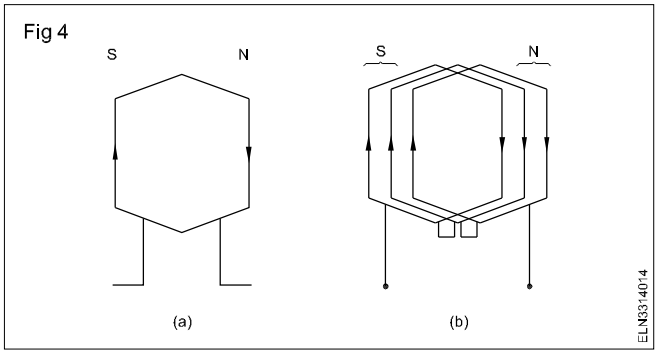
क्वायल ग्रुप (Coil group) : जब आप किसी वाइंडिंग में धारा प्रवाह की दिशा का अवलोकन करेंगें, तो आप देखेंगें कि क्वायल की दोनों साइडों में धारा की दिशा विपरीत होगी, जैसा कि Fig 4(a) में दिखाया गया है।

यथानुसार एक सिंगल क्वायल में धारा दो भिन्न प्रकार के पोल उत्पन्न करती है। एक सामान्य वाइन्डिंग में डिजाईन के अनुसार एक या अधिक क्वायल, एक ग्रुप बनाने के लिए श्रेणी में जोडी जाती है जैसा कि Fig 4(b) में दिखाया गया है। (एक ग्रुप में तीन क्वायलें है) एक वाइन्डिंग में कुल क्वायल ग्रुपों की संख्या फेजों की संख्या तथा पोलों की संख्या के गुणनकल के बराबर होती है।



$$\text{क्वायल ग्रुप की संख्या} = \frac{\text{फेजों की संख्या}}{\text{पोलों की संख्या}}$$

$$\text{Coil group per phase per pole} = \frac{\text{Total No. of coil groups}}{\text{No. of phases x No. of poles}}$$

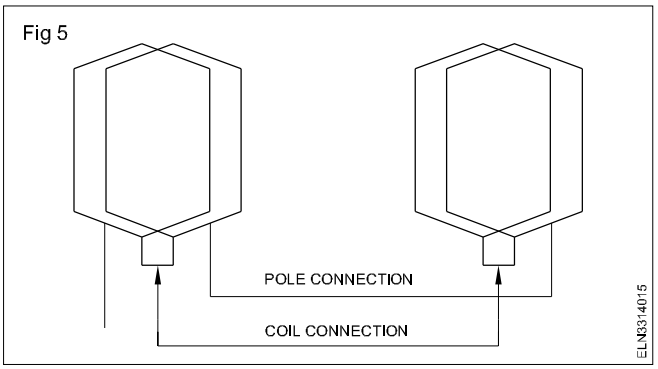
और प्रति फेस प्रति पोल एक वर्ग में कॉइलों की संख्या

$$= \frac{\text{Total number of coils}}{\text{No. of phases x No. of poles}}$$

$$= \frac{\text{Total number of coils}}{\text{Total number of groups}}$$

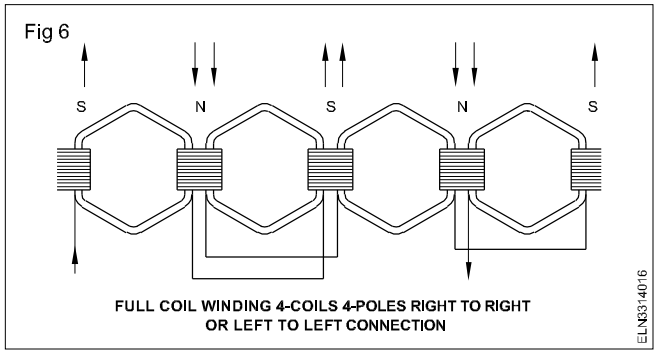
और प्रति फेस प्रति पोल एक वर्ग में कॉइलों की संख्या

क्वायल संयोजन (Coil connections): संयोजन जो एक वाइंडिंग के एक सिरे को, दूसरी क्वायल के सिरे के साथ एक ही समूह मे जोडे जाते है वे क्वायल संयोजन कहलाते है और Fig 5 में दिखाये गये है।

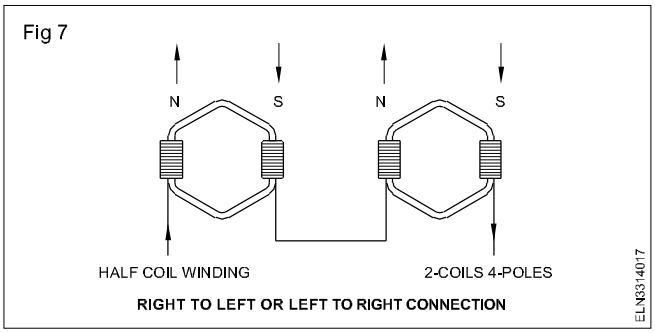


पोल संयोजन (Pole connection) : जब एक ही फेज में एक ग्रुप के संयोजन दूसरे ग्रुप के साथ किये जाते है वे पोल संयोजन या समूह संयोजन कहलाते है, और इन्हें Fig 5 में दिखाया गया है।

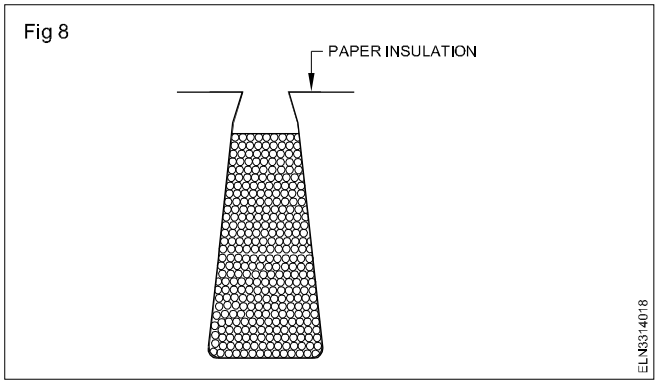
सम्पूर्ण-क्वायल वाइन्डिंग (Whole-coil winding): जिस वाइंडिंग में प्रति फेज क्वायल समूह की संख्या मशीन के पोलों की संख्या के बराबर होती है वह सम्पूर्ण-क्वायल वाइंडिंग कहलाती है। Fig 6 को देखें।



हाफ क्वायल वाइन्डिंग (Half coil winding) : जिस वाइंडिंग में प्रति फेज क्वायल ग्रुप की संख्या मशीन के पोलों की संख्या से आधी होती है वह हाफ क्वायल वाइंडिंग कहलाती है। हाफ क्वायल वाइंडिंग प्रायः छत के पंखों, दो गुनों स्पीड वाली मोटरों व सबमर्सिबल मोटरों में की जाती है। Fig 7 देखें।



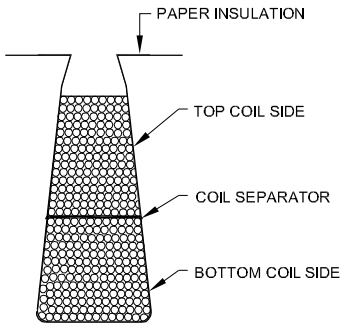
सिंगल लेयर वाइन्डिंग (Single layer winding) : एक परत वाइंडिंग में प्रत्येक स्लाट मे केवल एक क्वायल भुजा रहती है जैसा कि Fig 8 में दिखाया गया है और मशीन के खाँचों या आर्मेचर में क्वाइलों की संख्या, खाँचों slots की संख्या से आधी होती है। एकल परत वाइंडिंग में क्वायल पिच प्रायः विषम संख्या में ली जाती है।



डबल लेयर वाइन्डिंग (Double layer winding) : डबल लेयर वाइन्डिंग में प्रत्येक स्लॉट में दो क्वायल साइड होती है (अर्थात एक ऊपरी तथा एक निचली) जैसा कि Fig 9 में दिखाया गया है और क्वाइलों की संख्या स्टेटर में स्लाटों की संख्या के तुल्य होती है।

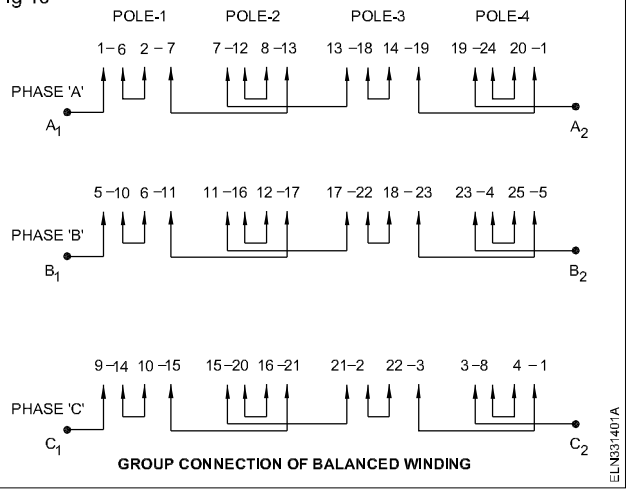
Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 9



सन्तुलित वाइन्डिंग (Balanced winding) : जब प्रति फेज प्रति पोल क्वायल समूह के प्रत्येक समूह में क्वाइलों की संख्या बराबर हो तो वाइंडिंग सन्तुलित वाइंडिंग ('balanced winding') कहलाती है। यह सम ('Even') समूह वाइंडिंग भी कहलाती है और इसे Fig 10 में देखें।

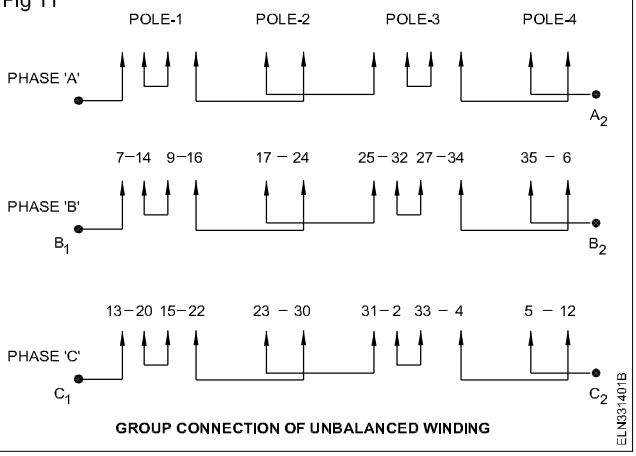
Fig 10



असन्तुलित वाइन्डिंग (Unbalanced winding) : यदि प्रति फेज प्रति पोल क्वायल समूह के प्रत्येक समूह में क्वाइलों की संख्या असमान होती है तो इस प्रकार की क्वाइल असन्तुलित वाइंडिंग कहलाती है। इसे कई बार 'विषम ग्रुप' भी कहते है और इसे Fig 11 में दिखाया गया है।

यह महत्वपूर्ण होता है कि प्रत्यके फेज में क्वाइलों की संख्या बराबर होनी चाहिए चाहे वाइंडिंग सन्तुलित हो या असन्तुलित जैसा कि Fig 10 व 11 में दिखाया गया है।

Fig 11



सकेन्द्रिय वाइन्डिंग (Concentrated winding) : जब किसी वाइंडिंग में प्रति पोल प्रति फेज क्वाइलों की संख्या एक होती है, तब वाइंडिंग सकेन्द्रिय'(concentrated winding') वाइंडिंग कहलाती है। इस प्रकार की वाइन्डिंग में प्रत्येक क्वायल भुजा एक स्लाट हो घेरती है।

वितरित वाइन्डिंग (Distributed winding) : इस वाइंडिंग में प्रति फेज प्रति पोल क्वाइलों की संख्या एक से अधिक होती है और कई स्लाटों में व्यवस्थित होती है । इस स्थिति में प्रत्येक क्वायल की समान पोल पिच होती है।

आंशिक रूप से वितरित वाइन्डिंग (Partially distributed winding): इस प्रकार की वाइन्डिंग में क्वायल की भुजा, सभी खाँचों को नही घेरती है, परन्तु कुछ स्लाट खाली रहते है और वे खाँचे रिक्त (dummy) खाँचे कहलाते है।

पूर्ण वितरित वाइन्डिंग (Fully distributed winding) : यह वह वाइंडिंग होती है जिसमें एक भी खांचा रिक्त नही रहता है।

विभिन्न प्रकार की AC वाइन्डिंग (Different types of AC Windings)

वाइंडिंग आकार के अनुसार निम्नलिखित प्रकार की होती है।

a बास्केट वाइन्डिंग (Basket winding)

b कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग (Concentric winding)

c स्कीन वाइंडिंग (Skein winding)

d फ्लैट लूप नान-ओवर लैप्ड वाइंडिंग (Flat loop Non-overlapped winding)

e फ्लैट लूप ओवर लैप्ड या चेन वाइंडिंग (Flat loop overlapped or chain winding)

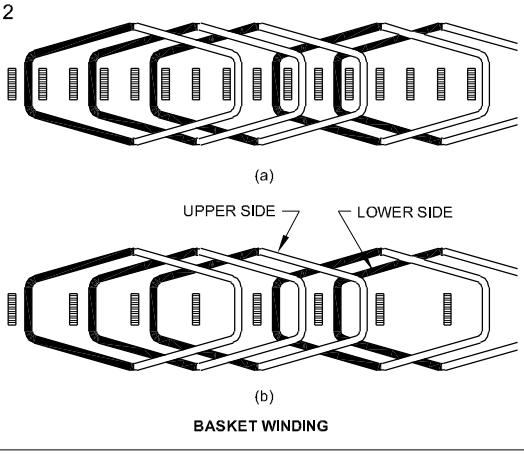
f स्क्यू वाइंडिंग (Skew winding)

g डायमण्ड क्वायल वाइंडिंग (Diamond coil winding)

h इन्वोल्यूट क्वायल वाइंडिंग (Involute coil winding)

टोकरी वाइन्डिंग (Basket winding) : इस वाइंडिंग में, वाइंडिंग पूर्ण होने के पश्चात, वाइंडिंग के सिरे टोकरी की बुनाई की तरह दिखाई देती है, इसलिए इसे बास्केट वाइंडिंग कहते है। a) सिंगल लेयर (Single layer) बास्केट वाइंडिंग Fig 12a में, और डबल लेयर (double layer) बास्केट वाइंडिंग Fig 12b में दिखाई गई है।

Fig 12



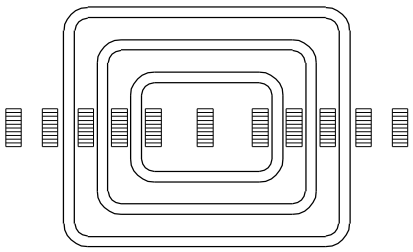
कान्सेन्ट्रिक (या बॉक्स) वाइन्डिंग (Concentric (or box type) winding): इस प्रकार की वाइंडिंग में, एक ग्रुप में दो या दो से अधिक क्वाइलों होती है और प्रत्येक ग्रुप में प्रत्येक वाइंडिंग का केन्द्र भी एक होता

Copyright Free Under CC BY Licence

है। प्रत्येक ग्रुप में, क्वायल पिच बराबर नही होती है और इसलिए ये एक दूसरे को ओवरलैप नही करती है।

इस वाइंडिंग में क्वाइलों की पिच समान नही होती है और ग्रुप की प्रत्येक क्वायल की पिच में 2 का अन्तर होता है। इसलिए विभिन्न क्वायल स्पैन होने के कारण क्वाइलों को खाँचों में डालने में अधिक श्रम लगता है, फिर भी इस डिजाईन में क्वाइलों के शीतलन (cooling) के लिए अधिक स्थान मिल जाता है। यह वाइंडिंग प्रायः एकल कला (single phase) मोटरों की वाइंडिंग में अपनाई जाती है। इसे Fig 13 में दिखाया गया है।

Fig 13

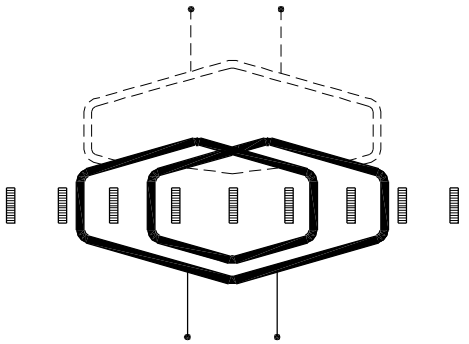


CONCENTRIC WINDING

ELN331401D

लच्छी वाइन्डिंग (Skein winding) : लच्छी वाइंडिंग में, सबसे पहले एक पर्याप्त लम्बाई की लम्बी क्वायल, कुण्डलित की जाती है और इसके बाद इसे एक स्लाट में डाला जाता है, बची हुई लम्बाई को मोडकर संगत खाँचों में डाला जाता है जैसा कि Fig 14 में दर्शाया गया है।

Fig 14

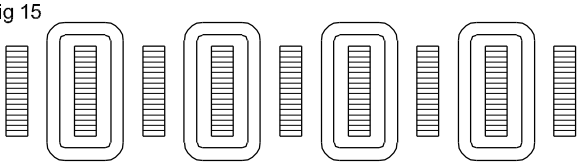


SKEIN WINDING

ELN331401E

फ्लैप लूप नान-ओवर लैप्ड वाइन्डिंग (Flat loop non-overlapped winding) : इस वाइंडिंग में क्वायल एक दुसरे को ओवरलैप्ड नही करती है और इसलिए यह फ्लैट लूप नान आवेरलैप वाइंडिंग कहलाती है। इस प्रकार की वाइंडिंग में प्रत्येक ग्रुप में केवल एक क्वायल होती है। इसे Fig 15 मे दिखाया गया है।

Fig 15

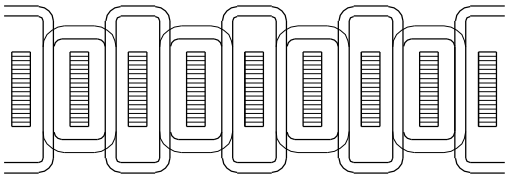


FLAT LOOP NON-OVER LAPPED WINDING

ELN331401F

फ्लैप लूप ओवरलैप्ड या चेन वाइन्डिंग (Flat loop overlapped or chain winding) : इस वाइन्डिंग में प्रति फेज प्रति पोल क्वायल की संख्या एक से अधिक होती है और पिच भी भिन्न-भिन्न होती है, और चेन की तरह क्वायल एक दूसरे को ओवर लैप करती है। Fig 16 में इस वाइन्डिंग के रूप में दिखाया गया है।

