។ ប៊ូសដាក់ស៊ុបចូលទៅក្នុងតួរ ស្រប ជាមួយអ័ក្សដេក និងចលនាបង្វិល។ ការកែសម្រួលរបស់កង់ឃ្លីថ្មី គឺជាចំណុចសំខាន់សម្រាប់កងឃ្លីប៊ូស។ រន្ធប្រេង មាននៅផ្នែកខាងលើនៃតួរ ហើយប្រេងបានជ្រាបចូលទៅក្នុងប៊ូសនៅពេលវាដំណើរការ។

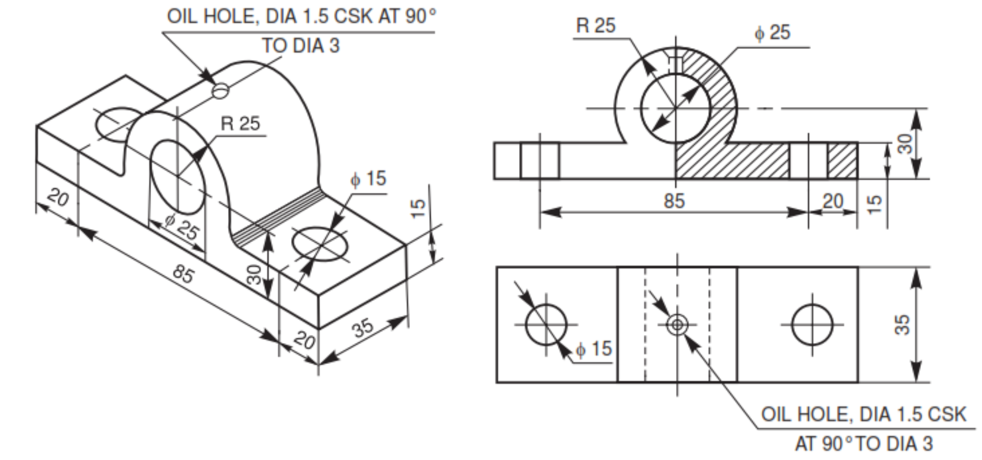


Fig. 12.2 Solid journal bearing

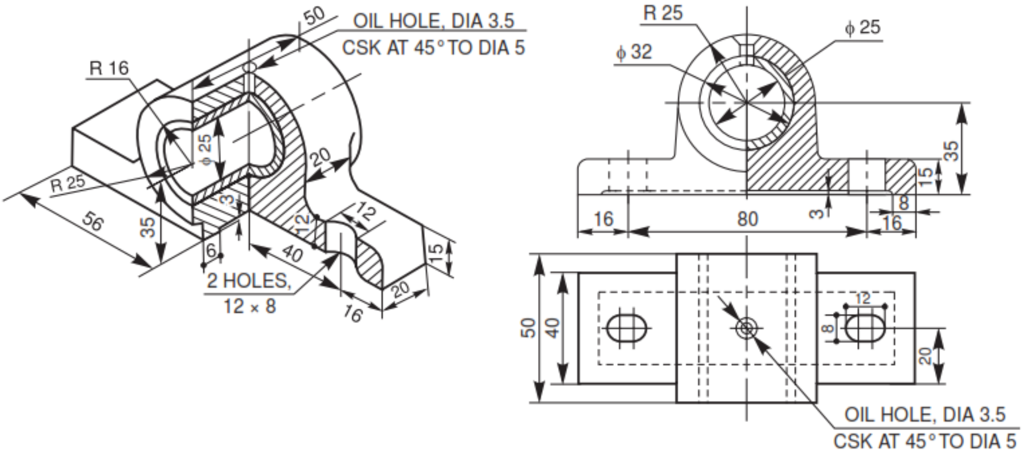


Fig. 12.3 Bushed journal bearing

១៤.២.១.៣ កង់ឃ្លីភ្ជាប់ ប្រភេទ Pedastal Bearing (Plummer Block)

កង់ឃ្លីនេះ ប្រើសម្រាប់ភ្លៅវែង ដែលតម្រូវឱ្យមានទម្រកណ្តាល ហើយពិសេសនៅពេលវាមិន ដាក់ចូលទៅក្នុងក្បាលប៊ីយែល(End-wise)។ បង្គុំរបស់វាមាន pedestal ឬ base , cap និង bush ដែលចែកចេញជាពីរ ដែលគេហៅថា គូស៊ីណេ។ ជំនួសឱ្យការប្រើ Snug គេប្រើជំនួសមកវិញ

នៅBrasses ដើម្បីទប់ទល់ជាមួយចលនា ដែលមានរាងបួនជ្រុង ឬ ១០ជ្រុង។ ពហុកោណដែលត្រូវដាក់ចូល គឺមានស៊ុបកៀកទៅនឹងគៀមជាមួយតួរនិងក្បាលប៊ីយែល។ សម្រាប់ម៉ាស៊ីនកន្លែងសូកវាចូល គឺមានគម្លាតតូចបំផុត។

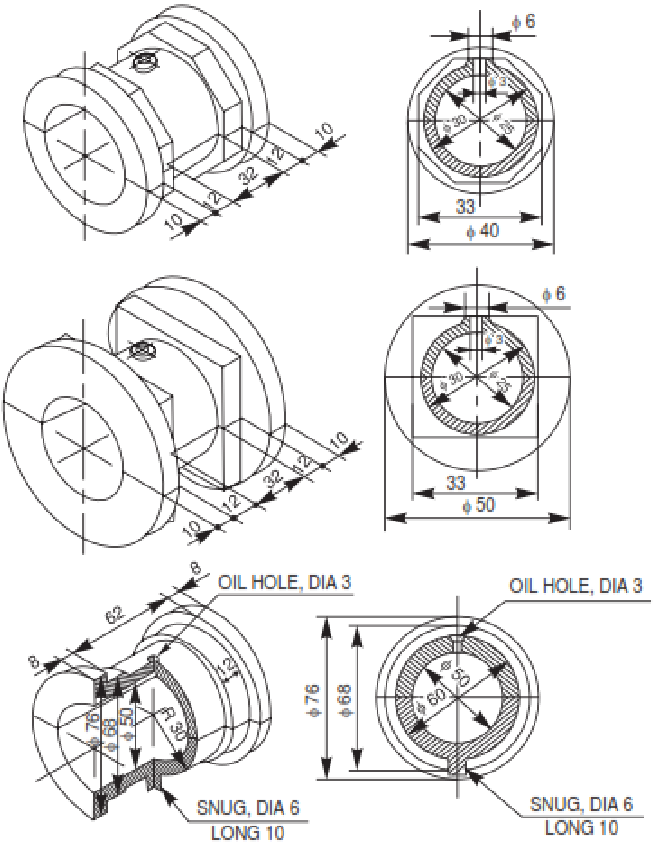


Fig. 12.5 Brasses

១៤.២.១.៤ កង់ឃ្លីភ្ជាប់ ប្រភេទ Bracket និង Hanger

Bracket និង Hanger ត្រូវភ្ជាប់ជាមួយកង់ឃ្លី ប្រើក្នុងប្រអប់លេខ ឬភ្លៅត្រង់។ ប៉ុន្តែ នៅពេលខ្លះ ផ្នែកមួយនៃសំបកកង់ឃ្លីអាចខូចទាំងមូលជាមួយ Bracket និង Hanger។ **កង់ឃ្លី Bracket** ប្រើសម្រាប់ចលនារបស់ភ្លៅស្របជាជួរក្បែរជញ្ជាំង ឬ សរសរទ្រូងស្របមួយ។ បន្ទះសំប៉ែតរបស់កង់ឃ្លី ត្រូវបានចាប់ភ្ជាប់ដោយប៊ូឡុងទៅជញ្ជាំង ឬសរសរទ្រូង ដោយចំនួននៃប៊ូឡុងអាស្រ័យតាមទំហំ និងរូបរាងរបស់កង់ឃ្លី។ **ធ្នឹមកងឃ្លី** (Wall bracket) អាស្រ័យតាមទំហំធំបំផុតនៃរ៉ក ដែលត្រូវចាប់ភ្ជាប់ជាមួយភ្លៅ។ ក្នុងក្រាហ្វិច ១២.៦ បង្ហាញពីធ្នឹមរបស់កង់ឃ្លី Pedastal។ **សរសរទ្រូងកង់ឃ្លី** (Pillar brackets) មានដូចក្រាហ្វិច ១២.៧ ដែលមានតួរ ភ្ជាប់ជាមួយសំបកកង់ឃ្លី ដែលយើងកំណត់ភាពទ្រេតតិចបំផុតធៀបជាមួយធ្នឹមកង់ឃ្លី។ ដូច្នេះសរសរទ្រូងកង់ឃ្លីត្រូវចាប់ភ្ជាប់ជាមួយរ៉កនៅលើភ្លៅ មិនជ្រៀតចូលក្នុងសរសរទ្រូងទេ។ ស្នូកង់ឃ្លី (Hanger Bearing) គឺប្រើជាមួយភ្លៅរត់ស្រប ទៅនឹងធ្នឹម ឬទម្រពិដាន ហើយត្រូវចាប់ភ្ជាប់ដោយអេគ្រូ និងប៊ូឡុង។ ជាទូទៅគេហៅឈ្មោះវាតាមរូបរាង ដែលភាគច្រើនដែលគេ