Fig 16

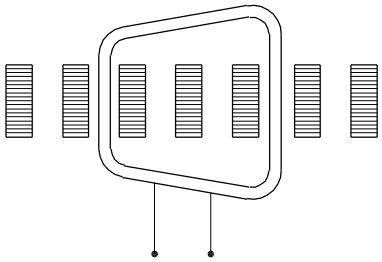


FLAT LOOP OVERLAPPED WINDING OR CHAIN WINDING

ELN331401G

स्क्यू वाइन्डिंग (Skew winding) : इस वाइंडिंग में क्वायल की भुजा असमान होती है, जिससे ऊष्मा के निष्कासन के लिए अधिक स्थान मिलता है। इस वाइन्डिंग को Fig 17 द्वारा दिखाया गया है।

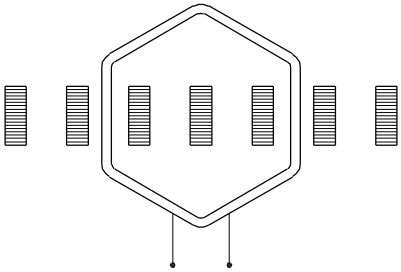
Fig 17



ELN331401H

डायमण्ड क्वायल वाइन्डिंग (Diamond coil winding) : इस वाइंडिंग मे उपयोग होने वाली क्वायल का आकार डायमण्ड के जैसा होता है, यह क्वायल अधिक स्थान घेरती है। इसे Fig 18 में दिखाया गया है।

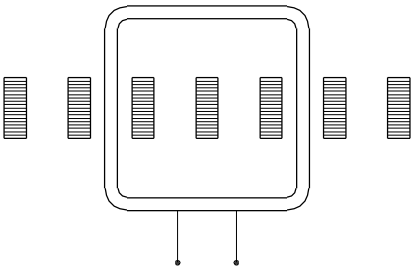
Fig 18



ELN331401I

इनवोल्यूट क्वायल वाइन्डिंग (Involute coil winding) : इस प्रकार की क्वायल पहले तो डायमण्ड के आकार में बनाई जाती है और बाद में इसकी अक्रियाशील भुजा को दबा कर क्वायल का आकार इनवोल्यूट क्वायल का बन जाता है जिसे Fig 19 में दिखाया गया है।

Fig 19



ELN331401J

वैद्युतिक अंश (Electrical degrees): एक पोल युग्म में 360° वैद्युतिक अंश होती है। इसका अर्थ है प्रत्येक पोल में 180° वैद्युत होती है। इसलिए मोटर में वैद्युतिक अंश पोलों की संख्या पर निर्भर करती है।

2 पोल के लिए - 360° वैद्युतिक अंश

4 पोल के लिए - 720° वैद्युतिक अंश

6 पोल के लिए - 1080° वैद्युतिक अंश

Copyright Free Under CC BY Licence

खाँचे के कोण को निम्नलिखित सूत्र से ज्ञात कर सकते है

$$\text{स्लॉट कोण} = \frac{180^0 \times \text{पोलों की संख्या}}{\text{स्लॉटो की कुल संख्या}}$$

या

$$\text{स्लॉट कोण} = \frac{360^0 \times \text{पोलों की संख्या}}{\text{स्लॉटो की कुल संख्या}}$$

फेज विस्थापन (Phase dispalcement) : एक फेज के लिए स्टार्टिंग (starting) व रनिंग (running) वाइंडिंग 90^o से विस्थापित होनी चाहिए। उदाहरण के लिए यदि स्लाट कोण 30^o है तो यदि रनिंग वाइंडिंग स्लाट संख्या से शुरू होती है तो स्टार्टिंग वाइंडिंग स्लाट संख्या 4 से शुरू होनी चाहिए।

उदाहरण : 'B' क्लास मोटर के लिए इंसुलेशन का विवरण नीचे है।

आंतरिक स्लाट (Slot liner) : 0.175 mm मोटा प्रेस पेपर का एक पर्त के साथ 0.25 mm मोटे फाइबर ग्लास जिसके पीछे माइका लगा हो का उपयोग आंतरिक स्लाट के रूप में किया जाता है। यह कोर के सिरों के बाहर 10 mm होना चाहिए।

क्वाइल सेपरेटर (Coil separator) : मल्टी लेयर वाइंडिंग की स्थिति में 0.375 mm मोटे प्रेस पेपर और फाइबर गलास माइका संयुक्त रूप में प्रयोग किए जाते है और इसे प्रत्येक कोर के सिरों पर 10 mm बड़ा होना चाहिए।

वेज सेपरेटर या पैकिंग स्ट्रिप (Wedge separator/packing strip): 0.375 mm मोटे मेलानेक्स का उपयोग आंतरिक स्लाट और वेज के बीच किया जाता है। इसे प्रत्येक कोर पर 10 mm बड़ा होना चाहिए।

वेज (Wedge) : 2 mm या 3 mm वल्केनाइज्ड फाइबर उपयोग किए जाते हैं। इसे प्रत्येक कोर के सिरों पर 6 mm बड़ा होना चाहिए।

ओवर हैंग इंटर-फेज इंसुलेशन (Over hang inter-phase insulation): अर्ध चंद्रकार रूप में 0.25 mm वार्निश किया हुआ फाइबर ग्लास क्लाथ अलग-अलग फेजों के क्वाइल्स के बीच फेज अंतर इंसुलेशन के लिए उपयोग किया जाता है। इंसुलेशन के बाद सेपरेटर को 0.15 mm वर्निश किए गए फाइबर ग्लास क्लाथ, द्वारा क्वाइल्स के साथ बांधा जाना चाहिए।

हैण्ड वाइंडिंग प्रक्रिया (Hand winding process)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **हैण्ड वाइंडिंग के लाभ बताना**
- **हैण्ड वाइंडिंग की विधि का वर्णन करना।**

हैण्ड वाइंडिंग (Hand winding) मोटरों में स्टार्टिंग व रनिंग दोनों वाइंडिंग के लिए हैण्ड वाइंडिंग का उपयोग किया जा सकता है। इस विधि में, एक एक टर्न करके वाइन्डिंग तार स्लाटों में डाली जाती है, इसे आन्तरिक क्वायल से प्रारम्भ करके वाइन्डिंग प्रक्रिया पूरी होने तक जारी रखा जाता है।

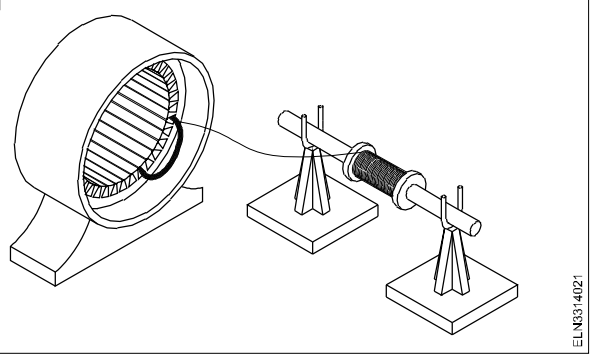
इस वाइन्डिंग विधि से दो मुख्य लाभ है।

1 जहाँ स्लाट में स्थान सीमित हो, वहाँ कसी हुई (tight) वाइन्डिंग करना सम्भव है।

2 इसमें वाइन्डिंग फार्मा की आवश्यकता नही होती है।

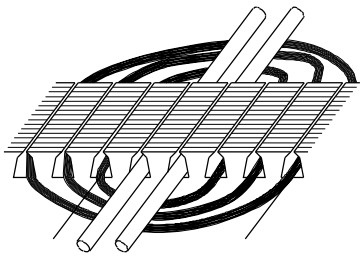
वाइंडिंग किये जाने वाले स्टेटर और वाइन्डिंग तार की बॉबिन (spool) की व्यवस्था Fig 1 में दिखाई गई है।

Fig 1



मान लें कि स्लॉट उचित प्रकार से इन्सुलेटिड किये गये है, स्टेटर की वह साइड जिधर संयोजन सिरे निकाले जाते है, को ज्ञात कर लिया गया है और सम्बन्धित स्लाटों में गाइड कागज डाल दिया गया है।

Fig 2



हैण्ड वाइंडिंग की विधि निम्न प्रकार से वर्णित की गई है।

1 चयन किया गया वाइन्डिंग के रोल को, रोल पैक पर उचित तनाव युक्ति के साथ सैट करें।

2 आन्तरिक क्वायल की छोटी पिच के साथ वाइन्डिंग तार को स्लॉट मे डालें और वाइन्डिंग शुरू करें।

3 तनाव को बनाये रखते हुए, डाटा के अनुसार पहचाने गये स्लाट में वाइन्डिंग तार को डालें।

4 प्रथम क्वायल में निश्चित टर्नों के साथ वाइन्डिंग करने के बाद, अगली बडी क्वायल की वाइन्डिग को चयन की गई पोल पिच के अनुसार जारी रखें।

5 दूसरी क्वायल की निर्धारित टर्नों से वाइन्डिंग के बाद, अगली बडी क्वायल की पोल पिच के अनुसार वाइन्डिंग जारी रखें।

सम्पूर्ण पोल वाइन्डिंग को पूरा करें और अन्त संयोजन को बाहर निकालें।

Copyright Free Under CC BY Licence

6 वाइन्डिंग के दौरान, क्वायल को सही स्थिति में रखने के लिए खाली स्लॉटों में Fig 2 के अनुसार लकड़ी के टुकडे रखें।

7 यदि स्लॉट में केवल एक क्वायल साइड ही आनी हो, तो तार को काट दें औरवाइन्डिंग को स्थायी करने के लिए रोक (wedge) को लगा दें।

8 यदि डबल लेयर वाइंडिंग के लिए, स्लाट में पहले केवल निचली क्वाइल साइड डाली गई हो, तो इसे लकडी या फाईबर की रोक (wedge) से ढीली फिटिंग रखते प्रत्येक स्लाट में दबाये जब तक कि स्टेटर वाइंडिंग पूर्ण न हो।

9 गिट्टी (dowels) को निकाल दें।

10 2 से 9 तक के स्टैपों को प्रत्येक पोल के लिए जारी रखें, जब तक कि निचली (मुख्य) वाइन्डिंग स्टेटर में पूर्ण हो।

11 ऊपरी अर्थात (starting) वाइन्डिंग के लिए आवश्यक साईज की वाइन्डिग तार वाली रोल को सैट करें।

12 उपरोक्त पदों (steps) का अनुसरण करते हुए, चयनित डाटाअनुसार स्टार्टिंग वाइन्डिंग की पुनः वाइंडिंग के लिए आगे बढें।

3 फेज स्क्विरल केज इंण्डकेश्न मोटर वाइंडिंग (सिंगल लेयर डिस्ट्रीबुटेड वाइंडिंग) 3 phase squirrel cage induction motor winding (single layer distributed winding)

Objectives: At the end of this lesson you shall be able to

- **सिंगल लेयर डिस्ट्रीब्यूटेड वाइंडिंग से संबंधित गणना एवं वाइंडिंग संबंधित अभ्यास की व्याख्या करना**
- **सिस्ते एवं क्वायल कनेक्शन डायग्राम कैसे बनायें की व्याख्या करना**
- **रिंग व विकसित आरेख कैसे बनाया जाता है, यह बताना।**

डिस्ट्रीब्युटेड प्रकार का वाइंडिंग (Distributed type winding): तीन फेज मोटरों में पाई जाने वाली सबसे लोकप्रिय प्रकार की वाइंडिंग वितरक प्रकार की वाइंडिंग है। वितरित प्रकार की वाइंडिंग वह वाइंडिंग है, जिसमें सभी क्वाइलों कासाइज, क्वायल पिच और आकार समान होते है और ये क्वाइलों सामान्यतया फर्मे पर कुण्डलित होती है खाँचों मे क्वाइलों की व्यवस्था के अनुसार, ये क्वाइलों एक दूसरे को ओवर लैप करती है। वितरित प्रकार की वाइंडिंग एकल परत व दोहरी परत प्रकार की है।

सिंगल लेयर वाइंडिंग (Single layer winding) : सिंगल लेयर वाइंडिंग वह वाइंडिंग है जिसमें क्वाइलों की संख्या, स्लॉटों की संख्या से आधी होती है। उदाहरण के लिए 12 स्लॉट में 6 क्वाइलों, 24 स्लॉट में 12 क्वाइलों और 36 स्लॉट में 18 क्वाइलों और इसी प्रकार आगे संक्षेप मेंप्रत्येक स्लाट में एक क्वायल साइड होती है।

सिंगल लेयर डिस्ट्रीब्युटेड वाइंडिंग के लिए गणना (Calculation for single layer distributed winding) : वितरित एकल परत वाइंडिंग के लिए वाइंडिंग आंकडा (winding data) निम्नलिखित सीमाओं के अन्दर हैं- (उदाहरण में 3- फेज, 24 स्लॉट, 12 क्वायल, 4 पोल को निम्न दिखाया गया है)

I समूहन (Grouping)

$$\text{i) No. of coils/phase} = \frac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phases}}$$

उदाहरण में

प्रति फेज क्वाइलों की संख्या = 12/3 = 4 क्वायल/फेज

ii सम्पूर्ण क्वायल संयोजन के लिए

$$\text{No. of coils/phase/pole} = \frac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phases x No. of poles}}$$

उदाहरण में

$$\text{No. of coils/phase/pole} = \frac{12}{3 \times 4} = 1 \text{ coil/phase/pole}$$

iii) अर्द्ध क्वायल संयोजन के लिए

$$\text{No. of coils/phase/pair of poles} = \frac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phases x pair of poles}}$$

उदाहरण के लिए

$$\text{For each phase and pair of poles} = \frac{12}{3 \times 2} = 2 \text{ coils / phase / pair of poles}$$

लिये गये उदाहरण में, अर्द्ध क्वायल संयोजन तभी सम्भव है जब वितरित वाइंडिंग में पूर्ण पिच ली जाये और क्वाइलों को दो-दो स्लाट के बाद डाला जाये , परन्तु यह व्यवहारिक नही है। अतः उदाहरण में सम्पूर्ण कुण्डली संयोजन को लिया गया है।

II पिच (Pitch)

$$\text{Pole pitch} = \frac{\text{Total No. of slots}}{\text{No. of poles}}$$

इस उदाहरण में, पोल पिच = 24/4 = 6 स्लॉट

ii) क्वायल पिच (Coil pitch)

AC वाइंडिंग में क्वायल पिच और पोल पिच में निम्न प्रकार से सम्बन्ध है।

a) क्वायल पिच = पोल पिच — तब वाइंडिंग पूर्ण पिच वाइंडिंग कहलाता है।

b) क्वायल पिच < पोल पिच — तब वाइंडिंग fraction पिच या इंसर्ट पिच वाइंडिंग कहलाती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

c) क्वायल पिच > पोल पिच तब वाइंडिंग भिन्नात्मक या लांग पिच (long pitch) वाइंडिंग कहलाती है।

आगे, यदि वाइंडिंग दोहरी परत वाली है, तो उपरोक्त 'a', 'b' व 'c' सभी सम्भव है। परन्तु एकल परत विपरीत वाइंडिंग में क्वाइलों को एक स्लाट छोड कर डाली जाती है और क्वायल पिच केवल विषम संख्या में ली जाती है।

इस उदाहरण में, क्वायल पिच = पोल पिच = 24/4 = 6 slots.

यहाँ 6 एक सम संख्या है और वाइन्डिंग पूर्ण पिच नहीं की जा सकती है, इसलिए अगला विकल्प भिन्नात्मक (fractions) पिच को चयन करने का है। इसलिए क्वायल पिच 5 या 7 ली जा सकती है। प्रायः AC वाइंडिंग को या तो पूर्ण पिच या शार्ट कौर्डेड (short chorded) भिन्नात्मक (fractions) पिच होना चाहिए। इसलिए उपयुक्त पिच 5 ली जा सकती है।

iii) क्वायल पिच (Coil throw)

इस उदाहरण में क्वायल पिच '5' लेने के बाद क्वायल थ्रो 1 - 6 लेने पर

III विद्युतिक अंश (Electrical degrees)

i) कुल विद्युत अंश = 180° x पोलों की संख्या

(पोलों की बीच दूरी 180° होती है)

ii)

उदाहरण में स्लॉट दूरी = (180x4)/24 = 30°

IV फेज विस्थापन (Phase displacement)

i) तीन-फेज वाइंडिंग में एक फेज के शुरू का सिरा व दूसरे फेज के शूरू के सिरे के बीच दूरी 120° वैद्युत डिग्री होनी चाहिए। इसलिए वाइंडिंग को इस प्रकार व्यवस्थित करना चाहिए।

ii) I Phase displacement in terms of slots = 120°/slot distance

As in the example, $120^o/30^o$ = 4 slots

V वाइंडिंग अनुक्रम (Winding sequence)

तीन फेज वाइंडिंग में एक फेज के आरंभिक सिरे और दूसरे फेस के आरंभिक सिरे के बीच 120° वैद्युतिक कोण होना चाहिए। अतः हमें वाइंडिंग को इस प्रकार व्यवस्थित करना चाहिए कि

'A' फेज, स्लॉट 1 से शूरू होता है

'B' फेज, स्लॉट संख्या 1st slot + 120° and

'C' फेज, स्लॉट संख्या 1 + 120° + 120° से शूरू होता है।

इस प्रकार उपरोक्त उदाहरण के लिए फेज 'A' स्लॉट 1 से शूरू होता है

'B' फेज स्लॉट 1+4 = 5 वें स्लॉट से शूरू होगा

'C' फेज स्लॉट 1+4+4 = 9वें स्लॉट से शुरू होगा।

VI कुण्डलयों की व्यवस्था (Arrangement of coils)

वाइंडिंग सिंगल लेयर है, इसलिए क्वाइलों एक स्लाट छोड कर डाली जायेगी। यदि क्वायल संख्या 1 की पहली भुजा स्लाट संख्या 1 डाली जाये, जो कि विषम संख्या है, तो क्वायल संख्या 1 की दूसरी भुजा सम संख्या स्लॉट में डाली जानी चाहिए। अतः क्वाइलों को स्लॉट संख्या 1,3,5,7,9 और आगे इसी प्रकार से रखा जाना चाहिए और इन क्वाइलों की दूसरी भुजायें स्लॉट संख्या 2,4,6,8 और इसी प्रकार से सम संख्या वाले स्लॉट में डालनी चाहिए।

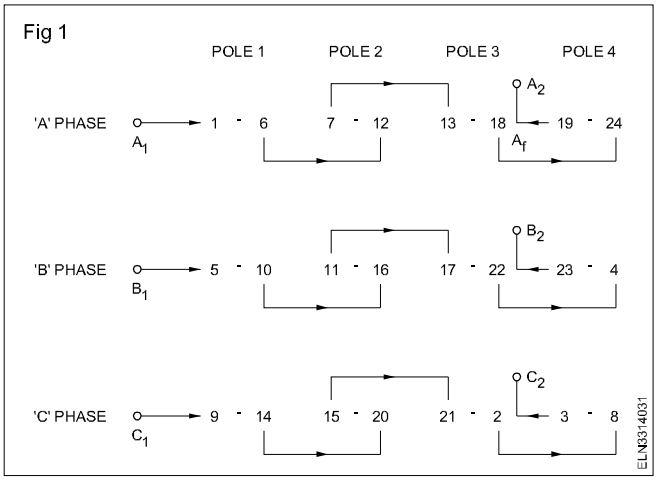
इस प्रकार इस उदाहरण में 12 क्वाइलों इन स्लॉटों में डाली जाती है (पिच = 5 स्लॉट)

1-6, 3-8, 5-10, 7-12, 9-14, 11-16, 13-18, 15-20,
17-22, 19-24, 21-26(2), 23-28(4).

VII सिरों के संयोजन (End connections)

जैसा कि वर्णन किया जा चुका है कि सामान्य अभ्यास में क्वायल ग्रुप के संयोजन, सम्पूर्ण कुण्डली संयोजन की तरह होने चाहिए जैसा कि उदाहरण के लिए Fig 1.

Fig 1

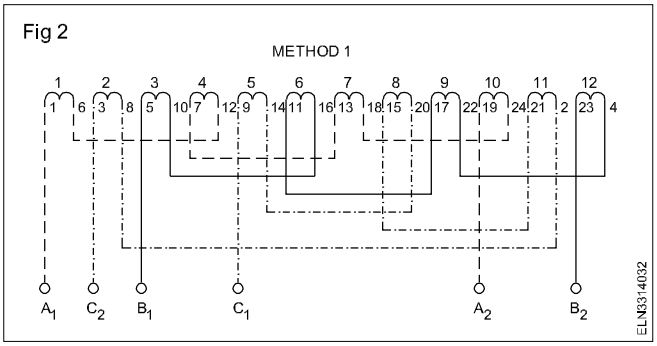


VIII क्वायल संयोजन (Coil connections)

सम्पूर्ण क्वायल संयोजन में, क्वायल समूह के संयोजन अन्त सिरे से अन्त के साथ व शुरू के सिरे को शूरू के साथ जोडना चाहिए।

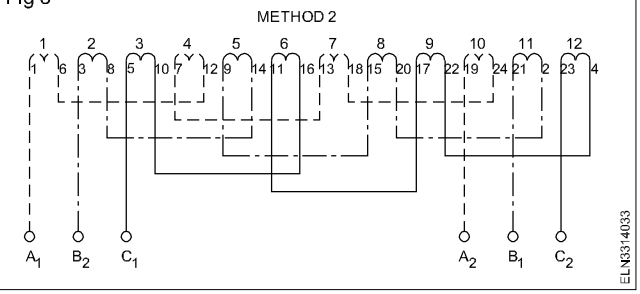
समूहों में क्वाइलों को जोडने के कई तरीके है, जिनमें Fig 2 एक विधि को दर्शाता है और Fig 3 अन्य विधि को दर्शा रहा है। फिर भी आपकों सलाह दी जाती है कि पोल सही बन रहे हैं, इसकी जाँच रिंग डायग्राम (ring diagram) और घड़ी के नियम से करें। इसकी विधि का आगे आने वाले अनुच्छेदों में वर्णन किया गया है।

Fig 2



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 3

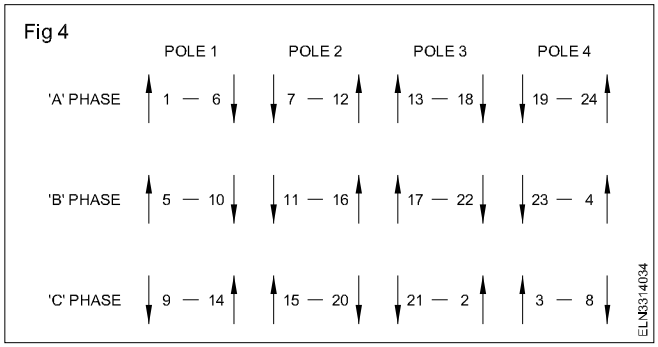


XI रिंग डायग्राम (Ring diagram)

अन्तिम सिरों के संयोजनों की जाँच निम्न प्रकार से करें। अन्त सिरे संयोजन की सारणी 1 में लिखें और घडी के नियम अनुसार धारा की दिशा का चिन्ह अंकित करें। यह नोट करें कि जब तीन फेज सप्लाई वाइंडिंग को दिया जायेगा, और यदि दो फेज में धारा की दिशा अन्दर की ओर है, तो तीसरे फेज में धारा की दिशा बाहर की तरफ होगी।

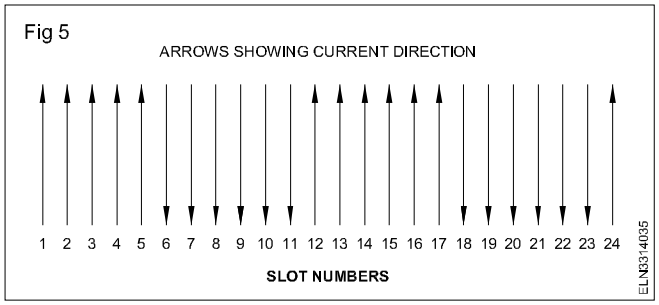
विधि 1 के अनुसार Fig 2, में दर्शाये अनुसार, क्वाइलों में धारा की दिशा Fig 4 में दर्शाये अनुसार चिन्हों से होनी चाहिए।

Fig 4



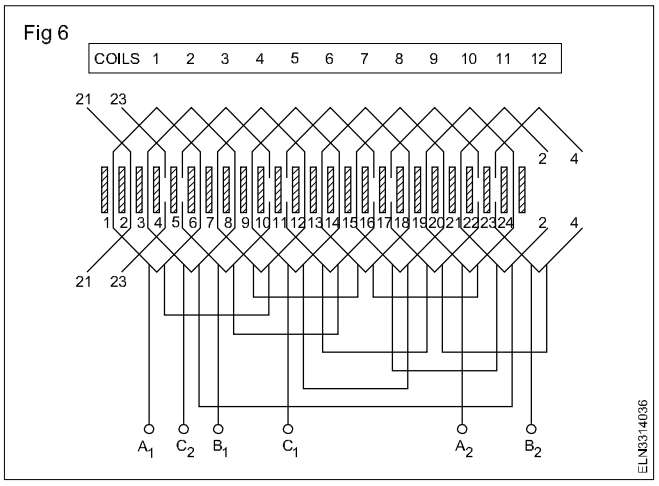
अब स्लॉट को क्रमानुगत क्रम से व्यवस्थित करें और स्लॉटों में धारा की दिशा तीर की दिशा के अनुसार निर्धारित करें, स्लॉट मे यह धारा की दिशा ही अन्त में पोलों की दिशा व संख्या को प्रदर्शित करती है, जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।

Fig 5



विकसित वाइंडिंग आरेख (Developed winding diagram): वाइंडिंग का विकसित आरेख उपयुक्त स्लाट समूहन में क्वायल साइड, क्वायल के सिरों के संयोजन और लीड संयोजन के सिरों की स्पष्ट तस्वीर प्रस्तुत करता है। आपके मार्गदर्शन के लिए Fig 6 में एक 24 स्लॉट, 12 क्वाइलों, 4 पोल, 3 फेज, एकल परत, वितरित प्रकार वाइंडिंग का विकसित आरेख दर्शाया गया है।

Fig 6



बास्केट या डिस्ट्रीब्युटेड वाइंडिंग में क्वायल को स्थापित करने की विधि (Method of placing coils in a basket or distributed winding)

Objectives: At the end of this lesson you shall be able to

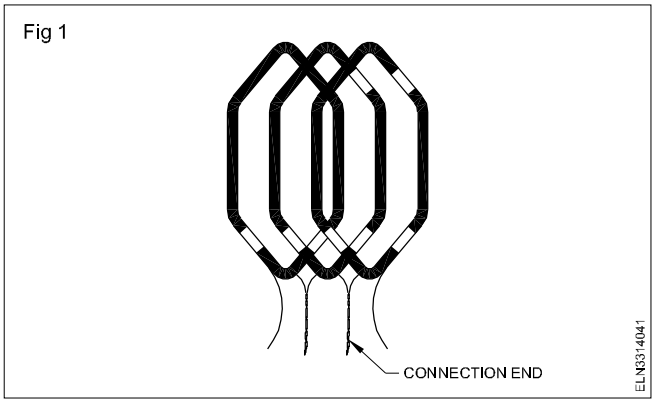
- **बास्केटों के समूह या गैंग तैयार करने के लिए अपनाई जाने वाली विभिन्न विधियों को बताना**
- **सिंगल लेयर बास्केट वाइंडिंग में क्वायल रखने की विधि का वर्णन करना**
- **डबल लेयर बास्केट वाइंडिंग में क्वायल रखने की विधि का वर्णन करना।**

जो विधि नीचे दी गई है यह एक फेज व तीन फेज वितरित प्रकार की वाइंडिंग के लिए सामान्य है। इसलिए इस प्रकार की बास्केट (डिस्ट्रोब्युटेड) वाइंडिंग तीन फेज मोटरों में बहुत लोकप्रिय है।

क्वायल को केवल एक फर्मा पर वाइंडिंग किया जा सकता है और फिर Fig 1 के अनुसार वाइंडिंग को आपस में जोड़ा जाता है। बहुत बड़ी मोटरों को छोड़ कर अधिकतर तीन फेज मोटरों में फर्मे पर क्वाइलों तैयार करके Fig 2 अनुसार क्वायल समूह बनाये जाते है।

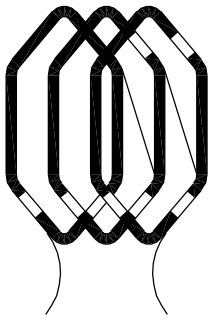
प्रत्येक समूह में क्वाइलों की संख्या फेजों की संख्या व पोलों की संख्या पर निर्भर करती है।

Fig 1



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 2

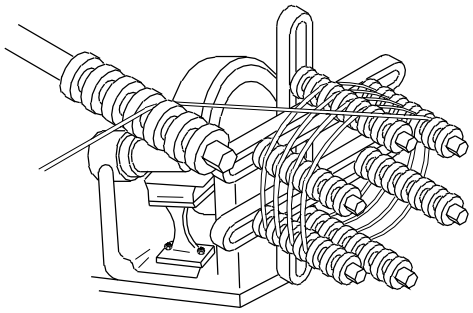


ELN3314042

ग्रुप वाइंडिंग में, तार को काटने से पूर्व कई क्वाइलों बना ली जाती हैं। इससे अनावश्यक क्वाइलों के जोड़ से छुटकारा मिलता है, और एक दूसरे के जोड़ को सोल्डर करना और उन्हे इन्सुलेट करने में जो अतिरिक्त समय लगता है उसमें बचत होती है।

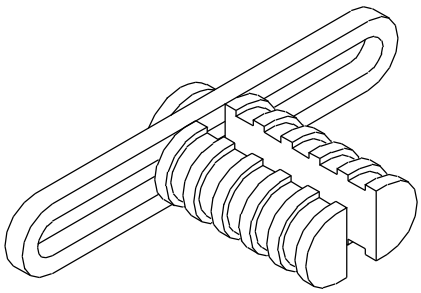
Fig 3 में एक बैंच प्रकार क्वाइल ड्राइव दिखाया गया है जो कि एक बैंच पर कसा हुआ वाइन्डिंग हैड (winding head) के साथ दिखाई दे रहा है। एक शाफ्ट के साथ कसे हुए छः पहियों पर तार पर लपेटा जाता है। अन्य प्रकार का फर्मा भी उपयोग किया जाता है। Fig 4 में एक क्वायल, कुण्डलित करने वाला फर्मा दिखाया गया है जो कि अण्डाकार या गोल आकार की क्वाइलों बनाता है।

Fig 3



ELN3314043

Fig 4

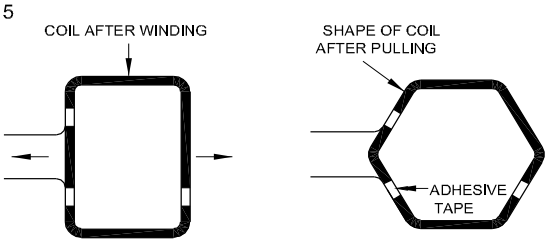


ELN3314044

छोटी मोटरो के लिए आयताकार आकार होती है और Fig 5 के अनुसार दो भुजाओं को केन्द्र से खींच कर डायमण्ड आकार की क्वायल का रूप बना दिया जाता है। फर्मे पर बनी अलग अलग क्वाइलों को सिंगल लेयर बास्केट वाइंडिंग के लिए स्लॉटों में डाला जाता है।

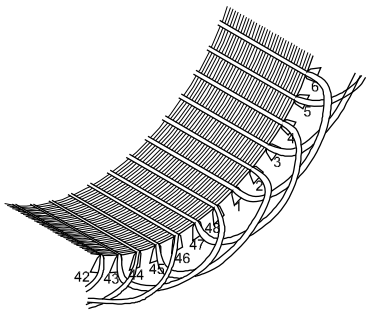
सिंगल लेयर वाइंडिंग में क्वाइलों की संख्या स्लॉट की संख्या से आधी होती है। उदाहरण के लिए एक मशीन जिसमें 12 क्वाइलों व 24 स्लॉट है, वह सिंगल लेयर वाइंडिंग होगी। Fig 6 में एकल परत वाइंडिंग को प्रदर्शित किया गया है, जिसमें क्वायल पिच 1-6 है। जब सिंगल लेयर में क्वाइलों रखनी हो तो हम क्वायल साइड को एक स्लॉट छोड कर रखते है।

Fig 5



ELN3314045

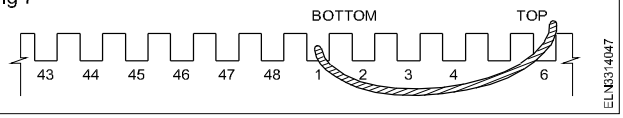
Fig 6



ELN3314046

आइये एक उदाहरण लें जिसमें स्लॉट की संख्या 48 क्वाइलों 24 व 8 पोल है, इस मोटर में क्वायल पिच1 से 6 है। Fig 7 एकल परत वाइंडिंग में स्लाट में क्वायल को डालने के विधि दिखा रहा है। इस आरेख से यह स्पष्ट होता है कि प्रति स्लाट में क्वायल की केवल एक ही साइड है। Fig 7 में दिखाया गया है कि प्रथम क्वायल की एक भाग स्लॉट संख्या 1 में रखी गयी है।

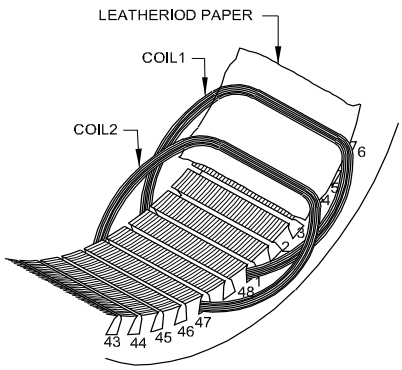
Fig 7



ELN3314047

सामान्य रूप में किसी भी स्लॉट को संख्या एक मान कर उस पर चॉक यापेन्ट से निशान लगा दें। इसी क्वायल की दूसरी भुजा क्रोड से बाहर निकाल ली जाती है। क्वायल की यह क्रिया क्वायल थ्रो (coil throw) कहलाती है। शेष बची क्वायल साइड दांयी तरफ और कुछ बांयी तरफ रहती है। जैसा कि Fig 7 में दिखाया है। मूलतः यह मूल वाइंडिंग के प्रारूप पर निर्भर करता है। क्वायल के ओवर हैन्ग (overhanging) सिरों को कुल लम्बाई का 2/3 भाग को 0.175 mm मोटी सूती टेप से लपेट देना चाहिए। स्लॉट में डली हुई क्वायल साइड बाहर न आ जाये, जब दूसरी क्वायल को स्लॉट में डाला जा रहा हो, उस समय अस्थायी रोक (wedge) स्लॉट में डाल देनी चाहिए। (कौशल सूचना 1203) यह कार्य क्वायल को स्लॉट मे डालने के तुरन्त बाद करना चाहिए। सिंगल लेयर वाइंडिंग में Fig 8 के अनुसार दर्शाये अनुसार, क्वायल साइड एक स्लॉट छोड़ कर डालनी चाहिए।