ប្រើគឺ J-hangers និង U-hangers។ J-hangers ប្រើជាមួយដៃម្ខាង ហើយ U-hangers ប្រើនៅចន្លោះដៃពីរ។

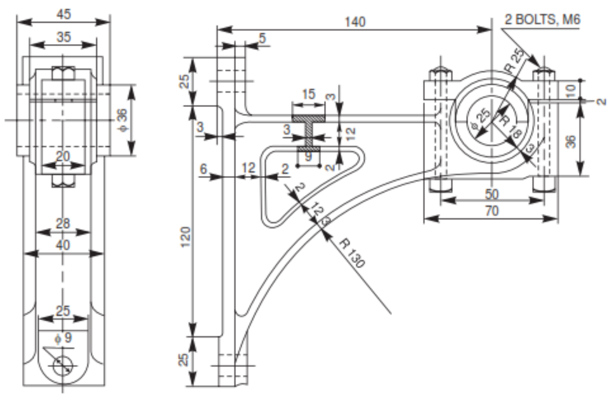


Fig. 12.6 Wall bracket with a pedastal bearing

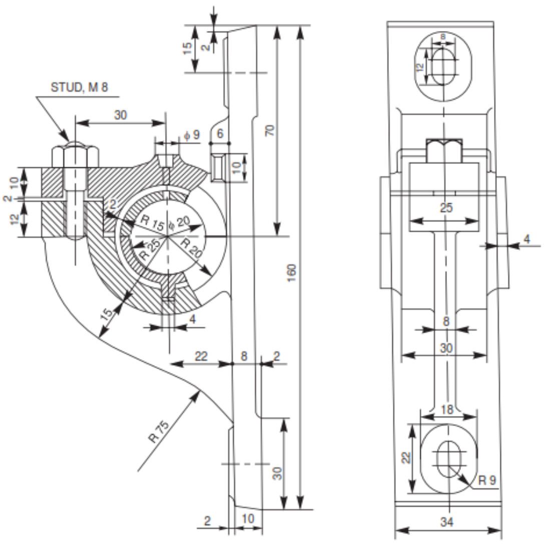


Fig. 12.7 Pillar bracket with a pedestal bearing

១៤.២.១.៥ កង់ឃ្លីទប់កម្លាំងបុក (Thrust Bearings)

កង់ឃ្លីទប់កម្លាំងបុក ប្រើជាមួយភ្លៅអង្គធាតុ ភាពបន្ទុកតាមអក្សដេក។ កង់ឃ្លីនេះត្រូវចែកចេញជា៖

1. Pivot ឬ Foot-step bearings.
2. Collar bearings.

Pivot ឬ Foot-step bearings

កង់ឃ្លីនេះត្រូវបានប្រើជាមួយភ្លៅបញ្ឈរនៅក្រោមបន្ទុកអ័ក្សដេក។ ក្នុងករណីនេះកង់ឃ្លីជាចំណុចបញ្ចប់ភ្លៅ។ប៉ុន្តែផ្ទៃខាងលើនៃភ្លៅដាក់នៅក្នុងហើយមានគម្រប។ Bush ដាក់នៅតួរទ្រភ្លៅ ក្នុងទីតាំងហើយមានមុខងារទ្របន្ទុកបង្វិលនៅលើភ្លៅ។ គម្របការពារពីកម្លាំងបង្វិល តាមរយៈម្ជុលដាក់នៅកាត់តួរ ហើយចំណុចកណ្តាល។ Bush ក៏ការពារកម្លាំងបង្វិល ដោយSnug ដែរ ដោយនៅករបស់វា និងក្រោមកងឃ្លី។ Bush និងតួរទប់ទល់គ្នាដើម្បីកាត់បន្ថយ ការកកិតក្នុងម៉ាស៊ីន ដូចគ្នានឹងមុខងារបន្ថយការកកិតរបស់តួរទាំងមូលដែរ។

Collar bearings

ជាទូទៅប្រើជាមួយភ្លៅដេក ក្រោមអ្នកបន្ទុកអក្សដេក។ ដូចនេះភ្លៅត្រូវសណ្តូករហូតដល់កងឃ្លី។ ភ្លៅនៃប្រភេទកង់ឃ្លីCollar អាចមានមួយ ឬច្រើន ដែលត្រូវបានសកបញ្ចូលក្នុងភ្លៅ(ក្រាហ្វិច ១២.១០)។ Collar វិលទប់ទល់ហ្អឹងបំណែកផ្ទៃកងឃ្លីដែលនៅហ្អឹងថ្កល់។

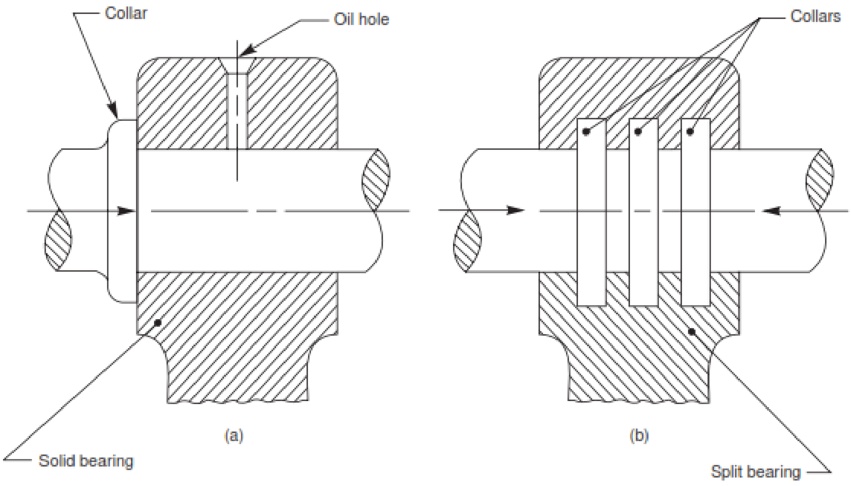


Fig. 12.10 (*a*) Single collar bearing, (*b*) Multi-collar bearing

១៤.៣ កងឃ្លីវិលឬមិនកកិត

កង់ឃ្លីដែលវិលដោយគ្មានការកកិត គេស្គាល់ថាជាកង់ឃ្លីវិល។ ការវិលនៃជុំរបស់វាមានការកកិតតិចបំផុត ដែលជុំរបស់វាមានការកកិតទៅនឹងកង់ឃ្លីតិច។ កង់ឃ្លីនេះមានទម្រង់៤ គឺ Inner race , Outer race, Balls ឬ Rollers និង Cage ឬ Retainer (ក្រាហ្វិច ១២.១១)។ កងកងក្នុង (inner race) វានៅខាងក្នុងនឹងតឹងណែនមួយកន្លែង។ ក្រាហ្វិច ១២.១២ បង្ហាញពីការភ្ជាប់ភ្លៅជាមួយកងឃ្លីវិល។ ការដាក់វាត្រូវបានបង្ហាញ ពីរបៀបនៃការប្រើ ដើម្បីទប់ទល់ការធ្វើចលនារបស់អក្សនៃកង់ឃ្លី។

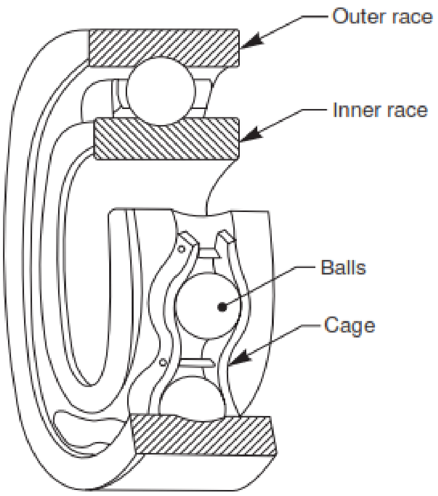


Fig. 12.11 Parts of a ball bearing

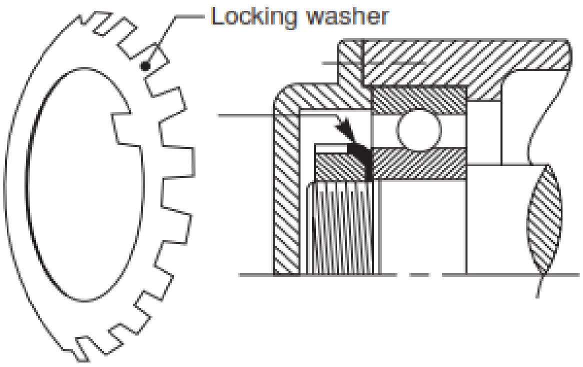


Fig. 12.12 Mounting of a radial ball bearing

១៤.៣.១ កង់ឃ្លីមូល (Radial Bearing)