Fig 8

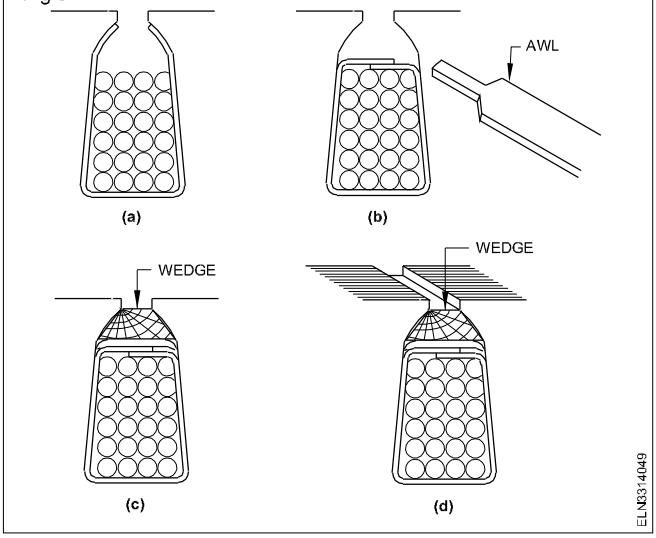


ELN3314048

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 8 में क्वायल 1 जो कि स्लॉट संख्या 1 में डाली गई है , की दूसरी क्वायल साइड क्रोड के पट्टलों पर रखी हुई है, शेष बची क्वायल साइड के इन्सुलेशन को क्षति से बचाने के लिए, एक लेदराइड पेपर जिसकी चौडाई क्रोड की चौडाई से अधिक हो, को क्रोड व क्वायल के बीच रखा जाता है जैसा कि Fig 8 में दिखाया गया है। क्वायल साइड को स्लॉट में रखने के बाद, स्लॉट में इन्सुलेशन पेपर (स्लाट लाइनर) को मोडने के लिए अवल (awl) नुकीली बास का उपयोग करें। इन्सुलेशन पेपर की एक साइड पर दूसरी साइड को मोड कर एक पृथक्कारी पेपर मुडे हुए सिरों पर सरका दें, और उसके ऊपर फाइबर या बाँस की पच्चड (रोक) को क्वायल ऊपरी सिरे पर फंसा दें। पच्चड (रोक) स्लाट लाइनर से 3 से 6 mm आगे तक निकली होनी चाहिए। इस विध को Fig 9 में दिखाया गया है।

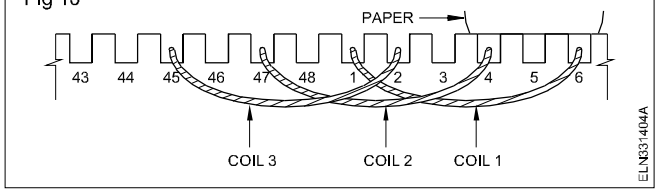
Fig 9



कुछ लोग जब तक सभी क्वाइलों खांचों मे न डल जाए और अर्थ की टेस्ट न हो जाये तब तक खाँचों में अस्थायी पच्चड (रोक) डालने को प्राथमिकता देते है। एक बार परीक्षण ठीक होने पर, उसके बाद स्थायी पच्चड (रोक) डाल दी जाती है।

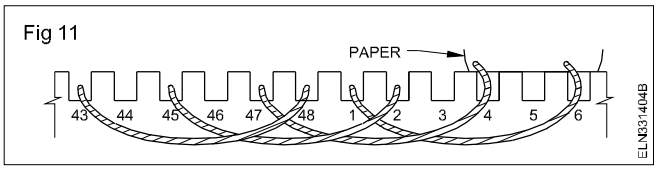
अगले चरण में क्वायल 2 की बांई भुजा को स्लॉट संख्या 47 में डाला जाता है (स्लॉट संख्या 48 को छोडते हुए जो स्लॉट संख्या के संगत में है) (Fig 8) इसके बाद क्वायल 3 की बांई भुजा को स्लॉट संख्या 45 में डाला जाता है और उसी दांयी भुजा को क्रोड के ऊपर छोड़ दिया जाता है। क्रोड व क्वायल के बीच लेदराइड पेपर इन्सुलेशन को बढाने का लगातार ध्यान रखें। परीक्षण करके यह मालूम करना होगा कि क्वायल संख्या 3 की शेष सही भुजा (दांयी), जिसकी बाई क्वायल भुजा 45 अनुसार प्रवेश हो जानी चाहिए। अब शेष रही क्वायल संख्या 3 की दांयी भुजा को स्लॉट संख्या 2 में डाल दें जैसा कि Fig 10 में दिखाया गया है।

Fig 10



सामान्यतः जब तक शेष रही क्वायल की कोई साइड, स्लॉट से बाहर रहती है, निर्धारित पिच के अनुसार तो आगे वाली क्वायल की एक ही भुजा स्लॉट में डाली जाती है। आगे बढते हुए क्वायल 4 की बाई क्वायल भुजा, स्लॉट संख्या 43 में डाल दें और क्वायल 4 की दांयी भुजा स्लाट संख्या 48 में Fig 11 के अनुसार डाल कर आगे बढें।

Fig 11



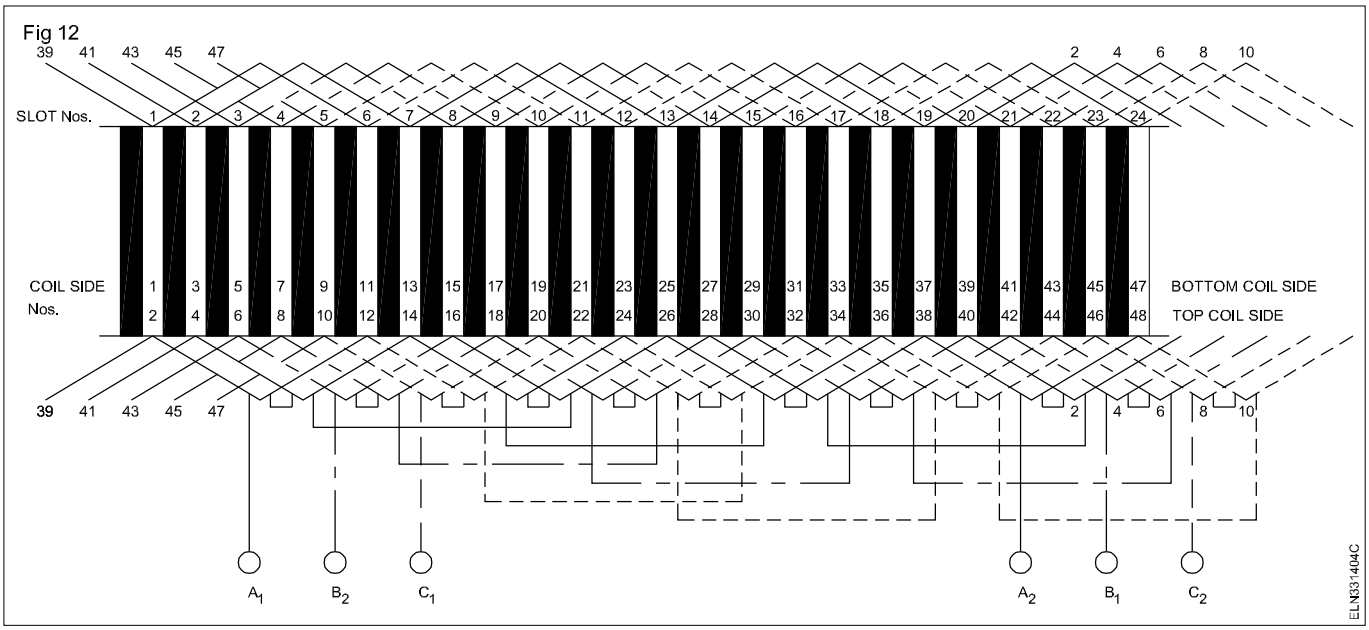
इसी प्रकार स्लॉटों को भरते हुए आगे बढें और स्लॉटों में क्वाइलों डालने का कार्य पुरा करें।

डबल लेयर (लैप) वाइंडिंग में क्वायल को प्रवेश करना (Insertion of coils in double layer (lap) winding)

आइये हम एक 3-फेज मशीन जिसमें 24 स्लॉट, 24 क्वाइलों, 4 पोल है और स्लॉट पिच 1-6 है और क्वायल साइड के शब्दों में क्वायल पिच 1-12 है, पर विचार करते है।

पुर्वानुमानः फर्म पर अलग-अलग करके बनाई गई 24 क्वाइलों तैयार रखी गई है। नीचे दी गई विधि Fig 12 में दिखाये गये विकसित आरेख के लिए है।

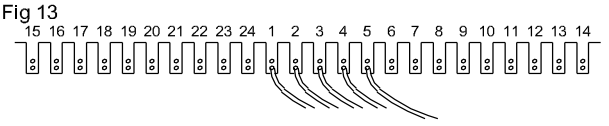
Fig 12



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 13 के अनुसार स्लॉटों की संख्या को दर्शाया गया है। सारणी 1 स्लॉट में क्वायल साइड की स्थिति दर्शाती है। स्लॉट में नीचे वाली क्वायल भुजा विषम संख्या में है और ऊपर वाली क्वायल भुजा की संख्या सम (even) संख्या में है।

Fig 13



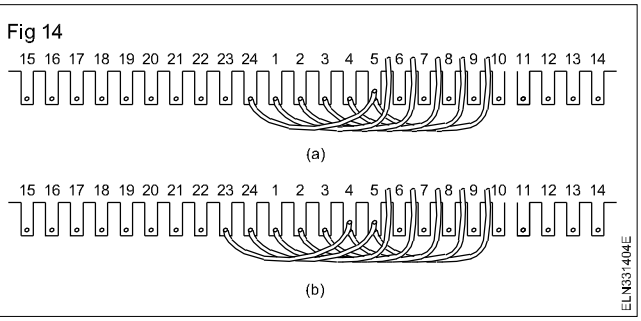
टेबल 1

स्लॉट	तला	ऊपरी हिस्सा
1	1	2
2	3	4
3	5	6
4	7	8
5	9	10
6	11	12
7	13	14
8	15	16
9	17	18
10	19	20
11	21	22
12	23	24
13	25	26
14	27	28
15	29	30
16	31	32
17	33	34
18	35	36
19	37	38
20	39	40
21	41	42
22	43	44
23	45	46
24	47	48

वाइंडिंग को इस प्रकार से व्यवस्थिति किया गया है कि जब इसे संयोजन सिरे के तरफ से देखा जाये तो, क्वायल की निचली भुजा बांई तरफ और ऊपर वाली भुजा दांई तरफ है जैसा कि Figs 13 व 14 में दिखाया गया है।

आगे टर्मिनल बॉक्स के सन्दर्भ में डाटा से स्टेटर में वाइन्डिंग सिरों के संयोजनों को पहचाना जाना होगा।

Fig 14



विकसित आरेख (Fig 12) को सन्दर्भ मानते हुए और सारणी 1 से यदि स्लॉट 1 में क्वायल 1 की निचली भुजा डाली गई है, तो इसी क्वायल की दूसरी भुजा 12 स्लॉट संख्या 6 में डाली जानी चाहिए जो कि ऊपर वाली भुजा होगी। इस प्रकार की यह वाइंडिंग आरम्भ करने की सर्वमान्य विधि होनी चाहिए।

इस प्रकार आगे बढें, सर्वप्रथम स्लॉट संख्या 5 में क्वायल की एक भुजा डालें और दूसरी भुजा को क्रोड पर छोड दें। वाइंडिंग को सुरक्षित रखने के लिए स्लॉट पाँच में एक उपयुक्त फाईबर का फुट या पच्चड (रोक) का प्रयोग करें। (Fig 15) वाइंडिंग की प्रक्रिया में इन्सुलेशन को क्षतिग्रस्त होने से रोकने के लिए एक मोटा लेदराइड को पेपर जिसकी चौडाई क्रोड की चौडाई से अधिक हो, को क्रोड व शेष उठी हुई क्वायल साइड के बीच फंसा देना चाहिए, जैसा कि Fig 8 में दिखाया गया है। लेदराइड पेपर की लम्बाई इतनी पर्याप्त होनी चाहिए कि यह 5 क्वायल भुजाओं को ढक सके।

Fig 15

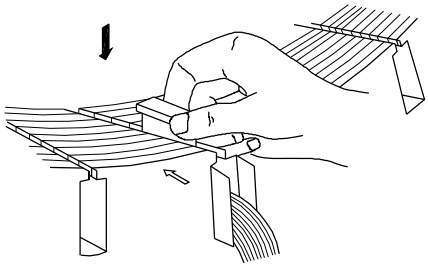
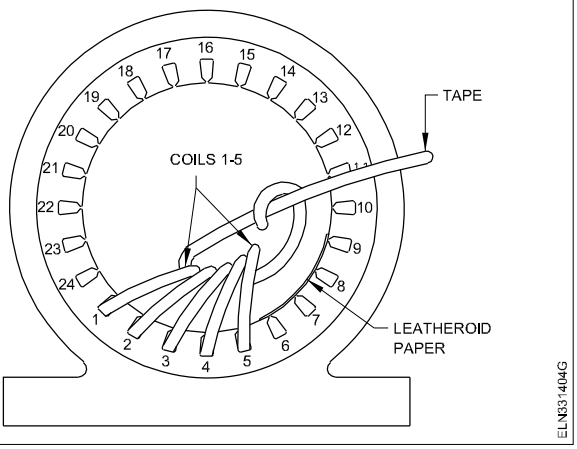


Fig 13 में दिखाये अनुसार क्वाइलों को क्रमानुसार स्लॉट संख्या 4,3,2 और 1 में प्रवेश करायें और Fig 15 की तरह इनमें अस्थाई पच्चड (रोक) डालें। अन्य क्वायल साइड को लेदराइड पेपर को क्वायल साइड व क्रोड के बीच डालकर सुरक्षित सुरक्षित करते हुए क्रोड पर पड़ा रहने दें। ये क्वाइलों थ्रो क्वायल (throw coils) कहलाती है। थ्रो क्वायल्स के इन्सुलेशन को सुरक्षित करने के लिए, आप क्वाइलों के बण्डल को एक साथ सूती टेप से बांध सकते है और सभी क्वाइलों को एक साथ स्टेटर से बांध सकते है जैसा कि Fig 16 में दिखाया गया है। यह लगातार ध्यान में रखा जाये कि लेदराइड पेपर क्वाइलों के गुच्छे व क्रोड के बीच अच्छी प्रकार से रखा रहे।

क्वायल पृथक्करण का उपयोग (Use of coil separation) : एक ही स्लाट में क्वायल की ऊपरी भुजा को, क्वायल की निचली भुजा के ऊपर रखने से पहले, स्लॉट के अन्दर क्वायल साइड को इन्सुलेट करना जरूरी हो जाता है जिसके लिए क्वायल सेपरेटर उपयोग किये जाते है। यह इसलिए जरूरी हो जात है क्योंकि एक ही स्लॉट में क्वायल साइड अलग-अलग फेज की हो सकती है और उनके बीच वोल्टेज भी अधिक हो सकती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 16



एक ही स्लॉट में क्वायल साइड को एक दूसरे से इन्सुलेट करने के लिए Fig 17 में दिखायी गई विधि का पालन करें। यह दोनों प्रकार के खुले व अर्द्ध खुले स्लॉट के लिए है। स्लॉट में ऊपरी व निचली क्वायल साइड के बीच इन्सुलेशन के लिए एक क्रिज (creased) किया हुआ इन्सुलेशन पेपर जो उचित चौडाई, लम्बाई व मोटाई (प्रायः 0.25 से 0.375 mm) का हो, उपयोग किया जाता है। Fig 18a में दिखाये अनुसार क्वायल की निचली भुजा (awl) को सरकायें और इससे निचली भुजा को दबायें और सुजा के नीचे से सेपरेटर को Fig 18b अनुसार अन्दर की ओर सरकायें। सेपरेटर को क्रोड की दोनों साइड में 10mm तक आगे बढा हुआ होना चाहिए।

Fig 17

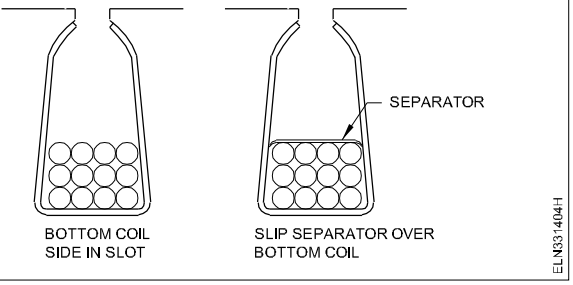
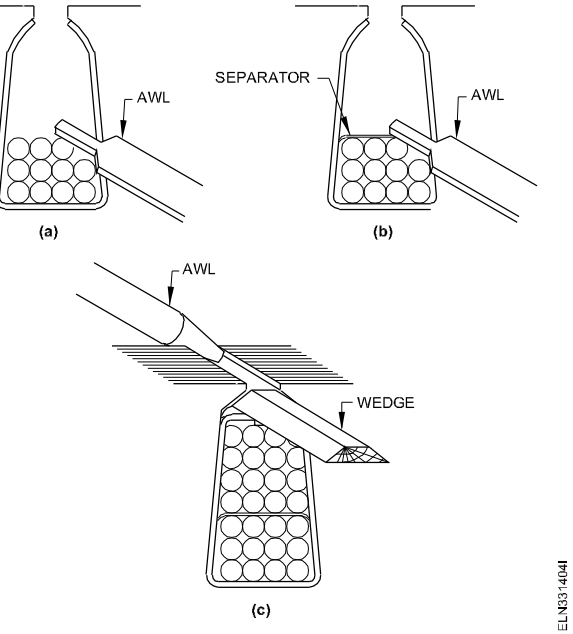
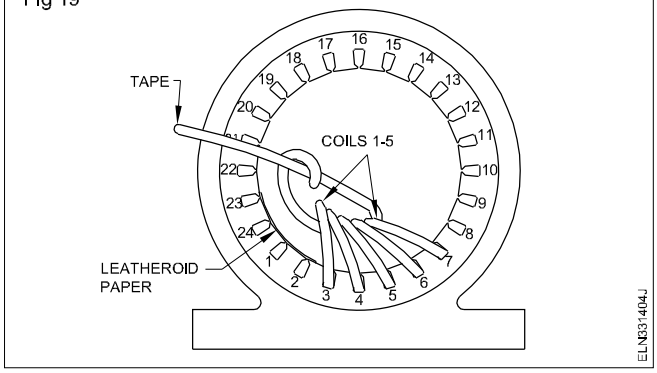