កង់ឃ្លីមូល ត្រូវបានប្រើជាមួយបន្ទុកធម្មតានៅលើភ្លៅ។ កង់ឃ្លីនេះ ត្រូវបានបែងចែកជាផ្នែករង បន្ទាប់(sub-devided)ដែលជាលក្ខណៈគ្រឹះនៃការប្រើប្រាស់របស់កង់ឃ្លី ដូចជា Ball Bearing, Roller Bearing, និង Taper Roller Bearings។ ក្រាហ្វិច១២.១៣ បង្ហាញពីប្រភេទផ្សេងៗគ្នា នៃការកកិត របស់កង់ឃ្លី ដែលចាប់ភ្ជាប់នៅលើភ្លៅធម្មតា។ ពីចំណុចដែលបានបញ្ជាក់ យើងអាចឃើញកាំកង់ឃ្លីមួយជួរ ដែលមានសណ្ឋាន៣ផ្សេងគ្នា ទាំងទំហំ និងស៊េរី ដូចជាស្រាល មធ្យម និងធ្ងន់។ ការជ្រើសរើស ទំហំ អាស្រ័យលក្ខណៈមេដែក នៃបន្ទុកមានចលនាលើកង់ឃ្លី។ ពេលខ្លះគេប្រើពីរជួរ ជំនួសឱ្យមួយជួរ នៅលើកងឃ្លី នៅពេលវារងនៅបន្ទុកធ្ងន់។

ការផលិតវាធ្វើតាមប្រព័ន្ធលេខ ដែលត្រូវបានកំណត់តាមស៊េរី(ទំហំ)នៃកង់ឃ្លី។ សម្រាប់ឧទាហរណ៍ 2XX, 3XX, 4XX ស៊េរី អាស្រ័យតាមការរងបន្ទុកស្រាល មធ្យម និងធ្ងន់។ ពីរអក្សរចុងក្រោយ ត្រូវគុណនឹង៥ ដោយកំណត់តាមបន្ទុក ឬ ទំហំភ្លៅ គិតជា mm ។ ដូចនេះ 308 នៃកងឃ្លី ស៊េរីមធ្យម គឺមានទំហំរន្ធ ៤0mm។ បន្ថែមលើនេះ អក្សរដែលបង្ហាញអាចសំដៅលើព័ត៌មានលម្អិតសម្រាប់ការងារផលិត។

ក្រាហ្វិច១២.១៤ មុខងារនៃគំនូរនេះ ត្រូវបានកំណត់ជាពីរជួរនៃកង់ឃ្លីនៅក្នុង Plummer Block។ សិស្សត្រូវពន្យល់តាមកាតាឡុកផលិតកម្ម ដើម្បីដឹងពីប្រភេទ និងទំហំផ្សេងៗ ដែលនៅក្នុងនោះរួមមានការយោងរបស់បន្ទុកផ្សេងដែលពួកវាដំណើរការបាន។

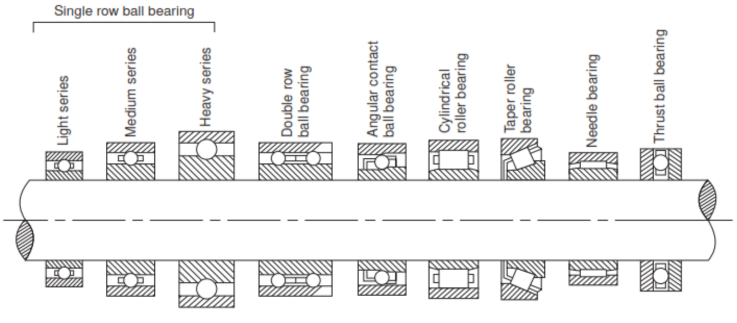


Fig. 12.13 Types of anti-friction bearings

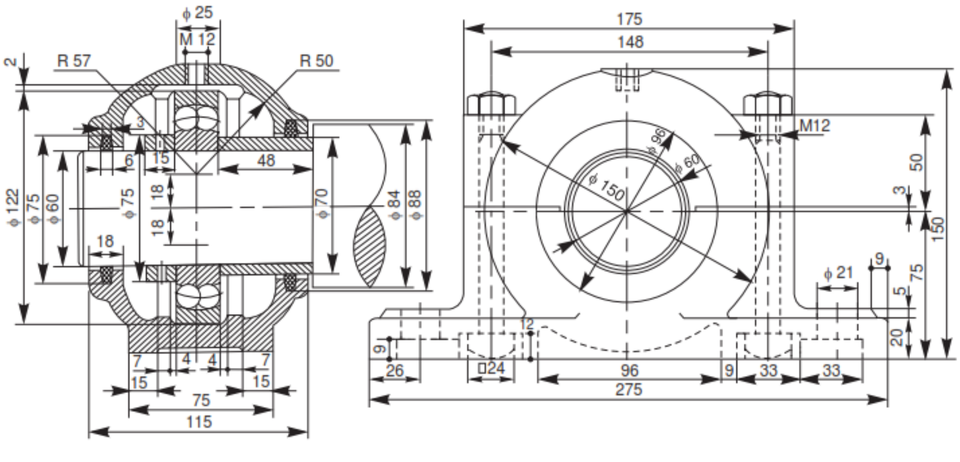


Fig. 12.14 Plummer block with double row self-aligning ball bearing

១៤.៣.២ កង់ឃ្លីបុក (Thrust Bearing)

កង់ឃ្លីបុកប្រើជាមួយភ្លៅអង្គធាតុ សម្រាប់ទ្របន្ទុកនៃអក្សដែក។ ជាទូទៅឃ្លីជាផ្នែកសំខាន់ នៅក្នុងកង់ឃ្លីនេះ ហើយវារអិលតែនៅក្នុងករណីពិសេសប៉ុននោះ។ ក្រាហ្វិច១២.១៥ បង្ហាញពីការចាប់ភ្ជាប់ភ្លៅជាមួយកង់ឃ្លី បុក។ ក្រាហ្វិច១២.១៦ បង្ហាញពីគំនូរជើងចាប់ (Foot-step) នៃកង់ឃ្លីជាមួយកង់ឃ្លីបុក ដើម្បីទប់បន្ទុកទាំងមូលផងដែរ។ ក្រាហ្វិច១២.១៧ បង្ហាញពីតួនាទី នៃ Taper Roller Bearing ដែលកង់ឃ្លីបុក និងកង់ឃ្លីពីរជួរ មានទំនាក់ទំនងគ្នានៅផ្នែកកណ្តាល។

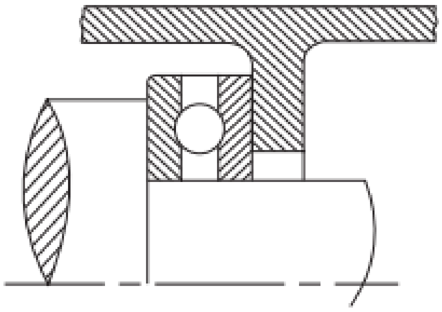


Fig. 12.15 Mounting of a thrust ball bearing

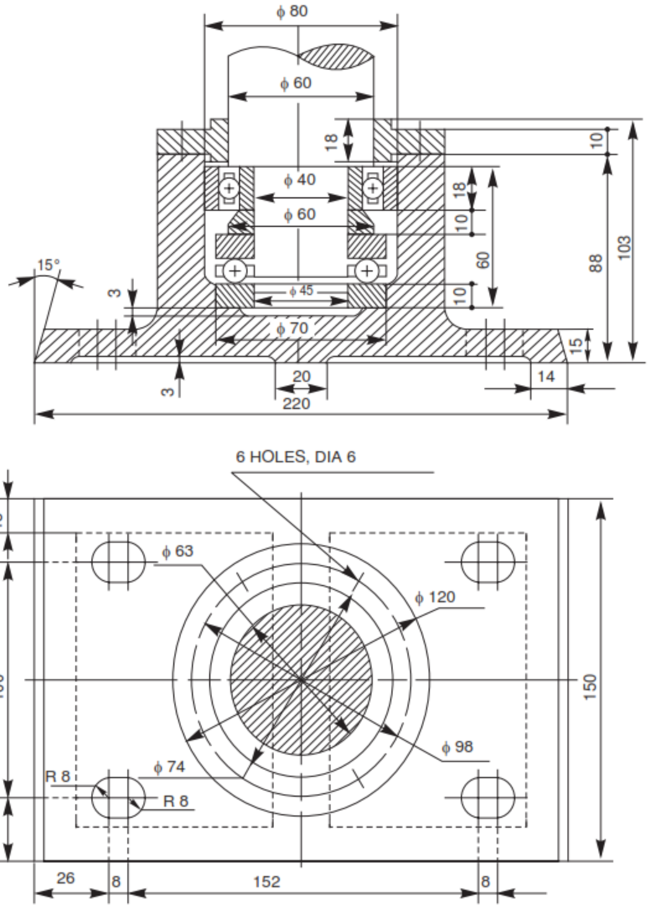


Fig. 12.16 Foot-step bearing with radial and thrust ball bearings

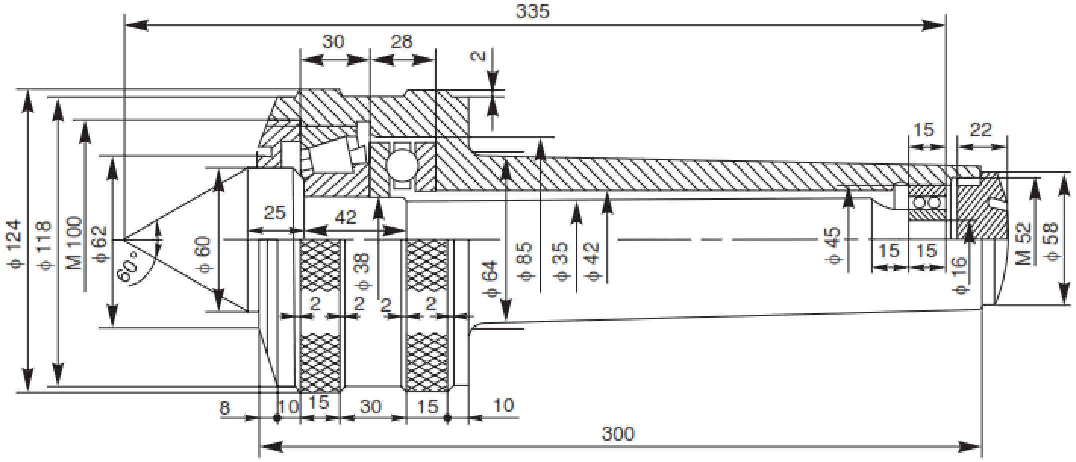


Fig. 12.17 Revolving center

ជំពូកទី១៥៖ ច្រវាក់ និងពីញ៉ុង

១៥.១ សេចក្តីផ្តើម

ការចម្លងចលនាដោយច្រវ៉ាក់ គឺជាខ្សែចង្វាក់គ្មានទីបញ្ចប់ ដែលវាប្រទាក់គ្នាដោយដុំកង់ធ្មេញ (Sprockets)។ ភ្លៅនៅកណ្តាលមានចំងាយសម្រាប់ចលនាដោយច្រវ៉ាក់ គឺមានចលនាដោយមិនកំណត់។ ច្រវ៉ាក់គឺងាយតំឡើង ការចម្លងចលនាដោយច្រវ៉ាក់គឺមិនរអិល និង មួយៗយឺតៗ។ ជាទូទៅ ច្រវ៉ាក់មានចលនាដោយអត្រាល្បឿនកំណត់ជាក់លាក់មួយ និងប្រសិទ្ធភាពជាង ពីព្រោះវាមិនមានការរអិល។ ការចម្លងចលនាដោយច្រវ៉ាក់គឺវាតឹងណែនជាងការប្រើខ្សែពាន។ សម្រាប់ចំណុះមួយ ច្រវ៉ាក់មានលក្ខណៈចង្អៀត និងដុំកង់ធ្មេញមាន លក្ខណៈតូចជាងអង្កត់ផ្ចិត ដូចច្នេះវាគ្រប់គ្រងចលនាបានដោយសារសល់ចន្លោះលំហតិច។ ច្រវ៉ាក់មិនងាយខូចតាមអាយុប្រើប្រាស់ ហើយវាអាចដំណើរការក្នុងចំនុចសីតុណ្ហភាពមួយខ្ពស់។ ពួកវាភាគច្រើនប្រើក្នុងការចម្លងចលនាដែលមានល្បឿនយឺត។

១៥.២ ការចម្លងចលនាដោយច្រវាក់

កម្លាំងចម្លងចលនាដោយច្រវ៉ាក់ មានលក្ខណៈគ្រឹះពីរ តំណរ និងដុំពក និងតំណរគន្លះធ្មេញ។ ច្រវ៉ាក់បង្ហាញតំណរភ្ជាប់គ្នាដើម្បីដំណើរវង្វិលតាមរយៈធ្មេញនៃដុំកង់ធ្មេញ។ Pitch ជាចម្ងាយរពីចំណុចកណ្តាលនៃដុំពករវាងធ្មេញមួយទៅធ្មេញមួយ។

១៥.៣ ច្រវាក់រឡូ

ច្រវ៉ាក់រ៉ូឡូ គឺត្រូវផ្គុំពី Roller Links និង Pin Links (ក្រាហ្វិច១៣.១)។ ដើម្បីការភ្ជាប់បានយូរ (មិនសឹក)ច្រវ៉ាក់ត្រូវដាក់ប្រេង។ អង្កត់ផ្ចិតលម្អិត ត្រូវបានបង្ហាញពីប្រភេទនៃច្រវ៉ាក់រ៉ូឡូមួយចំនួនដូចក្នុងតារាង ១៣.១ ដោយគិតតាមប្រព័ន្ធអង់គ្លេស។

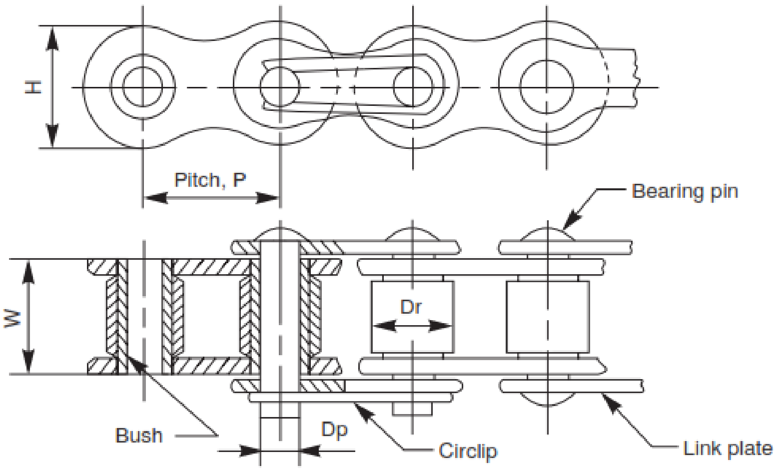


Fig. 13.1 Roller chain

Table 13.1 Roller chain dimensions. Dimensions are in mm

Designation BIS	*Pitch*	*Roller dia, D_r*	*Pin dia, D_p*	*Width W*	*Plate depth, H*
05 B	8.0	5.0	2.3	3.1	7.04
06 B	9.525	6.35	3.31	5.9	8.14
08 B	12.7	8.31	4.45	7.85	11.69
10 B	15.875	10.16	5.08	9.85	14.26
12 B	19.05	12.07	5.72	11.7	15.95
16 B	25.4	15.88	8.27	17.1	20.8

១៥.៤ ច្រវាក់ធ្មេញបញ្ច្រាសឬស្ងាត់

វាជាច្រវ៉ាក់ដែលមានល្បឿនខ្លាំង សម្រាប់ក្បាលរថយន្តសណ្តោង, ម៉ាស៊ីនស្លូច ឧបករណ៍ក្នុងម៉ាស៊ីន និងម៉ាស៊ីនប៉ូមទឹក។ ច្រវ៉ាក់នេះត្រូវធ្វើឡើងតាមតំណរប្រព័ន្ធធ្មេញស៊េរី ផ្គុំជាមួយម្ជុល ដូចទៅនឹងការចាប់ភ្ជាប់រវាងម្ជុល និងតំណរភ្ជាប់។