Fig 18



ओवरलैपिंग की विधि (Method of overlapping) : अब एक क्वायल साइड (coil side 47) को स्लॉट संख्या 24 में डालें और उसी क्वायल की दूसरी साइड (क्वायल साइड 10) को स्लॉट संख्या 5 मेंऊपरी क्वायल को निचली क्वायल साइड 9 के ऊपर डालें। इसी प्रकार दूसरी क्वायल की क्वायल साइड 45 को स्लॉट संख्या 23 में डालें और उसी क्वायल की दूसरी साइड 7 को, स्लॉट संख्या 4 में डालें। यह प्रक्रिया तब तक जारी रखें जब तक कि आप स्लॉट संख्या 6 पर पहुँच जायें। इस प्रक्रिया के दौरान जेसे ही आप 10 वें स्लॉट के पास पहुँचते है आप थ्रो क्वायल्स की अवरोध (hindrance) को अनुभव करेंगें जो कि स्टेटर से बंधी है। इस समय स्टैटर से सूती टेप को खोल दें और स्टेटर की दूसरी तरफ इस गुच्छे को बांध दें जैसा कि Fig 19 में दिखाया गया है। इस समय भी लेदराइड पेपर, क्वाइलों व क्रोड के बीच बँधा होना चाहिए।

Fig 19



जब आप विपरीत दिशा में सूती टेप को बाँधते है तो स्लॉट संख्या 6 आसानी से आपकी पहुँच में आ जाती है। स्लॉट संख्या 6 में निचली क्वायल साइड 11 डालने के बाद, उससे सम्बन्धित क्वायल साइड 22 को स्लॉट 11 मे ऊपरी साइड के रूप में डालें। ऊपरी क्वायल साइड डालने के बाद, स्लॉट लाइनर की एक साइड को दूसरी साईड के ऊपर मोड़ दें, सेपरेटर को और फिर पच्चड़ (रोक) को प्रवेश करायें।

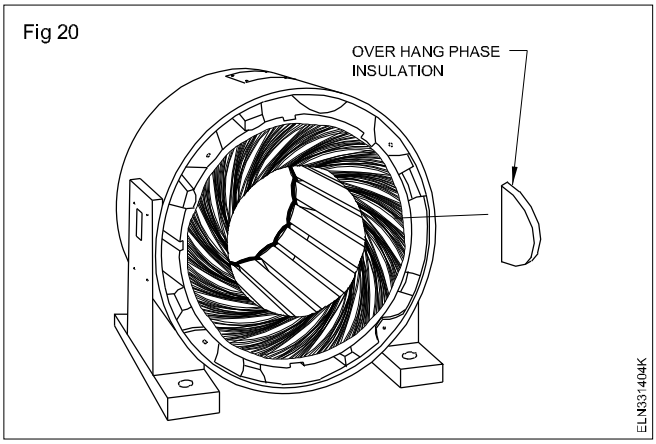
अब थ्रो क्वायल गुच्छे को खोल दें और क्वायल के खुले सिरे को स्लॉट संख्या 5 में डालें और इसी की ऊपरी क्वायल साइड को स्लॉट 10 में डालें। स्लॉट संख्या 4,3,2 और 1 से संगत स्लॉट में क्वाइलों को प्रवेश करायें और इसी प्रकार आगे बढें।

ओवरहेन्ग इन्सुलेशन (Overhang Insulation) : ओवरहेन्ग क्वाइलों में फेजों के बीच इन्सुलेशन देने के लिए, मूल वाइन्डिंग के आकार जैसा अर्द्धचन्द्र नुमा लेदराइड पेपर को काट कर तैयार करें। विकसित आरेख के अनुसार क्वायल साइड1 व 3 पहला फेज, 5 और 7 दूसरा फेज और 9 व 11 तीसरे फेज से है। इन क्वाइलों की पहचान करें और 3 व 5 और 7 व 9 के बीच लेदराइड पेपर को डालना शूरू करें।

इस प्रकार पूरी वाइंडिंग के लिए जैसा कि Fig 20 में दिखाया गया है फेज इन्सुलेशन को डालने का कार्य करें। यदि आप यह अनुभव करें कि इन क्वाइलों के बीच स्थान कम है, इसके लिए आप फाईबर से बनी पच्चड (रोक) का उपयोग करके क्वाइलों के बीच स्थान को चौडा कर सकते हे और फिरलेदराइड पेपर डालने में सुविधा हो जाती है। इस कार्य में बहुत अधिक बल का प्रयोग न करें जिससे स्लॉट लाइनर इन्सुलेशन में दरार आ जायें, जिसके फलस्वरूप स्टेटर क्रोड के साथ क्वाइलों अर्थ हो सकती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 20



सिरों का संयोजन (End connections) : तीन प्रकार के संयोजन बनाने पडते है, प्रथम संयोजन क्वायल समूह संयोजन, द्वितीय संयोजन में एक फेज में क्वायल समूहों के संयोजन और तीसरे संयोजन में लीड तारों को जोड़ना होता है। उपरोक्त क्रमानुसार एक के बाद एक संयोजन को बेहतर तरीके से आगे बढाया जा सकता है। वाइंडिंग में किसी भी संयोजन को करने के लिए तारों को क्वायल सिरों से उचित प्रकार से पहचान करने के लिए निशान लगा लेने चाहिए। एक वाइंडिंग में शुरूआत करने वाले को विकसित आरेख, संयोजन आरेख और वास्तविक को एक साथ रख कर जांच करते रहना चाहिए ताकि कोई संदेह पैदा न हो।

जोडों को मरोडने , जोड लगाने, सोल्डर करने व इन्सुलेट करने के लिए अभ्यास 3.2.03 से मार्ग दर्शन लें।

तीन-फेज इन्डक्शन मोटर वाइंडिंग (सिंगल लेयर - कान्सैन्ट्रिक टाइप - हॉफ क्वायल कनेक्शन) (Three-phase induction motor winding (single layer - concentric type - half coil connection)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **तीन फेज मोटरों में कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग के लिए सामान्य आवश्यकतायें को बताना**
- **कान्सैन्ट्रिक प्रकार के वाइंडिंग के लाभ व हानियाँ बताना**
- **कान्सैन्ट्रिक प्रकार के वाइंडिंग की वाइंडिंग तालिका तैयार करने का वर्णन करना**
- **अन्त और क्वायल संयोजन आरेख किस प्रकार बनता है, यह स्पष्ट करना**
- **विकसित आरेख और रिंग आरेख किस प्रकार बनते है, इसका वर्णन करना।**

3-फेज कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग (3-phase concentric winding) : सामान्यतः कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग एक फेज मोटरों में पायी जाती है, और कहीं-कहीं यह 3-फेज मोटरों की वाइंडिंग में भी उपयोग की जाती है।

इस कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग में, एक समूह में दो या अधिक क्वाइलों ं होती है जिनकी पिचें अलग-अलग होती है। आगे 3-फेज कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग में, सभी फेजों में क्वाइलों ं की संख्या समान होती है, और विधि कान्सैन्ट्रिक पोलों के समान होती है। कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग की क्वाइलों ँ तैयार करने के लिए खिसकने वाले फर्मे (Stepped formers) उपयोग किये जाते है।

कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग के लाभ व हानियाँ (Merits and Demerits of concentric winding): इस प्रकार की वाइंडिंग के कुछ लाभ व कुछ हानियाँ भी है।

लाभ (Merits)

1 इस प्रकार की वाइंडिंग के लिए अधिक शीतलन स्थान मिल जाता है।

2 वाइंडिंग के दौरान किसी क्वायल साइड को छोड़ने के लिए, क्वाइलों को उठाने की आवश्यकता नहीं होती है।

3 इससे क्वाइलों को समान रूप से आकार देना सरल हाता है।

4 ताँबे में बचत सम्भव है, क्योंकि वितरक प्रकार की वाइंडिंग मे सभी क्वाइलों ँ समान साइज की होती है, दूसरी तरफ संकेन्द्रित वाइंडिंग में केवल क्वायल समूह समान तरह के होते है परन्तु प्रत्येक ग्रुप में क्वाइलों की पिचें कान्सैन्ट्रिक रूप से भिन्न-भिन्न उपयोग की जाती है।

5 चूंकि क्वायल साइड को बीच-बीच में छोडन नही पडता है, इससे वाइंडिंग मशीन द्वारा किया जा सकता है जिससे उत्पादन में तेजी आती है।

6 सिरों का संयोजन (end connection) बनाना सरल होता है।

7 चूंकि क्वाइलों ं एक दूसरे के ऊपर नही चढती है (no overlapping) इसलिए वाइंडिंग करना सरल होता है।

हानियाँ (Demerits)

1 स्लॉटों में क्वाइलों को डालने के लिए कुशल कारीगर की आवश्यकता होती है।

2 खिसकने वाला फार्मा (stepped former) की आवश्यकता होती है।

3 बास्केट वाइंडिंग की तरह दक्ष नही है।

1 समूहन (Grouping)

नीचे दिया गया उदाहरण निम्नलिखित स्पष्ट करता है:

a क्या किसी दिये गये स्टेटर में कान्सैन्ट्रिक प्रकार की वाइंडिंग सम्भव है

b यदि हाँ, तो क्या यह हाफ क्वायल होगी या सम्पूर्ण क्वायल कनेक्टेड क्वायल होगी।

उदाहरण (Example)

3-फेज प्रेरण मोटर में 36 स्लॉट 12 क्वाइलों 4 पोल का स्टेटर है

Copyright Free Under CC BY Licence

हमारे पास है

$$\text{No. of coils per phase} = \frac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phases}}$$
$$= \frac{12}{3} = 4 \text{ coils/phase}$$

सम्पूर्ण क्वायल संयोजन के लिए

$$\text{No. of coils/phase/pole} = \frac{\text{No. of coils/phase}}{\text{No. of poles}}$$
$$= \frac{4}{4} = 1 \text{ coils/phase/pole}$$

इस स्थिति में प्रति समूह में एक ही क्वायल है। परन्तु कान्सैन्ट्रिक क्वायल में एक समूह में दो या अधिक क्वाइलों होती है। इस स्थिति में कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग सम्भव नही है। हाफ क्वायल कनेक्शन के लिए एक के बाद दूसरा फिर पहला (Alternatively) समूहन करने पड़ते है। जैसे

$$\text{No. of coils/phase/pair of poles} = \frac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phase x No. of pair of poles}}$$
$$\text{As per the example } \frac{12}{3 \text{ x } 2} = 2 \text{ coils}$$

अर्थात 2 क्वायल/फेज/पोल युग्म

उपरोक्त उदाहरण अनुसार, केवल हाफ-क्वायल कनेक्टेड कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग निम्न उदाहरण द्वारा सम्भव है जिसमें 48 स्लॉट, 24 क्वाइलों, 4-पोल, 3-फेज स्टेटर वाइंडिंग में दोनों में सम्पूर्ण क्वायल व हाफ क्वायल कनेक्शन सम्भव है अतः यह अति आवश्यक है कि वाइन्डिंग खोलने से पूर्व सावधानी के साथ संयोजन को ज्ञात करें, जिससे ज्ञान हो सके कि वाइंडिंग सम्पूर्ण वाइंडिंग है या हाफ क्वायल है।

2 पिच (Pitch)

1 $\text{Pole pitch} = \frac{\text{No. of slots}}{\text{No. of poles}}$

$\text{As per the example } \frac{24}{4} = 6 \text{ slots}$

चूंकि वाइंडिंग कान्सैन्ट्रिक है, इसलिए 2 या अधिक पिचें होना सामान्य है। उपरोक्त उदाहरण के अनुसार हाफ-क्वायल संयोजन के लिए 2 पिचें होनी आवश्यक है।

आगे यह भी आवश्यक होता है कि औसत पिच पोल पिच के बराबर हो।

(अर्थात), क्वायल पिच = पोल पिच ± 1

उदाहरण के अनुसार क्वायल पिच 6 ± 1 है।

इसलिए बाहरी क्वायल पिच = 6 + 1 = 7

और आन्तरिक क्वायल पिच होगी = 6 - 1 = 5

(अर्थात) क्वायल थ्रो = 1 - 8 और 1 - 6 होगा जो कि अभ्यास में 1 - 8 और 2 - 7 लिखा जात है।

3 वैद्युत डिग्री (Electrical degrees)

i कुल वैद्युत डिग्री = 180° x पोलों की संख्या

उदाहरण के अनुसार = 180° x 4 = 720°.

ii डिग्री में स्लॉट दूरी $= \frac{180^0 \text{ x } 4}{\text{No. of slots}}$

$$= \frac{180^0 \text{ x } 4}{24} = 30^0$$

4 फेज विस्थापन (Phase displacement)

i तीन-फेज वाइंडिंग में फेज विस्थापन 120° होना चाहिए

ii स्लॉट के पदों मे फेज विस्थापन

$$= \frac{120^0}{\text{slot distance in degrees}}$$

$$\text{As per the example } = \frac{120^0}{30^0} = 4 \text{ slots}$$

5 वाइंडिंग अनुक्रम (Winding sequence)

उदाहरण के अनुसार

A 1st स्लाट से शूरू होगा

B 1+4 = 5वें स्लाट से शूरू होगा और

C 1+4+4 = 9वें स्लॉट से शुरू होगा

6 क्वाइलों की व्यवस्था (Arrangement of coils)

उदाहरण में 12 क्वाइलों में पिच है 7 & 5 स्लॉट

1-8,2-7; 5-12, 6-11; 9-16, 10-15; 13-20, 14-19; 17-24, 18-23; 21-4, 22-3.

क्वाइलों का समूहन (Grouping of coils)

क्वायल प्रत्येक 2 स्लॉट के बाद शूरू होती है (i.e.) 2 स्लॉट ऊपरी साइड के लिए और दो स्लॉट निचली बगलों के लिए। उदाहरण के अनुसार, क्वायल 1&2, 5&6, 9&10, 13&14, 17&18, 21&22 से शूरू होती है।

चूंकि संयोजन हाफ-क्वायल प्रकार है, तो एक क्वायल समूह से 2 पोल उत्पन्न करने की आवश्यकता है। अतः समूह इस प्रकार है:

A	B	C
1-8, 2-7 13-20, 14-19	5-12, 6-11 17-24, 18-23	9-16, 10-15 21-4, 22-3

Copyright Free Under CC BY Licence

सम्पूर्ण क्वायल संयोजन में, प्रारम्भिक सिरों के संयोजन एक के बाद दूसरा alternative समूह बनाते है (i.e.) यदि प्रथम ग्रुप से 'A' स्टार्ट होता है, 'B' तीसरे ग्रुप से और 'C' पाँचवे ग्रुप से शूरू होता है जबकि हाफ क्वाइल कनेक्शन में, प्रारम्भिक सिरे लगातार समूह से बनते है, यदि प्रथम ग्रुप से सिरा 'A' शूरू होता है, दूसरे ग्रुप से 'B' और तीसरे ग्रुप से 'C' शूरू होता है। इसे Fig 3 में दिए गए विकसित आरेख से देखें।

7 सिरों का संयोजन (End connections) (Fig 1): हॉफ-क्वायल कनेक्शन (अन्तिम से प्रारम्भ और प्रारम्भ से अन्त)

क्वायल कनेक्शन (Coil connections) : हॉफ क्वायल कनेक्शन (Fig 2)

अर्द्ध क्वायल कनेक्शन में क्वायल समूह के संयोजन अन्तिम सिरे से प्रारम्भिक सिरे के साथ और फिर प्रारम्भिक सिरे से अन्तिम सिरे को जोडा जाना चाहिए। ये क्वायल ग्रुप Fig 2 में दिखाये गये है।

विकसित आरेख (Development diagram) : क्वायल ग्रुप और सिरों के संयोजन को दर्शाते हुए विकसित आरेख बनाइये। उदाहरण के लिए Fig 3 में एक विकसित आरेख को दिखाया गया है।

10 रिंग आरेख (Ring diagram)

नीचे वर्णन किये गये रिंग आरेख की सहायता से सिरों के संयोजनों को एक दूसरे के साथ जाँच करें। सिरों के संयोजन को तालिक में लिखें और घड़ी के नियम अनुसार धारा की दिशा के लिए चिन्ह लगायें। यह नोट करें कि, जिसे क्षण वाइंडिंग को तीन फेज प्रदाय किया जाता है, और यदि दो फेजों में धारा की दिशा एक समान है तो तीसरे फेज में धारा की दिशा इनके विपरीत है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 1