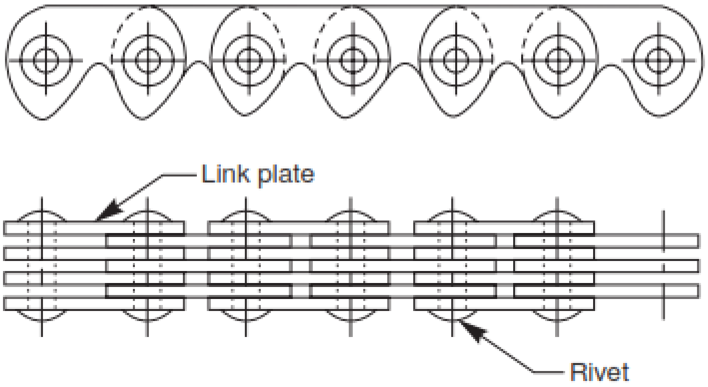


Fig. 13.2 Silent chain

១៥.៥ ពីញ៉ុងថាសច្រវាក់

វាត្រូវបានចាប់ភ្ជាប់ជាមួយ Flanges, Hubs ឬ គ្រឿងទទួលផ្សេងទៀត (ក្រាហ្វិច ១៣.៣)។ តាមរយៈពីញ៉ុងថាសច្រវ៉ាក់ ជាធម្មតាវាធ្វើពីGrey iron casting ហើយវាក៏អាចធ្វើពីដែកស្និត ឬដែកផ្សា។ ពីញ៉ុងថាសតូច ត្រូវគេធ្វើជារាងបន្ទះ ហើយពីញ៉ុងថាធំ ធ្វើជារាងដុំកង ដែលផ្គុំជាមួយHub។

១៥.៦ ការគ្រោងប្លង់

ការរចនានៃខ្សែច្រវ៉ាក់រ៉ូឡូ រួមមានការជ្រើសរើសច្រវ៉ាក់ និងទំហំពីញ៉ុងថាស។ វាក៏ត្រូវបានរួមបញ្ចូលជាមួយប្រវែងរបស់ច្រវ៉ាក់ និងចំងាយពីចំណុចកណ្តាល។ ការកំណត់កត្តាដែលរចនាច្រវ៉ាក់ វាអាស្រ័យចលនារង្វិលមួយនាទីនៃថាសធ្មេញពីញ៉ុងដែរ។ កម្រាស់ច្រវ៉ាក់ច្រើនកង់បានបញ្ជូនកម្លាំងល្អជាង នៅចំណុចល្បឿនលឿន មួយ។ វាក៏ត្រូវបានកាត់បន្ថយសម្លេង ដោយសារចលនាស្ងួតរបស់វាដែរ។

ជាទូទៅក្នុងការប្រើប្រាស់ គេប្រើថាងច្រវាក់ទំហំធ្មេញ ១៧ ដែលមានលក្ខណៈដំណើរស្ទួតក្នុងល្បឿនលឿន មួយ។ ទំហំធ្មេញធម្មតាធំបំផុតមាន១២០។ ការប្រើប្រាស់បង្ហាញតាមរយៈអត្រារង្វិលនៃថាសច្រវ៉ាក់ដែលមានមិនច្រើនជាង៦។ ចំណុចកណ្តាលត្រូវឆ្ងាយជាងពាក់កណ្តាលអង្កត់ផ្ចិតនៃដុះថាសច្រវាក់តូចជាងគេ បូកមួយកន្លះនៃថាសច្រវាក់ដែលជាងគេ។ ៨ដងនៃpitch ចាត់ទុកជាចំនួនធំបំផុត។ ប្រវែងច្រវ៉ាក់ តាមនិយមន័យគឺជាចំនួនធ្មេញនៅក្នុងថាសច្រវាក់និងចំងាយពីចំណុចកណ្តាល។ ក្នុងករណីនេះ ច្រវាក់ត្រូវកំណត់ជាលេខគត់សម្រាប់ធ្មេញវា ហើយអាចជាលេខដែលចែកដាច់។

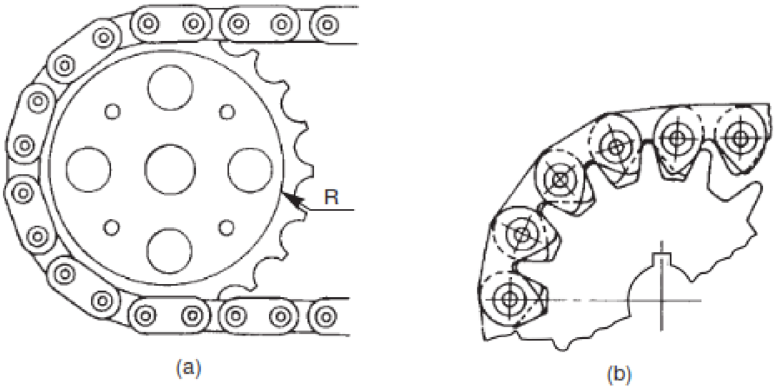


Fig. 13.3 Sprockets

១៥.៧ ពីញ៉ុង នាមវលីពីញ៉ុង

ពីញ៉ុងជាផ្នែកមួយម៉ាស៊ីន ដែលគេប្រើក្នុងប្រអប់សម្រាប់ការបញ្ជូនកម្លាំងទៅភ្លៅ ដោយបែងចែកតាមចង្វាយ។ ប្រភេទពីញ៉ុងនីមួយៗ វាចាប់ខាំភ្ជាប់បញ្ចូលតាមធ្មេញ ហើយបង្កើតបានសំពាធកម្លាំងកម្រិតកណ្តាលមួយ ដែលគេហៅថា ចន្លោះធ្មេញ(tooth space)។ នៅពេលដែលពីញ៉ុងពីរខាំចូលគ្នា ធ្មេញនៃពីញ៉ុងបានចូលទៅចន្លោះនៃពីញ៉ុងមួយទៀត ដូចច្នេះ ផ្លូវបញ្ជូនកម្លាំងគឺវិជ្ជមាន ហើយនៅពេលពីញ៉ុងវិល ពីញ៉ុងផ្សេងទៀតក៏វិលដែរ ដែលនេះជាការបញ្ជូនកម្លាំងពីភ្លៅមួយទៅភ្លៅផ្សេងទៀត។

ក្រាហ្វិច១៣.៥a បង្ហាញពីផ្នែកនៃពីញ៉ុង Spur និងក្រាហ្វិច១៣.៥b បង្ហាញពី ពីញ៉ុង Spur ពីរខាំបញ្ចូលគ្នា ដែលបង្ហាញលគ្រប់លក្ខខណ្ឌដែលពីញ៉ុងពីរជាប់គ្នា។ លក្ខខណ្ឌទាំងអស់វាមានមុខងារតាមប្រភេទនៃពីញ៉ុង។

១៥.៨ ទ្រង់ទ្រាយធ្មេញ ពីញ៉ុង

ពីញ៉ុង ត្រូវចែកតាមមូលដ្ឋាននៃរូបសណ្ឋានរបស់ទំរង់ធ្មេញ ហើយមានទំនាក់ទំនងជាមួយភ្លៅសងខាងសម្រាប់ បង្កើតការបញ្ជូនកម្លាំង។ រូបពីញ៉ុងដែលគេនិយមប្រើប្រាស់ ត្រូវបង្ហាញក្នុងក្រាហ្វិច១៣.៤។

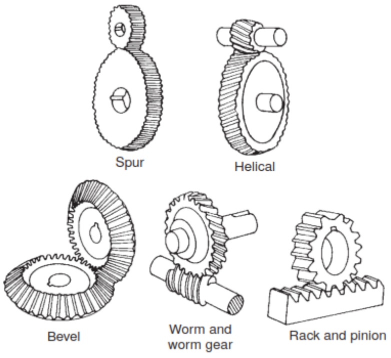


Fig. 13.4 Types of gears

១៥.៩ ទ្រង់ទ្រាយធ្មេញ

ចំនួនកោងអាចត្រូវបានប្រើជាទ្រង់ទ្រាយរបស់ធ្មេញ។ ប៉ុន្តែក្នុងលក្ខណៈអាជីវកម្ម Cycloidal និង Involute Cure ត្រូវបានគេប្រើ។ ក្នុងករណីទាំងពីរនេះ Involute ត្រូវបានប្រើទូលំទូលាយជាង ពីរព្រោះវាត្រូវបានបង្ហាញលក្ខណៈល្អទាំងក្នុងការផលិត និងការប្រើប្រាស់។

១៥.៩.១ ទ្រង់ទ្រាយធ្មេញ Involute

Involute គឺជាដានកោងដែលចាប់ពីចំនុចមួយទៅបន្ទាត់ត្រង់មួយ នៅពេលដែលវារង្វិលដោយមិនមានការរអិលនៅលើរង្វង់។ ក្រាហ្វិច១៣.៦ បង្ហាញពីជំហ៊ាននៃការគូសធ្មេញInvolute នៃពីញ៉ុង ដែលមានដូចតទៅ៖

១.ចំនុច O ជាចំនុចកណ្តាល និងមានកាំស្មើ កាំនៃPitch គូសកោងជារង្វង់

២.គ្រប់ចំនុចនៃកំណោងP គូសបន្ទាត់ប៉ះ T-T

៣.គូសបន្ទាត់ប៉ះN-Nនៃរង្វង់គ្រឹះ(Base Circle) កាត់ត្រង់P ដែលមានចំណុចប៉ះ និងចំនុចP បង្កើតបានមុំ ɸ

៤.ពីចំនុចកណ្តាល O គូសបន្ទាត់ OQ ទៅចំនុចប៉ះនៃបន្ទាត់N-N

៥.ចំនុច O ជាចំណុចកណ្តាល ដែលមានកាំ OQ ដែលកាំនៃរង្វង់គ្រឹះ (Base Circle)

៦.ចំនុច O ជាចំនុចកណ្តាល គូសរង្វង់ដែលបង្ហាញពីរង្វង់កំណោង Addendum និង Dedendum

៧.ចេញពីចំណុចនៃរង្វង់គ្រឹះ សង់កំណោងInvolute ដូចបង្ហាញនៅចំនុច X

៨.គូសដាននៃកំណោង និងផ្នែកមួយនៃរង្វង់គ្រឹះ ទៅផ្នែកផ្សេងទៀតនៃក្រដាស ដូចបង្ហាញនៅចំណុច Y

៩.នៅលើរង្វង់Pitch ដៅចំណុច ១,២,៣,៤ ...., ដោយចែកបានចម្ងាយមួយដែលស្មើននឹង ពាក់ កណ្តាលនៃរង្វង់Pitch

១០.ដាក់ចំណុចដាននៅលើក្រដាស ដូចដែលបានបង្ហាញថា ធ្នូAB ត្រួតគ្នានឹងរង្វង់គ្រឹះ និងកំណោងដែលកាត់តាមចំនុច១

១១.ដៅពីរបីចំណុចនៅលើកំណោង បន្លាយបន្ទាត់ដែលនៅចន្លោះAddendum និងរង្វង់គ្រឹះ

១២.ភ្ជាប់ចំណុចទាំងអស់ ដោយកំណោងស្មើមួយ

១៣.គូសបន្ទាត់មួយជាកាំនៅក្រោមរង្វង់គ្រឹះ និងភ្ជាប់វាទៅនឹងបាតក្រោម ដោយបន្លាយនៃកាំr ដែលមានតម្លៃស្មើនឹង 0.125 p_c

១៤.ត្រលប់ក្រដាសដាន ធ្វើតាមចំណុច១១ទៅ១៣ និងបំពេញកំណោងដោយកាត់តាមចំណុច២ ដដែលមានទ្រង់ទ្រាយធ្មេញមួយ

១៥.គូសសាឡើងវិញនៅចំនុច១១ទៅ១៤ និងគូសទ្រង់ទ្រាយធ្មេញផ្សេងទៀត។

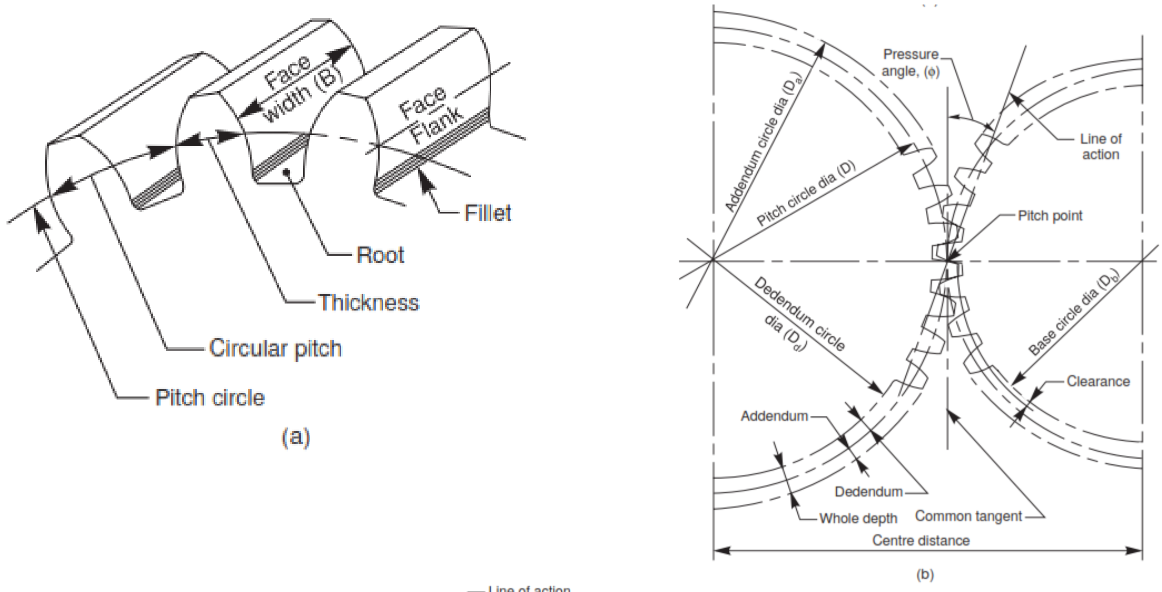


Fig.13.5 Gear nomenclature

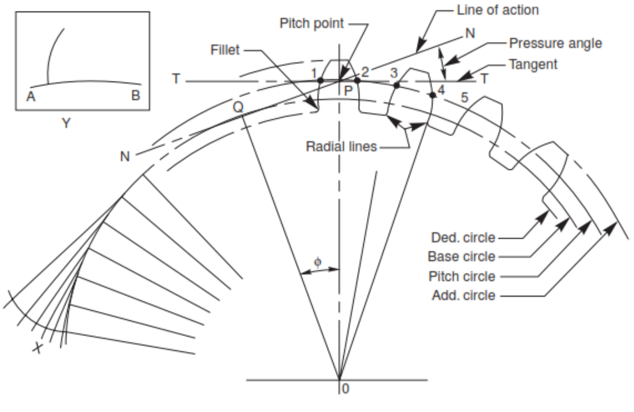


Fig. 13.6 Method of drawing involute tooth profile

១៥.១០ ការបង្កើតដោយប្រហែលនៃទ្រង់ទ្រាយធ្មេញ

ជាញឹកញាប់វាមានលក្ខណៈចាំបាច់សម្រាប់គូសធ្មេញមួយគូនៃពីញ៉ុងខាំចូលគ្នា ដើម្បីយល់ពីបញ្ហាពាក់ព័ន្ធក្នុងពីញ៉ុងដែលមានធ្មេញខាំជាប់គ្នា។ ម្យ៉ាងវិញទៀត ការគូសគឺមិនត្រូវប្រើធ្មេញដែលមាននៅក្នុងហាង

ទេ ប៉ុន្តែវាជាករបង្កើតប្រហែលដែលអាចធ្វើបានដើម្បីគូសទ្រង់ទ្រាយធ្មេញ។ ជំហ៊ាននៃការគូសពាក់ព័ន្ធនៃការបង្កើតមានៈ

ករណី១ៈ ចំនួនធ្មេញត្រឹម៣០ គឺលើសនេះ (ក្រាហ្វិច១៣.៧)

១. កំណត់O ជាចំណុចកណ្តាល គូសធ្នូនៃរង្វង់ dedendum, pitch និង addendum

២. គ្រប់ចំណុចនៅលើរង្វង់ pitch កំណត់ចំណុច P

៣. ចំងាយ OP ជាអង្កត់ផ្ចិត គូសពាក់កណ្តាលរង្វង់

៤. ចំណុច P ជាចំណុចកណ្តាល ដែលមានកាំស្មើតម្លៃ 0.125 x D (អង្កត់ផ្ចិតនៃរង្វង់pitch) គូសធ្នូមួយដែលកាត់តាមពាក់កណ្តាលរង្វង់ត្រង់ចំណុច Q

៥. ចំណុច O ជាចំណុចកណ្តាល និង OQ ជាកាំ គូសធ្នូ ដោយចំណុចកណ្តាលនៃធ្នូជាទ្រង់ទ្រាយធ្មេញ បន្លាយធ្នូ ហើយកំណត់យកកាំស្មើតម្លៃនៃ 0.125 D

៦. នៅលើរង្វង់pitch កំណត់ចំណុច ១,២,៣,៤ .... ដោយកំណត់ចំងាយស្មើពាក់កណ្តាលនៃរង្វង់pitch

៧. ចំណុចនីមួយៗជាចំណុចកណ្តាល គូសកាំរង្វង់ស្មើ 0.125 D រួចដៅចំណុចជា ១´, ២´,៣´,៤´ ....នៅលើធ្នូ និងលើរង្វង់ដែលកាត់តាម ដៅចំណុច Q

៨. ចំណុច ១´, ២´,៣´,៤´ ....ជាចំណុចកណ្តាល ហើយកាំស្មើតម្លៃR គូសធ្នូ ដោយគូសកាត់តាមចំណុច១,២,៣,៤...