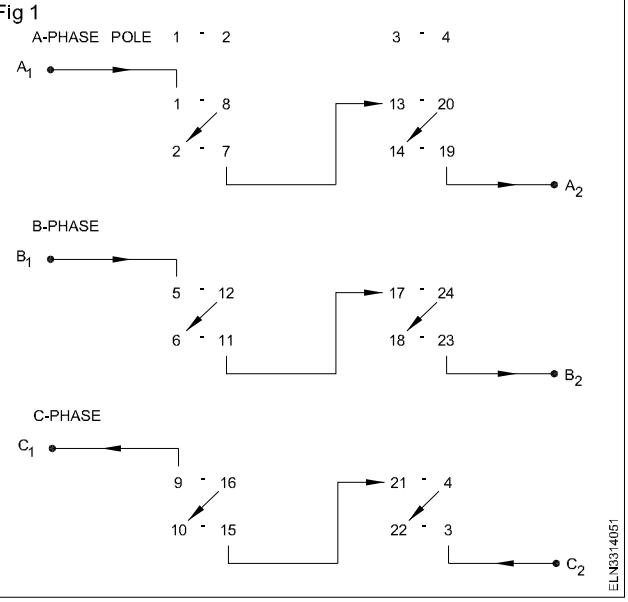


Fig 2

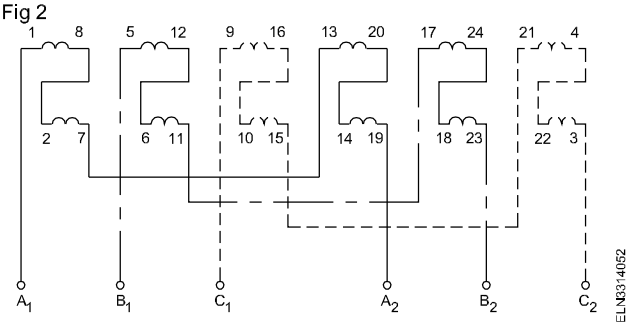
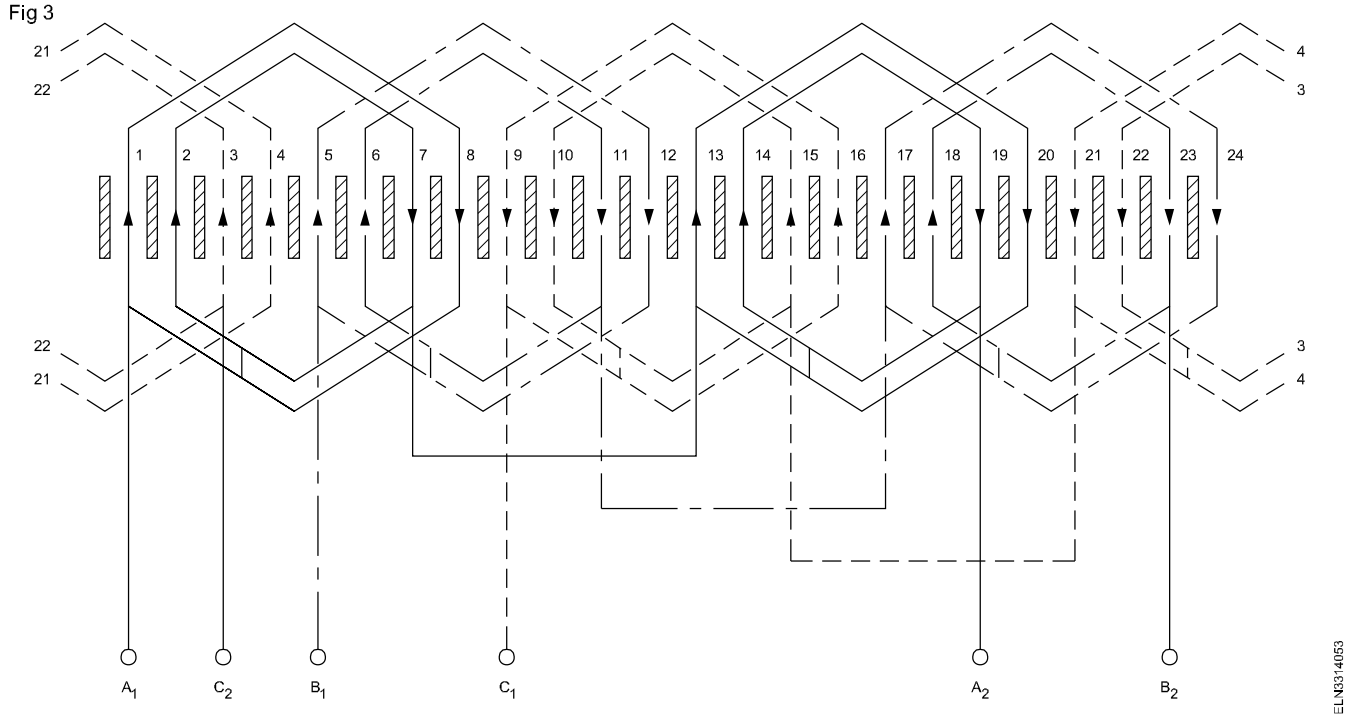


Fig 3



Copyright Free Under CC BY Licence

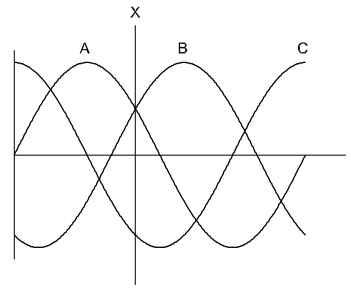
फेज	P_1 & P_2	P_3 & P_4
A फेज	↑1 - 8↓	↑13 - 20↓
	↑2 - 7↓	↑14 - 19↓
B फेज	↑5 - 12↓	↑17 - 24↓
	↑6 - 11↓	↑18 - 23↓
C फेज	↓9 - 16↑	↓21 - 4↑
	↓10-15↑	↓22 - 3↑

Fig 4 को देखने पर x-x स्थिति पर क्षणिक रूप में फेज A और B धनात्मक पोलता वाले फेज है और फेज C ऋणात्मक पोलता वाला फेज है।

स्लॉट में करंट की दिशा को चिन्ह लगा दें और यह नीचे दिये गये उदाहरण के अनुसार उत्पन्न आवश्यक पोलों की संख्या को दर्शायेगा।

जब कभी आपको 3-फेज प्रेरण मोटर में सिंगल लेयर काकेन्द्रिक टाइप क्वाइल वाइंडिंग करना हो, तो ऊपर वर्णन किये गये विधि का पालन करें और वाइंडिंग तालिका बनायें। इसका साथ ही सिरों के संयोजन, विकसित आरेख व रिंग आरेख को बनायें।

Fig 4



↑ 1	↑ 2	↑ 3	↑ 4	↑ 5	↑ 6	↓ 7	↓ 8	↓ 9	↓ 10	↓ 11	↓ 12	↑ 13	↑ 14	↑ 15	↑ 16	↑ 17	↑ 18	↓ 19	↓ 20	↓ 21	↓ 22	↓ 23	↓ 24
N						S						N						S					

3 फेज स्क्विरल केज इन्डक्शन मोटर - डबल लेयर डिस्ट्रीब्युटेड प्रकार की वाइंडिंग (3 phase squirrel cage induction motor - double layer distributed type winding)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **डबल लेयर अर्थ स्पष्ट करना**
- **डबल लेयर वितरित प्रकार के वाइंडिंग से सम्बन्धित गणनायें व वाइंडिंग शब्दावली स्पष्ट करना**
- **सिरे व क्वायल संयोजन आरेख बनाना**
- **रिंग व विकसित आरेख को बनाना।**

3-फेज AC मोटरों में विभिन्न प्रकार की वाइंडिंग उपयोग की जाती है। 3-फेज वाइंडिंगों से कुछ दोहरी परत वाली है, अर्थात जितने स्लाट की संख्या होती है इसमें उतनी ही संख्या में क्वाइलों (coils) होती है। उदाहरण के लिए 12 क्वाइलों, 12 स्लॉट की स्थिति में 24 क्वाइलों, 36 स्लॉट की स्थिति में 36 क्वाइलों और 48 स्लॉट की स्थिति में 48 क्वाइलों होती है आगे वितरित वाइंडिंग की स्थिति में सभी क्वाइलों के साईज, पिच और आकार समान होंगें, क्योंकि ये क्वाइलों फर्मे पर लपेट कर बनी होती है। स्लॉट में क्वाइलों की व्यवस्था के अनुरूप ये एक बनी हुई टोकरी की तरह, एक दूसरे को ओवर लैप (overlap) करती है। यह भी एक वितरित प्रकार की वाइंडिंग का प्रकार है।

दोहरी परत वाइंडिंग में, प्रत्येक स्लॉट में दो क्वायल साइड होती है अर्थात नीचे के आधे भाग में क्वायल साइड की बांई साइड, जबकि ऊपरी आधे भाग में दूसरी क्वायल की दांयी भुजा होती है।

डबल लेयर डिस्ट्रीब्युटेड वाइंडिंग के लिए गणना (Calculations for double layer distributed winding) : डबल लेयर डिस्ट्रीब्युटेड वाइंडिंग का वाइंडिंग डाटा निम्नलिखित सीमाओं के अन्दर होगा। उदाहरण के लिए एक प्रेरण मोटर में 3-फेज डबल लेयर वितरक वाइंडिंग में 36 स्लॉट, 36 क्वायल 4 पोल है। इस डाटा का वर्णन नीचे है।

I समूहन (Grouping)

$$1.\ \text{No. of coils/phase} = \frac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phase}}$$

As per the example,

$$\text{No. of coils/phase} = \frac{36}{3} = 12 \text{ coils per phase.}$$

$$2.\ \text{No. of coils/phase/per pole} = \frac{\text{Total no. of coils}}{\text{No. of phase x No. of poles}}$$

$$\text{No. of coils/phase/pole} = \frac{36}{3 \times 4} = 3 \text{ coils/phase/pole}$$

II पिच (Pitch)

$$1.\ \text{Pole pitch} = \frac{\text{Total No. of slots}}{\text{No. of poles}}$$

Copyright Free Under CC BY Licence

As per the example, pole pitch $= \frac{36}{4} = 9$ slots.

2 क्वायल पिच (Coil pitch) : एकल परत वाइंडिंग की तरह इसकी क्वायल पिच शार्ट-कोडेड (short-chorded), लांग-कोडेड (long-chorded) या पोल पिच के बराबर हो सकती है। डबल लेयर वितरित वाइंडिंग की पिच विषम या सम संख्या में हो सकती है। उदाहरण के अनुसार, पोल पिच 36/4 = 9 के तुल्य है और प्रति ग्रुप क्वाइलों की संख्या 3 है। इसलिए क्वायल पिच 9 ± 3 के अनुसार परिवर्तित हो सकती है, जो कि 6,7 या 8 शार्ट पिच की स्थिति में, पूर्ण पिच की स्थिति में 9 और लांग जीव वाइंडिंग की स्थिति में 10,11 व 12 हो सकती है। अतः सम्भावित क्वायल को निम्न प्रकार से लिये जा सकते है

1 से 7 और 1 से 8 शार्ट कोर्डेड वाइंडिंग के लिए

1 से 9 और 1 से 10 फुल पिच वाइंडिंग के लिए

1 से 11, 1 से 12 और 1 से 13 लांग पिच वाइंडिंग के लिए

सामान्यतः वाइंडिंग को शार्ट कोर्डेड या पूर्ण पिच के लिए डिजाइन किया जाता है। कभी कभी दो गति वाली वाइंडिंग के लिए डिजाइनर लांग कोर्ड (long chord) को करते है। लांग कोर्ड वाइंडिंग का उपयोग नहीं करने का कारण यह है कि इसमें कोर्डेड की लम्बाई अधिक लेनी पड़ती है जिससे अधिक तांबा की आवश्यकता पडती है और परिणामस्वरूप ऊष्मा हानियाँ में भी वृद्धि हो जाती है।

3 क्वायल प्रक्षेप (Coil throw) : उपरोक्त उदाहरण के लिए क्वायल पिच 8 लेने पर क्वायल प्रेक्षप 1-9 होगा।

III वैद्युत डिग्रीयाँ (Electrical degrees):

कुल वैद्युत डिग्री = 180° x पोलों की संख्या

[180° पोलों की बीच की दूरी]

$$\text{Slot distance in degrees} = \frac{\text{Total electrical degrees}}{\text{No. of slots}}$$

$$= \frac{180^0 \times \text{No. of poles}}{\text{No. of slots}}$$

उदाहरण के अनुसार $= \frac{180 \times 4}{36} = 20^0$

IV फेज विस्थापन (Phase displacement)

i. तीन-फेज वाइंडिंग के लिए प्रत्येक फेज 120 वैद्युत डिग्री से विस्थापित होना चाहिए।

ii. स्लॉट के शब्दों में फेज विस्थापन =

$$\frac{120^0 \text{ (Electrical)}}{\text{Slot distance in degrees}}$$

As per the example $\frac{120^0}{20^0} = 6$ slots

V वाइंडिंग अनुक्रम (Winding sequence) : तीन-फेज वाइंडिंग में एक फेज वाइंडिंग का प्रारम्भिक सिरो, दूसरे फेज की वाइन्डिंग के प्रारम्भिक सिरे से 120 वैद्युत डिग्री से दूरी पर होना चाहिए।

अतः यदि फेज 'A' स्लॉट संख्या 1 से शूरू होता है, तब फेज 'B' प्रथम स्लॉट +120° से शूरू होना चाहिए।

आगे फेज 'C' प्रथम स्लॉट +120°+120° होना चाहिए।

उदाहरण में माना फेज 'A' प्रथम स्लॉट से शूरू होता है तो

फेज 'B' 1+ 6 = 7वें स्लॉट से शूरू होगा

फेज 'C' 1+ 6 + 6 = 13वें स्लॉट से शूरू होगा

VI दोहरी परत वाइंडिंग में क्वाइलों को रखना (Placing of the coils in double layer winding): चूंकि वाइंडिंग दोहरी परत में है, इसलिए क्वाइलों को डालने का कार्य समीप वाले स्लॉट में होना चाहिए।

अर्थात क्वाइलों को स्लॉट संख्या 1, स्लॉट 2, स्लॉट 3 में और इसी प्रकार आगे निकटवर्ती खाँचों में भरना चाहिए। विस्तृत विवरण के लिए अभ्यास 3.2.08 को देखें।

उपरोक्त उदाहरण में पिच 8 को चयन करके क्वाइलों को नीचे दिये अनुसार व्यवस्थित करना चाहिए।

भिन्नात्मक (Fraction) पिच शार्ट वायर वाइंडिंग

पिच 8 क्वायल प्रक्षेप 1-9

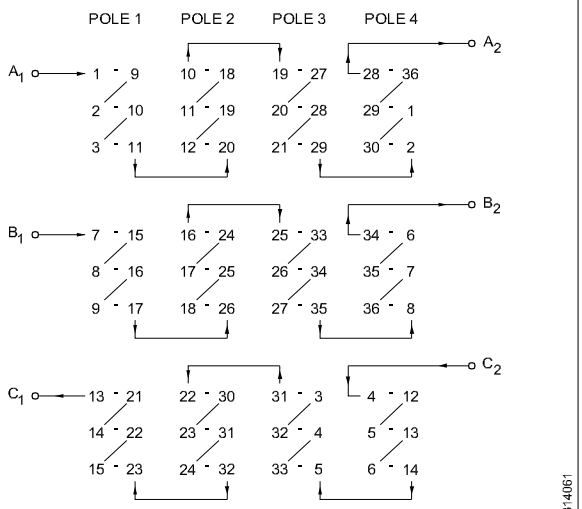
पोल	A-समूह	C-समूह	B-समूह
P1	1-9, 2-10, 3-11	4-12, 5-13, 6-14	7-15, 8-16, 9-17
P2	10-18, 11-9, 12-20	13-21,14-22,15-23	16-24,17-25,18-26
P3	19-27, 20-28,21-29	22-30,23-31,24-32	25-33,26-34, 27-35
P4	28-36, 29-1, 30-2	31-3, 32-4, 33-5	34-6, 35-7, 36-8

यद्यपि सम्भावित पिच 6,7,8,9,10,11 व 12 ली जा सकती है, परन्तु उपरोक्त उदाहरण में वाइंडिंग पिच केवल 8 ली गई है। प्रशिक्षणार्थियों को यह सलाह दी जाती है कि वाइंडिंग को अच्छी प्रकार से समझने के लिए अन्य पिचों के लिए सारणी लिखें।

VII सिरें के संयोजन (End connections) : Fig 1 के अनुसार सिरों के संयोजन बनायें।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 1

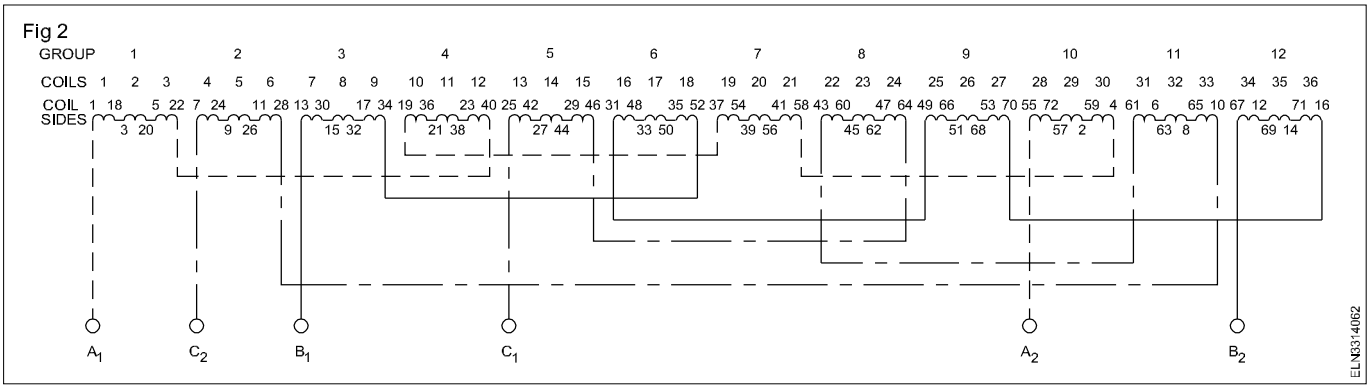


GROUP AND PHASE CONNECTION OF WINDING

VIII क्वायल संयोजन (Coil connections) : सम्पूर्ण क्वायल संयोजनों में, क्वायल समूहों के संयोजनों अन्त सिरें से अन्त सिरे तक व प्रारम्भ सिरे का प्रारम्भ सिरे तक किये जाते है, जो कि एक ही फेज में क्वायल समूह संयोजन होते है। निम्न दो विधियाँ जो Fig 2 और 3 में दर्शायी गई है इनमें से किसी एक के अनुसार संयोजन किये जा सकते है।

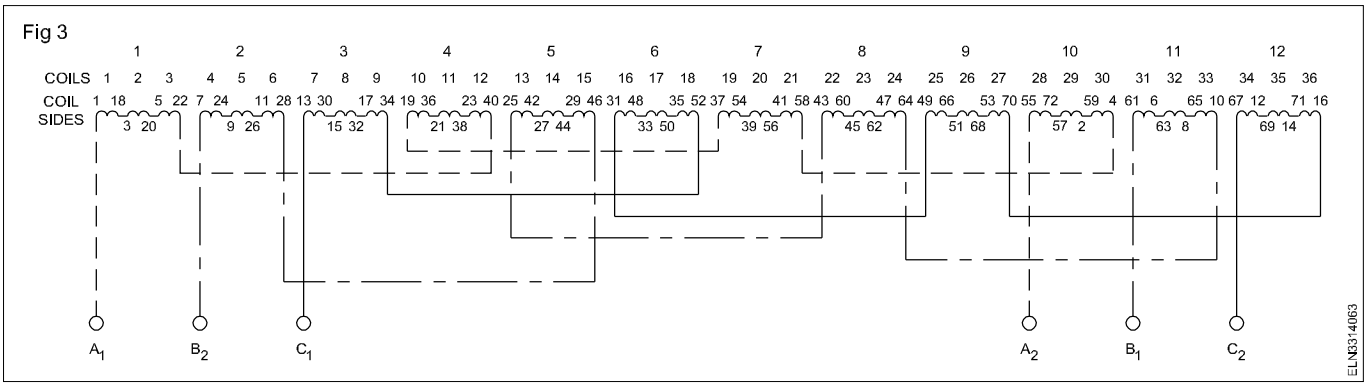
विधि 1

Fig 2



विधि 2

Fig 3



IX संयोजनों की जाँच दर जाँच (Cross check the end connections): सिरों के संयोजन की सारणी को नीचे दी गई Fig 4 के अनुसार लिख दें। घडी के नियम अनुसार करंट की दिशा के चिन्ह लगा दें।