៩. បន្ថែមចំណុចលើកំពូល ហើយភ្ជាប់ធ្នូទៅបាតក្រោម ដោយបន្លាយនៃកាំr (fillet) ដោយយកតម្លៃស្មើ0.125 p_c ។

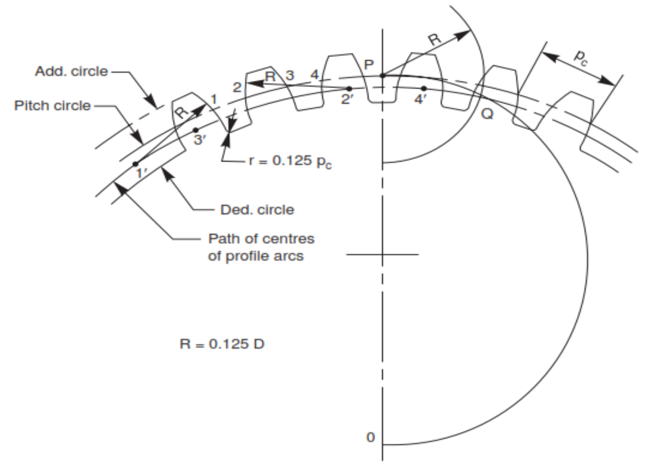


Fig. 13.7 Approximate construction of tooth profile (number of teeth 30 and above)

ករណី២៖ ចំនួនធ្មេញក្រោម ៣០ (ក្រាហ្វិច១៣.៨)

១. ធ្វើតាមជំហ៊ានទី១ដល់ទី៨ នៃការព៌ណ៌នាខាងលើ

២. ពីចំណុច O គូសបន្ទាត់ កែងទៅនឹងធ្នូខាងលើ

៣. បន្ថែចំណុចកំពូល និងភ្ជាប់ចំណុចលើបន្ទាត់ជាមួយបាតក្រោម ដោយបន្លាយកាំ(fillet) ដែលមានតម្លៃ 0.125 p_c

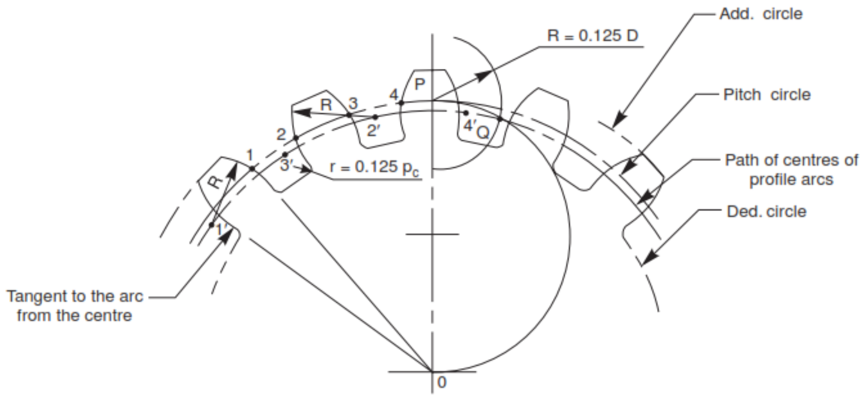


Fig. 13.8 Approximate construction of tooth profile (number of teeth less than 30)

១៥.១១ ពីញ៉ុង និងការចម្លងចលនាដោយពីញ៉ុង

១៥.១១.១ Spur Gear

ជាពីញ៉ុងដែលមានតម្លៃរង្វង់pitch តិចជាង10cm ហើយធ្វើពីsolid blank ហើយមានកម្រាស់ស្មើង។ នៅពេលរង្វង់Pitch នៅចន្លោះពី10 ទៅ 25cm ពីញ៉ុងដែលផលិតជាប់ជាមួយតួរ(web) ជាមួយដុំ hub និង rim។ កម្រាស់តួរ(web) T_w អាចស្មើនឹងរង្វង់រង្វង់pitch នៃពីញ៉ុង។ សម្រាប់ពីញ៉ុងធំ គឺមានដៃ ដែលចំនួនវាអាស្រ័យអង្កត់ផ្ចិតរបស់រង្វង់ pitch។ កម្រាស់ rim គឺ T_r ឧទាហរណ៍ កម្រាស់លោហៈធាតុនៅក្រោមធ្មេញអាចស្មើជម្រៅនៃធ្មេញ។ក្រហ្វិច ១៣.៩ បង្ហាញពីប្លង់នៃ Spur Gear ដែលជាការបង្ហាញលក្ខណៈទូទៅនៃធ្មេញពីញ៉ុង។

១៥.១១.២ ការចម្លងចលនាដោយពីញ៉ុង Spur Gear

ពីញ៉ុង Spur Gear ពីរខាំបញ្ចូលគ្នា ត្រូវបានកំណត់ថាជាការចម្លងចលនាដោយពីញ៉ុង។ ក្នុងការចម្លងចលនាពី ញ៉ុងទាំងអស់ លើកលែង worm gear ពីញ៉ុងពីរតូច ត្រូវបានគេកំណត់ថា pinion និងធំមួយដែលហៅថាពីញ៉ុង ឬដុំកង់ពីញ៉ុង។ ក្រាហ្វិច ១៣.១០ បង្ហាញប្លង់នៃ ការចម្លងចលនាដោយ Spur Gear ដែលត្រូវការប៉ារ៉ាម៉ែត្រច្រើន។

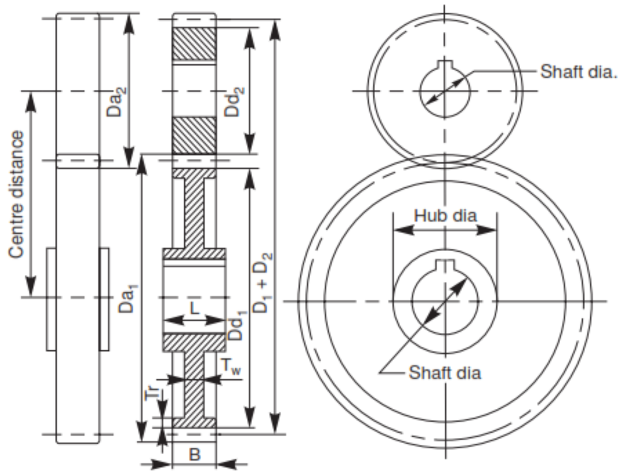


Fig. 13.10 Spur gearing

១៥.១១.៣ Helical Gear

Helical Gear មានធ្មេញទ្រេតទៅអក្សរ៍បង្វិលដែលបង្កើតបានជាមុំ helix angle។ វាក៏ត្រូវបានប្រើភ្ជាប់ជាមួយភ្លៅស្របៗ នៅពេលHelical Gear ដំណើរការ ភ្លៅនៃពីញ៉ុងជាផ្នែករងបន្ទុក ដែលវាអាចទប់ដោយការប្រើ Helical Gearពីរ (herring-bone gear) ។វាមានភាពស្មើគ្នាសម្រាប់ Helical Gearពីរវិលផ្ទុយដៃ ដោយម្ខាងចាប់ភ្ជាប់ជាមួយភ្លៅដូចគ្នា។ ការកែសម្រួល ត្រូវកែទីតាំងដែលទទួលរងបន្ទុក និងកាត់បន្ថយបន្ទុករវាងគ្នានិងគ្នា។

១៥.១១.៤ ការចម្លងចលនា Helical Gearing

Helical Gearពីរ ជាកខាំបញ្ចូលគ្នា ត្រូវបានគេហៅថា ការចម្លងចលនា Helical Gearing។ ផ្នែកក្រៅបង្អស់របស់ Helical Gearពីរខាំបញ្ចូលគ្នា ត្រូវមានពីញ៉ុងម្ខាងទ្រេតខាងស្តាំដៃ និងមួយទៀតត្រូវទ្រេតមកខាងឆ្វេងដៃ ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូប ១៣.១១។ ការចម្លងចលនា Helical Gearing គឺមានសម្លេងតិច ក្នុងពេលប្រតិបត្តិការ ពីព្រោះធ្មេញរបស់ពីញ៉ុងវាខាំបញ្ចូលគ្នាបន្តិចៗនៅពេលវាចម្លងចលនាឱ្យគ្នា។

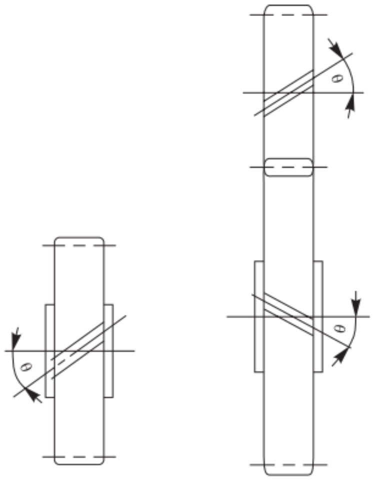


Fig. 13.11 Helical gear and helical gearing

១៥.១១.៥ Bevel Gear

នៅក្នុង Bevel Gear ធ្មេញរបស់វាមានទំរង់ ជាសាជី (conical) ហើយគេប្រើវាក្នុងការបញ្ជូនចលនារបស់ភ្លៅដែលកែងគ្នាឬកាត់គ្នា។ Bevel Gear ត្រូវបានបែងចែកតាមប្រភេទធ្មេញរាងត្រង់ និងរាងគូទខ្យង (spiral)។ Hypoid Gear គឺមានលក្ខណៈស្រដៀងទៅគ្នានឹង Spiral Bevel Gear លើកលែងតែភ្លៅទល់គ្នា ឬភ្លៅមិនមានកាត់គ្នា។ Bevel Gears អាចប្រើសម្រាប់ភ្ជាប់ភ្លៅ នៅមុំណាមួយ ហើយជាទូទៅប្រើនៅមុំ90°។ ក្រាហ្វិច ១៣.១២ បង្ហាញប្លង់របស់ Bevel Gear។

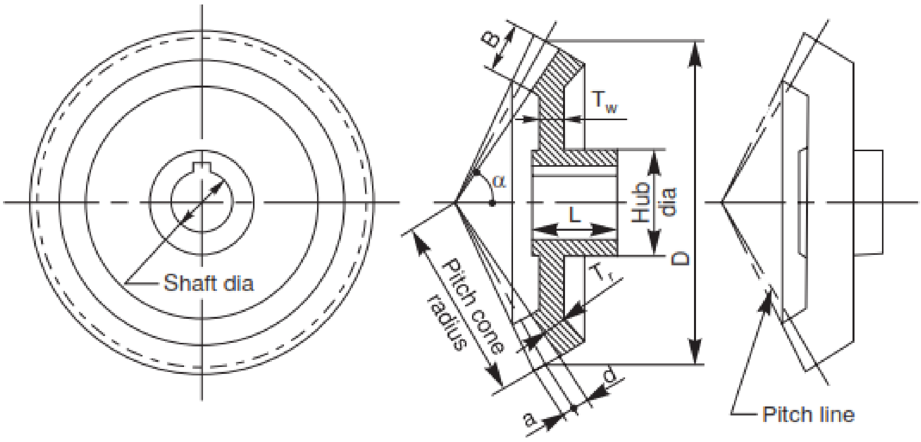


Fig. 13.12 Bevel gear

១៥.១១.៦ ការចម្លងចលនារបស់ Bevel Gearing

Bevel Gear ពីរខាំបញ្ចូលគ្នា គេហៅថាការចម្លងចលនាដោយ Bevel Gearing។ ក្នុងBevel Gearing ជុំpitch cone មានមុំធៀបទៅនឹង pinion និង ពីញ៉ុងត្រូវបានកំណត់ចេញពីមុំរបស់ភ្លៅ ឧទាហរណ៍ មុំនៅចន្លោះចំណុចភ្លៅកាត់គ្នា។ ក្រាហ្វិច១៣.១៣ បង្ហាញពីប្លង់ពីរនៃ ការចម្លងចលនាដោយ Bevel Gearing ។

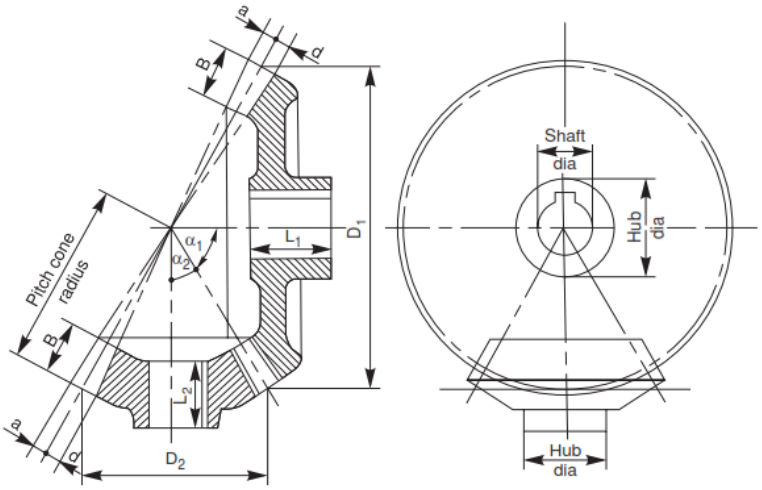


Fig. 13.13 Bevel gearing

១៥.១១.៧ Worm និង Worm Gear (Wheel)

Worm និង Worm Gear ក្នុងការបញ្ចូលគ្នា ឧទាហរណ៍ ក្នុងការខាំបញ្ចូលគ្នា ត្រូវបានគេហៅថាការចម្លងចលនាដោយ Worm Gearing ហើយវាត្រូវបានរេតក្នុងតម្រូវការកាត់បន្ថយល្បឿនខ្លាំង។ ក្នុងការចម្លងចលនាដោយ Worm Gearing ចំនួនចង្កូរគឺជា Worm ដែលវានៅក្នុងទម្រង់ជាខ្ចៅ (screw) ហើយមានមាត់ជាខ្សែខ្ចៅ។ Worm អាចមានទម្រង់ខ្សែខ្ចៅជាចំនុចផ្តើមមួយ(Single) ឬពហុផ្តើម ដែលវាមានលក្ខណៈពីឆ្វេង ឬស្តាំ។ ចំនួនចង្កូរត្រូវបានគេកំណត់ថាជា Worm Gear ឬ Worm Wheel។ ក្នុងការរចនាមួយ Worm Gear គឺវានៅទល់នឹង Helical Gear ដែលធ្មេញរបស់វាត្រូវកាត់ចូលក្នុង រាង Concaveនៃផ្ទៃខាងក្រៅ និងផ្នែកគម្របស៊ុមរបស់Worm។ ក្រាហ្វិច ១៣.១៤ បង្ហាញ Worm និង Worm Gear ដែលបង្ហាញដាច់ដោយឡែកពីគ្នា និងក្រាហ្វិច ១៣.១៥ គឺដូចគ្នាក្នុងខាំបញ្ចូល។

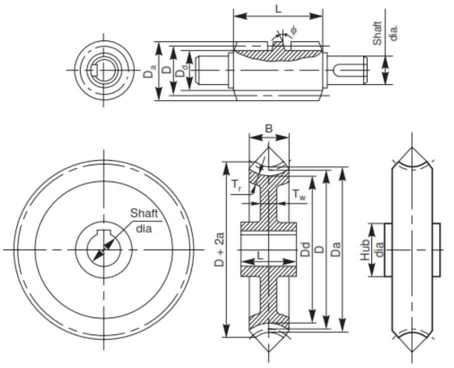


Fig.13.14 Worm and worm gear

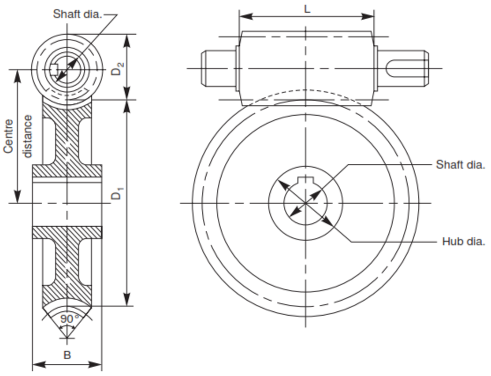


Fig. 13.15 Worm gearing

បណ្ណាល័យសាស្ត្រ

១.គំនូរបច្ចេកទេស១, លោក គង់ សម្បត្តិ, សាលាបច្ចេកទេស ដុនបូស្កូ ភ្នំពេញ

២.សៀវភៅគំនូរបច្ចេកទេសគ្រឿងយន្តកសិកម្ម, បណ្ឌិត ចាន់ សារុទ្ធ

៣.Basic Mechanical Engineering by Pravin Kumar, 2013

៤.Machine Drawing 3rd Edition by K.L Narayana, 2006

៥.The mechanical design process by David G. UIMAN, 2003