जब 3-फेज वाइंडिंग को तीन फेज सप्लाई दी जाती है, तो यदि दो फेजों में धारा की दिशा अन्दर की ओर है तो तीसरे फेज में धारा की दिशा बाहर की ओर होगी।

X रिंग आरेख (Ring diagram)

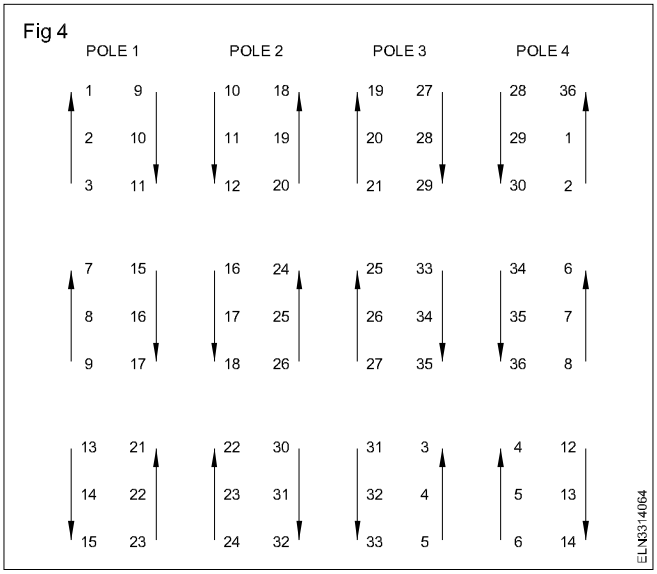
सम्बन्धित स्लॉट में धारा की दिशा का चिन्ह लगा दें और तब उत्पन्नहुए आवश्यक पोलों की संख्या की जाँच निम्न दिखाये गये रिंग आरेख (Fig 5) से करें।

उपरोक्त रिंग आरेख में सभी 4 पोल उत्पन्न हुए है। प्रत्येक आठ स्लॉटों द्वारा प्राप्त क्षेत्रफल से एक पोल उत्पन्न हुआ है। स्लॉट संख्या 9,18,27 और 36 में भरी हुई क्वाइलों की भुजाओं में धारा की दिशा एक दूसरे के विपरीत है, इसलिए इन स्लॉटों में उत्पन्न फ्लक्स उदासीन (neutralized) हो जाता है। यह शार्ट कोर्डेड वाइंडिंग में होता है। उपरोक्त सूचना के आधार पर विकसित आरेख बनाइये।

XI विकसित आरेख (Developed diagram)

Fig 2 को देखते हुए विधि 1 से Fig 6 दिखाये अनुसार एक विकसित आरेख बनाईये जिसमें संयोजन Fig 2 के अनुसार है।

Copyright Free Under CC BY Licence



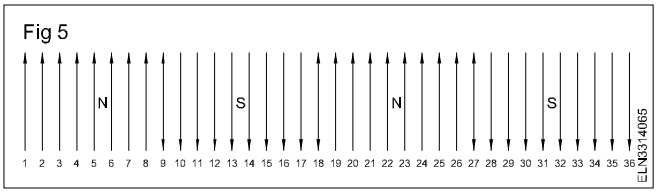


Fig 4

Fig 5

XII भिन्नात्मक पिचें (Fractional pitches)

समूह और लीड संयोजन के बाद, स्लिप जोडों को ओवर हैन्ग के साथ, सूती धागों से बांध दिया जाता है। इस कार्य को पूर्ण करने के लिए अभ्यास 3.2.03 के निर्देशों की पालना करें।

तब वाइंडिंग की जाँच करके और अभ्यास संख्या 3.2.03 में दिये निर्देशों के अनुसार वर्निश करें।

इसके बाद मोटर को असेम्बल (assembled) करके टेस्ट करें और फिर, शून्य लोड पर लगभग आठ घन्टे तक चला कर इसकी कार्यक्षमता की जाँच करें। जहाँ भार डालने की सुविधा उपलब्ध हो वहाँ नई कुण्डलित की गई मोटर को लोड पर कार्यक्षमता की जाँच की जा सकती है।

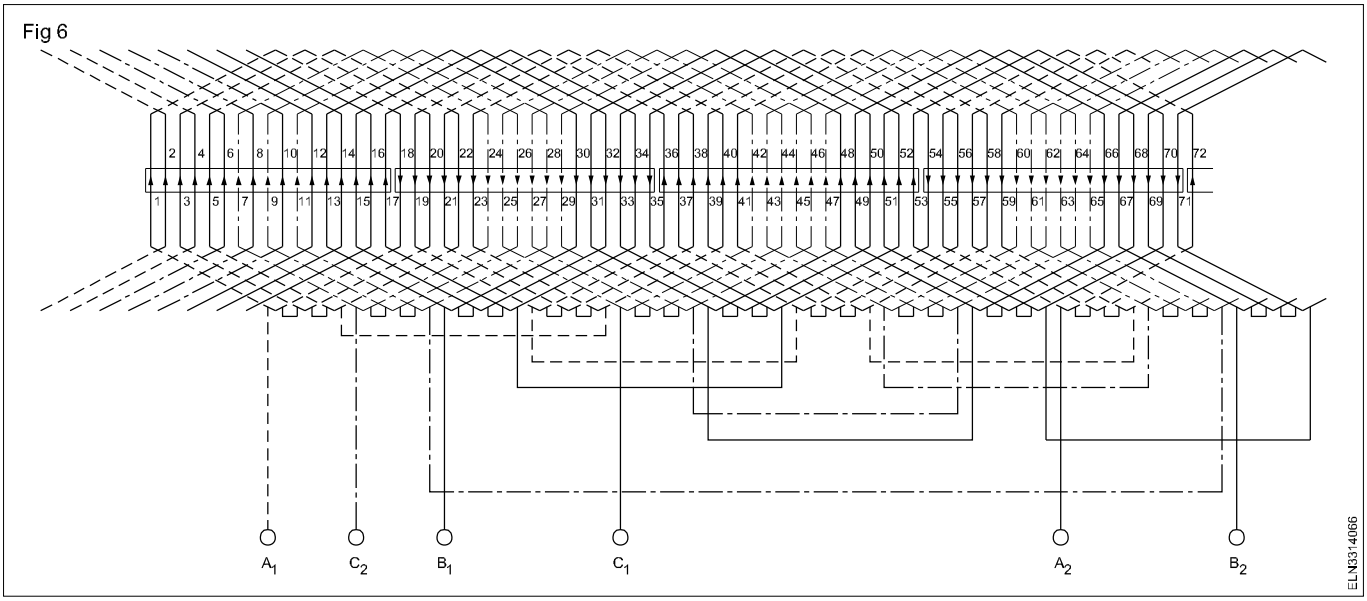


Fig 6

वाइंडिंग का परीक्षण (Testing of windings)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **रिवाइंडिंग मोटर की निरन्तरता (continuity) और क्वायल प्रतिरोध मापने का परीक्षण करना**
- **आन्तरिक ग्राऊलर और वोल्टमीटर व ओह्म मीटर के उपयोग से वाइंडिंग की क्वायल का शार्ट सर्किट परीक्षण करना**
- **वाइंडिंग का भूसम्पर्कन (ground) व इन्सुलेशन प्रतिरोध का परीक्षण करना**
- **चुम्बकीय सूई या पेंचकस या सर्च क्वायल द्वारा वाइंडिंग की सही चुम्बकीय पोलता का परीक्षण करना**
- **3-फेज वाइंडिंग में प्रत्येक फेज में धारा के समान मान का होने की परीक्षण करना**
- **नो लोड पर नई कुण्डलित मोटर का परीक्षण करना।**

मोटर को रिवाइंडिंग होने के बाद, वाइंडिंग में निम्नलिखित परीक्षण किये जाते है।

1 निरन्तरता परीक्षण/प्रतिरोध परीक्षण

2 लघु परिपथ परीक्षण/ग्राऊलर परीक्षण

3 इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण

4 पोलता परीक्षण

5 असन्तुलित धारा परीक्षण 3-फेज वाइंडिंग के लिए

6 शून्य-लोड परीक्षण

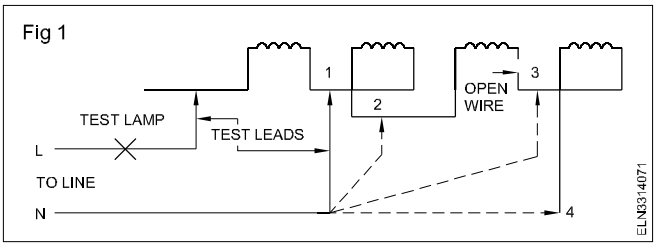
Copyright Free Under CC BY Licence

निरन्तरता परीक्षण/प्रतिरोध परीक्षण (Continuity test/resistance test): यह परीक्षण प्रत्येक वाइंडिंग की निरन्तरता (continuity) की परीक्षण के लिए किया जाता है। यदि वाइंडिंग में कोई खुला परिपथ हो, तो इसे सुधारना चाहिए।

वाइंडिंग में खुला परिपथ दोष होने का सामान्य कारण, संयोजन का ढीला होना या तार का टूट जाना होता है। ओपन सर्किट की जाँच के लिए टेस्ट लैम्प का एक सिरा वाइंडिंग के एक सिरे के साथ जोडा जाता है और टेस्ट लैम्प का दूसरा सिरा, उसी फेज की वाइन्डिंग की प्रत्येक क्वायल के सिरे के साथ क्रमानुसार स्पर्श किया जाता है।

Fig 1 को देखते हुए यदि बिन्दु 1 लैम्प प्रकाशित नही होता है परन्तु बिन्दु 2 पर प्रकाशित होता है तब तीसरी क्वायल दोषयुक्त है। यदि लैम्प 2 और 3 पर प्रकाशित होता है परन्तु 4 पर नहीं तब चतुर्थ क्वायल दोषयुक्त होगी। इस प्रक्रिया का दोहरा कर जिस क्वायल में खुला परिपथ है उस को पहचाना जा सकता है।

Fig 1



इसी प्रकार, अन्य वाइंडिंगों को भी खुला परिपथ (open circuit) के लिए टेस्ट किया जा सकता है।

एक निम्न परास (range) वाले ओह्म मीटर से प्रत्येक क्वायल का प्रतिरोध मापा जा सकता है। प्रत्येक क्वायल का प्रतिरोध समान होना चाहिए। उच्च प्रतिरोध मान या अनन्त मान वाइंडिंग में खुला (open) होने के संकेत होता है।

यदि किसी क्वायल में खुला (open) हो, तो वाइन्डिंग की कडी में इस क्वायल को बाईपास किया जा सकता है या छोड दिया जाता है, फिर मोटर चल सकती है। परन्तु यदि एक से अधिक क्वाइलों में खुला पथ होने पर क्वाइलों का बाई पास करना सम्भव नही होता । इस प्रकार की मरम्मत उन छोटी क्षमता की मोटरों में सम्भव है जिसकी वाइंडिंग में क्वाइलों की संख्या अधिक होती है। उदाहरण के लिए छत का पंखा। परन्तु यह विधि यथा सम्भव रोकनी चाहिए।

यदि कई पोल वाले पंखे की मोटर में एक या दो क्वाइलों की पोलता बदल जाये तो पंखा धीरे चलेगा और अधिक ऊष्मा उत्पन्न करेगा।

लघु परिपथ परीक्षण/ग्राऊलर परीक्षण (Short circuit test/growler test) : जब क्वायल के दो या अधिक टर्न विद्युतीय रूप से एक दूसरे को छू जाये तो यह वाइंडिंग में लघु परिपथ होगा। मशीन के परिचालन के समय इस लघुपथन के कारण अत्याधिक ऊष्मा उत्पन्न होगी।

निम्नलिखित विधियों से लघु परिपथ को ज्ञात किया जा सकता है।

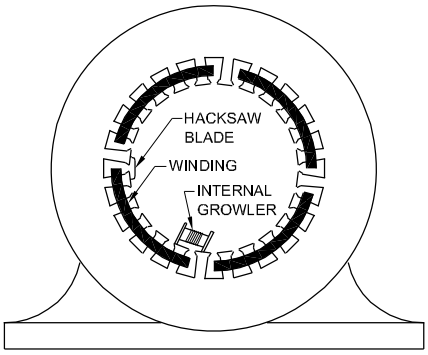
a आन्तरिक ग्राऊलर विधि (Internal growler method)

b वोल्टेज ड्राप परीक्षण (Voltage drop test)

c ओह्मीटर विधि (Ohmmeter method)

आन्तरिक ग्राउलर विधि (Internal growler method) : आन्तरिक ग्राउलर में एक लेमिनेटेड लोह क्रोड पर वाइंडिंग की हुई क्वायल होती है और यह 240V AC प्रदाय से जुडी होती है। स्टेटर को निकालने के बाद, ग्राउलर को स्टेटर क्रोड के अन्दर रखा जाता है और Fig 2 के अनुसार एक स्लॉट से दसरे स्लॉट की ओर सरकाया जाता है। ग्राउलर के साथ लगा हुआ धातु ब्लेड जब तीव्रता से कम्पन्न करने लगता है और कुछ प्रकार के आन्तरिक ग्राउलरों में जब ग्राउलर (short circuit) के साथ लगा नियान लैम्प प्रकाशित हो जाये तो ये क्वायल में लघुपरिपथ होने के संकेत होते है।

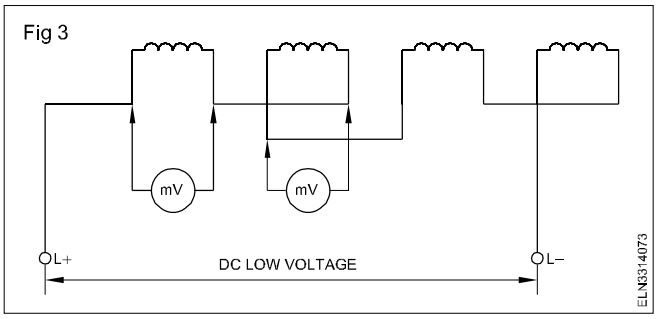
Fig 2



THE GROWLER METHOD OF TESTING FOR SHORTS IN THE STATOR

वोल्टेज ड्राप विधि (Voltage drop method) : इस विधि में वाइंडिंग को Fig 3 के अनुसार निम्न वोल्टेज DC प्रदाय से जोडा जाता है और प्रत्येक क्वायल के आर-पार में मिली वोल्टमीटर से वोल्टता को मापा जाता है। अच्छी क्वाइलों के आर-पारमे वोल्टेज ड्राप समान होगा परन्तु लघुपरिपथ क्वायल के आर-पार में कम होगा।

Fig 3



ओह्म मीटर विधि (Ohmmeter method) : इस विधि में प्रत्येक क्वायल का प्रतिरोध निम्न परास (range) ओह्म मीटर या केल्विन ब्रिज या पोस्ट ऑफिस बॉक्स द्वारा मापा जाता है। सभी क्वाइलों केप्रतिरोध का मान समान पाठ्यांक में होना चाहिए। जो क्वायल अन्य क्वायल से कम प्रतिरोध से दर्शाये या जो क्वायल शून्य पाठ्यांक दर्शाये उसे लघुपरिपथ (short circuit) मानना चाहिए और उसको बदलने की आवश्यकता है। दूसरी तरफ जो क्वायल, अपने समान क्वाइलों की अपेक्षा अधिक प्रतिरोध दर्शाये या प्रतिरोध का मान अनन्त दिखाये, उस विशेष क्वायल में खुला परिपथ (open circuit) होगा।

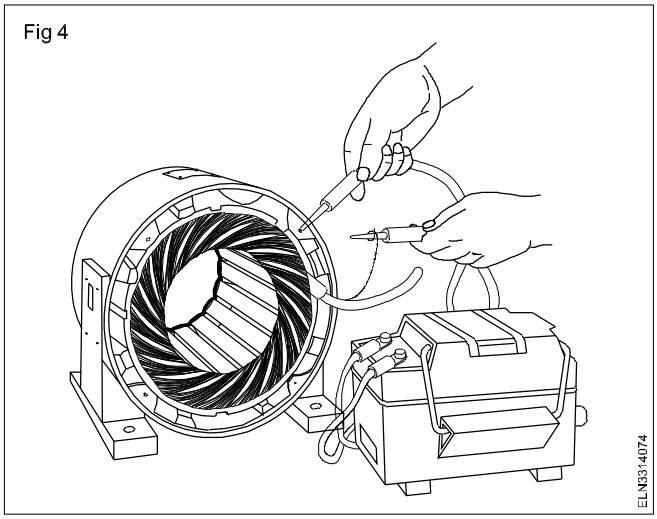
भू सम्पर्क परीक्षण और इन्सुलेशन/रैजिस्टेंस परीक्षण (Ground test and insulation/resistance test) : भू सम्पर्कन वाइंडिंग के कारण फ्यूज पिघल सकता है या इसके कारण वाइंडिंग धुआं दे सकता है, जो कि भू सम्पर्कन की सीमा पर निर्भर करता है। जो फ्रेम उचित प्रकार से भू सम्पर्कन नही होता है, जब उसके सम्पर्क में कोई व्यक्ति आ जाए तो उसे आघात लगा सकता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

इस परीक्षण का उद्देश्य वाइन्डिंग व अर्थ के बीच किसी सीध सम्पर्क का पता लगाना है। इसके लिए सप्लाई का न्यूट्रल मशीन की बॉडी के साथ जोडा जाता है और फेज तार एक श्रेणी लैम्प के माध्यम से जोडा जाता है। टेस्ट लैम्प को खुला सिरा, क्रमानुसार वाइन्डिंग के प्रत्येक सिरे के साथ सम्पर्क किया जाता है। यदि लैम्प बुझा हुआ रहता है तो इसका अर्थ है कि वाइंडिंग अर्थ नही है और यदि यह रोशनी देने लगता है तो वाइंडिंग अर्थ है। यह तीव्र, रफ (rough) व व्यावहारिक विधि है।

यदि भू सम्पर्कित वाइंडिंग के परीक्षण के लिए मैगर का उपयोग किया जाता है मैगर का एक सिरा बाडी के साथ और दूसरा सिरा Fig 4 अनुसार वाइंडिंग के साथ जोडा जाता है। यदि मैगर का संकेतक अनन्त की तरफ प्रदर्शन करता हैतो वाइंडिंग सही है और तब वाइंडिंग व मशीन की बॉडी के बीच कोई सम्बंधन नही है। मशीन की बॉडी व वाइंडिंग के बीच इन्सुलेशन मापा जाने वाला प्रतिरोध 500 वोल्ट मैगर से मापा जाता है और यह पाठ्यांक जो 3-फेज और एक फेज मोटरों को मापा जाता है किसी भी प्रकार से 1 मेगाओह्म से कम नही होना चाहिए। अतिरिक्त सुरक्षा के लिए छत के पंखे व मेज पंखे की स्थिति में यह 2 मेगा ओह्म होना चाहिए।

Fig 4



पोलता परीक्षण (Polarity Test) : वाइंडिंग में सही क्वायल समूह संयोजन, सही पोलता को सुनिश्चित करते है। यदि क्वायल समूह संयोजन में कोई संदेह हो, तो उचित पोलता की जाँच करने के लिए पोलता परीक्षण करना आवश्यक होता है।

इसके लिए निम्नलिखित तीन विधियों की अनुशंसा की जाती है।

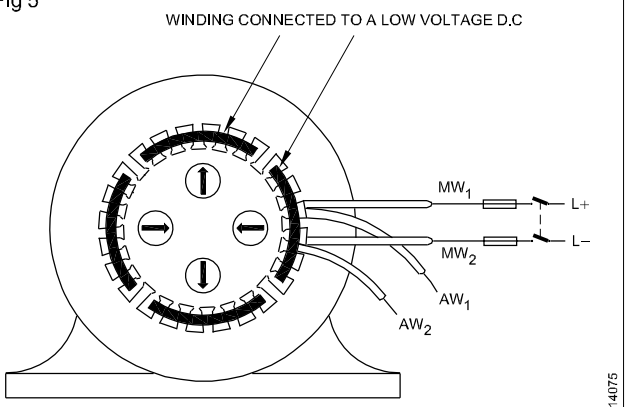
a चुम्बकीय सूई विधि

b दो पेंचकस विधि

c सर्च क्वायल विधि

चुम्बकीय सूई विधि (Magnetic compass method) : इस विधि में स्टेटर को क्षैतिज स्थिति मे रखा जाता है और वाइंडिंग को निम्न DC वोल्टता दी जाती है। कम्पास सूई स्टेटर के अन्दर रखी जाती है और धीरे धीरे इसे एक पोल क्षेत्र से दूसरे पोल क्षेत्र में Fig 5 के अनुसार सरकाया जाता है। कम्पास सूई प्रत्येक पोल पर अपनी स्थिति को अपने आप परिवर्तित कर लेती है तो समझना चाहिए कि वाइंडिंग सही जुडी है। यदि दो पास-पास वाले पोलों के बीच कम्पास सूई की दिशा समान रहती है तो यह संकेत है कि पोल गलत जुडे है।

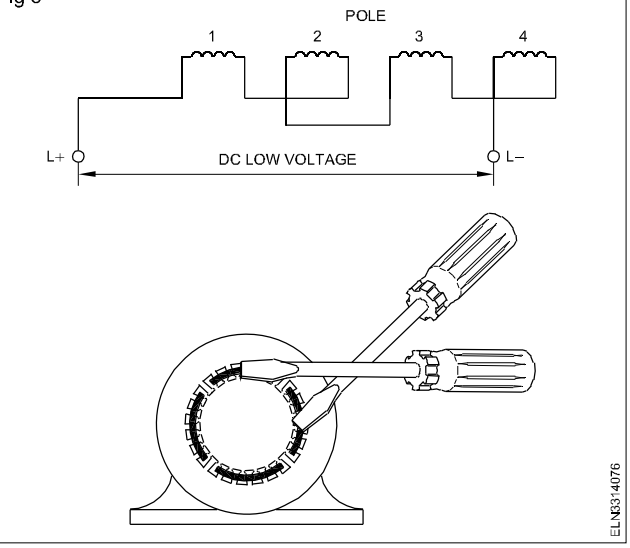
Fig 5



THE COMPASS METHOD OF TESTING FOR REVERSED POLES

दो पेचकस विधि (Two screwdrivers method) : इस विधि में, स्टेटर को ऊर्ध्वाधर स्थिति में रखा जाता है और 3-फेज की स्थिति में प्रत्येक फेज वाइन्डिंग को निम्न वोल्टेज दी जाती है। एक पोल के क्षेत्र के केन्द्र पर एक पेचकस को क्रोड पर रखा जाता है, और दूसरे पेचकस को अगले पोल क्षेत्र के केन्द्र पर रखा जाता है। यदि पासपास वाले पोलों में पोलता सही है तो पेचकस Fig 6 के अनुसार एक दूसरे की ओर आकर्षित होंगें। यदि पोलता गलत है तो पेचकस एक दूसरे को विकर्षित करेंगें। यदि यह पाया जाता है कि एक पोल की पोलता गलत है, तो इसे ठीक करने के लिए उस क्वायल समूह की दो लीड को ऊल्टा जोडा जा सकता है।

Fig 6



सर्च क्वायल विधि (Polarity test by search coil method) (Fig 7) : सर्च क्वायल में एक 1000 से 2000 -टर्न वाली क्वायल होती है। इसकी लोह क्रोड का एक सिरा गोल होना चाहिए। इस क्वायल को पुनः कुण्डलित किये गये स्टेटर के पोलों की पोलता ज्ञात करने के लिए उपयोग किया जाता है।

सबसे विश्वसनीय विधि में सर्च क्वायल को शून्य केन्द्र वाले वोल्टमीटर या गैल्वनोमीटर के साथ उपयोग की जाती है। (Fig 8) यदि सर्च क्वायल को इस प्रकार बनाया जाये कि इसकी क्रोड का एक सिरा, इसकी वाइन्डिंग से उभरा हुआ हो, तो इसे इसके उभरे हुए भाग को प्रत्येक पोल पर रख कर इससे बहुत छोटे स्टेटर की पोलता भी ज्ञात कर सकते है, इसकी क्वायल को स्टेटर में प्रवेश कराने की आवश्यकता नही पडेगी।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 7

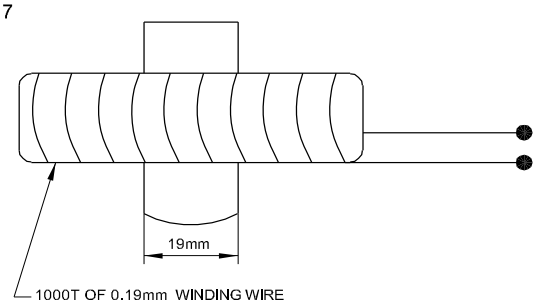
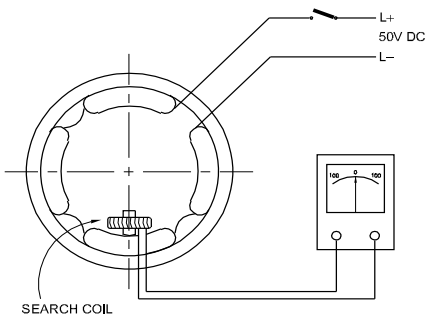


Fig 8

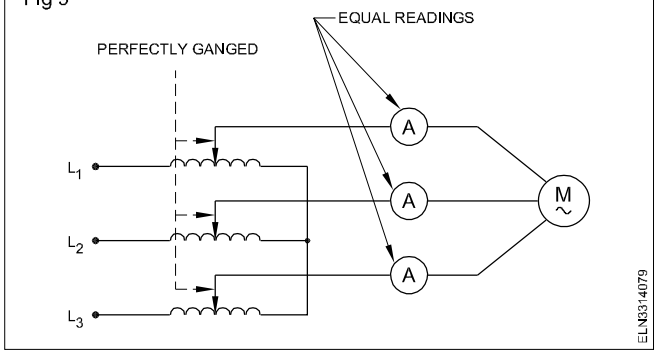


जैसे ही सर्च क्वायल की क्रोड पोल के साथ सम्पर्क करती है, स्विच ऑन करने पर (Fig 8) गैल्वनोमीटर दांये याबाई तरफ की स्थिति को चॉक से पोल पर चिन्ह लगा दें।

इस तरह से मीटर की सूई के विक्षेप की दिशा अनुसार अगले पोल पर चिन्ह लगा दें। इस बात पर जोर देना चाहिए कि सभी पाठ्यांक तब नोट करें जब स्विच ऑन किया जाये, क्योंकि स्विच ऑफ करते ही मीटर की सूई विपरीत दिशा में संकेत करती है।

असन्तुलित धारा का परीक्षण (Unbalanced current test): तीन फेज वाइंडिंग की स्थिति में, स्टेटर को 3-फेज ऑटो ट्रांसफार्मर से कम वोल्टेज दी जाती है ताकि Fig 9 के अनुसार पूर्ण लोड धारा प्रवाहित होसके। इस परीक्षण में सभी तीन फेज की मापी गई धारा समान होनी चाहिए। वाइंडिंग अच्छी होने पर भी ±3% का धारा परिवर्तन स्वीकार्य है।

Fig 9



नो-लोड परीक्षण (No-load test) : मोटर की वाइंडिंग से संसेचन (impregnation) और असेम्बली (assembly) के पश्चात, रोटर को मुक्त रूप से घूमने के लिए जाँच करें। मोटर को निर्धारित सप्लाई वोल्टेज से जोड दें। शून्य लोड पर मोटर को चलायें और शून्य लोड पर, नो-लोड वोल्टेज (no-load voltage), करंट और मोटर की गति को दर्ज करें। किसी भी स्थिति में ये पाठ्यांक, नेम प्लेट मानों से अधिक नहीं होने चाहिए। बियरिंग की आवाज और कम्पन्न का निरीक्षण करें। बिना कम्पन्न की सामान्य आवाज अच्छे कार्य को प्रदर्शित करते हैं। फिर भी लोड परीक्षण के द्वारा ही वाइंडिंग के कार्य की पूर्णता को सुनिश्चित किया जा सकता है।

विद्युत मोटरों में इन्सुलेटिंग वार्निश और वार्निश करने की प्रक्रिया (Insulating varnish and varnishing process in electric machines)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **मशीन की वाइंडिंग को वार्निश करने के महत्व का वर्णन**
- **वार्निश के प्रकार, उनके अभिलक्षण और उपयोगों का वर्णन**
- **थीनर का उपयोग बताना**
- **वाइंडिंग के पूर्व में गर्म करने के लिए अपनाई जाने वाली विधियों का वर्णन करना**
- **वाइंडिंग को वार्निश करने की प्रक्रिया का वर्णन करना।**

विद्युत मशीनों में इन्सुलेटिंग वार्निश का महत्व (Importance of insulating varnish to the electrical machines) : सामान्य इन्सुलेशन में उपयोग होने वाले ठोस इन्सुलेटिंग पदार्थों में आर्द्रता ग्राही (नमी ग्रहण करना) गुण को निष्क्रिय करने के लिए वार्निश से संसेचित (impregnation) किया जाता है। वार्निश वाइन्डिंग की परतों के अन्दर नमी का प्रवेश रोकने के लिए एक आवरण का निर्माण कर देती है और कई स्थितियों में यह तेल, अम्ल, क्षार तथा ऊष्मा के विरूद्ध कार्य करती है। घूमने वाली मशीनों में विशेषकर वार्निश चालकों को एक साथ बाँधने के लिए भी आवश्यक होती है। चालकों को एक साथ बांधने के लिए भी आवश्यक होती है। चालकों के बीच ठोस वार्निश द्वारा वाइंडिंग से ऊष्मा को निकालने के लिए वायु के विस्थापन होने से सुधारा जा सकता है।

वार्निश के प्रकार (Types of Varnish): विद्युतीय वाइंडिंग के साथ उपयोग करने के लिए सामान्यतः चार प्रकार की वार्निश उपयोग होती है। ये है:

1 एयर ड्राइंग वार्निश (air-drying varnishes)

2 बेकिंग वार्निश (baking varnishes)

3 धर्मोसेटिंग वार्निश (thermosetting varnishes)

4 साल्वेन्टलेस वार्निश (solventless varnishes)

Copyright Free Under CC BY Licence

वायु शुष्क वार्निश (Air drying varnish) : इस वर्निश में ठोस कण व विलायक (solvent) होता है। वार्निश को बिना गर्म करके सोलवेन्ट को वाष्पित करके सुखाया जाता है। बेकिंग वार्निश की तुलना में वायु शुष्क वार्निश निम्न सामर्थ्य वाली व उच्च सरन्ध्रता (बहुत अधिक छिद्र युक्त) वाली होती है क्योंकि सोलवेन्ट के सुखने के बाद बनने वाली रिक्त (अन्तराल) को सील करने के लिए उनकी फिल्म पर्याप्त रूप से प्रवाह (flow) नहीं होती है। आगे, यह डुबोने वाले टैंक में तथा भंडारन के समय शीघ्रता से खराब होती है। शीघ्रता से सुखने वाली वार्निश में चपड़ी (shellac) स्प्रिट युक्त होती है और यह साफ व काले रंग की हो सकती है। ये वार्निश आपातकाल मरम्मत कार्य व टच-अप (touch-up) कार्य में उपयोग होती है। काली ऐस्फाल्ट-आधार वाली वार्निश उपलब्ध है, परन्तु ये केवल तेल के प्रति स्पष्ट प्रतिरोध उत्पन्न करती है।

अनेक प्रकार की ओलीआरसेनीयस (oleoresinous) जो (तेल व रेजिन युक्त) (oil and resin base) वाली है, कई प्रकार की वार्निश बाजार में काले व साफ रंग में उपलब्ध है। ये वार्निश सोलवेन्ट की हानि होने से व आक्सीकरण से सूखती है और एस्फाल्ट आधारित वार्निश की अपेक्षा अधिक तेल प्रतिरोधी होती है। कभी कभी सिंथेटिक वेल्ड एयर ड्राइंग भी उपयोग होती है।

बेकिंग वार्निश-ओलीओरेसिनीयस (Baking varnishes - oleoresinous) : बेकिंग वार्निश में भी ठोस कण व सोलवेन्ट होता है। थर्मोसैटिंग वार्निश का विकास होने से पहले इस प्रकार की वार्निश बहुत उपयोग की जाती थी । ये वार्निश आधी पालिमेराइजेशन व आधी आक्सीकरण के द्वारा सूखती है। अलसी तेल (Linseed oil) वाली वार्निश लगभग पूर्णतः आक्सीकरण से सूखती है जबकि तंग-तेल (tung-oil) वाली वार्निश दोनों (आक्सीकरण व पोलिमेराइजेशन) (polymerization) से सूखती है आक्सीकरण केकारण सूखने से सतह कठोर बन जाती है जबकि नीचे की वार्निश अभी भी गीली होती है। विशेषकर नीचली क्वायल में इस प्रकार की हानि होती है।

थर्मामोसेटिंग वार्निश (Thermosetting varnishes) : ये ऊष्मा से कठोर होने वाली, साफ, कृत्रिम वार्निश होती है, जो कि साधारण बेकिंग वार्निश की अपेक्षा अधिक सुधरी हुई होती है, जो कि कठोरीकरण के लिए आक्सीकरण पर निर्भर करती है। ये वार्निश वर्ग B या तो वर्ग E के इन्सुलेशन के लिए उचित रहती है।

विलायकहीन वार्निश (Solventless varnishes) : आधुनिक विकास यह संकेत देता है कि कुछ वर्षों मे सोलवेन्ट रहित (100 प्रतिशत ठोस) वार्निश व्यापारिक रूप में उपलब्ध हो जायेगी, और ये वार्निश कम आयु अभिलक्षणों से मुक्त होगी, और सोल्वेन्ट रहित वार्निश के टैंक (डिब्बो) में खराब होने से भी बचेगी।

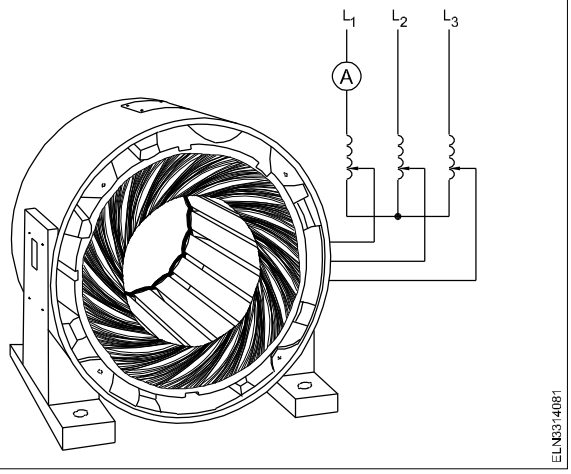
थीनर वार्निश (Varnish thinners) : थीनर का उपयोग वार्निश की श्यानता (viscosity) ठोस भाग को आवश्यक मात्रा में समायोजित करने के लिए किया जाता है। पूर्णतया मिश्रण बना कर प्राप्त करने के लिए, वार्निश को शीघ्र घोलने के साथ, थीनर को धीरे-धीरे मिलाना चाहिए। थीनर का चयन करने के लिए, वार्निश के निर्माता से विशेष प्रकार की वार्निश के लिए विशिष्ट अनुशंसा प्राप्त करनी चाहिए । वार्निश में थीनर की मात्रा 60% से अधिक नहीं होनी चाहिए।

पूर्व तापन (Preheating) : वार्निश करने से पूर्व वाइन्डिंग परतों के बीच से नमी को बाहर निकालना पूर्व तापन कहलाता है।

वार्निश लगाने से पूर्व वाइन्डिंग को सम्पूर्णता से सुखाने के लिए निम्नलिखित विधियों में से एक को अपनाया जाता है।

1 एक 3-फेज ऑटो ट्रांसफार्मर को Fig 1 के अनुसार स्टेटर टर्मिनलों से जोड़कर कुल लाइन वोल्टेज को 20% निम्न वोल्टेज स्टेटर में दिया जाता है, यह इस प्रकार है कि वाइन्डिंग में प्रवाहित होने वाला करंट, पूर्ण लोड करंट से अधिक नहीं होता है। मोटर को 8 से 10 घण्टे तक गर्म किया जाता है।

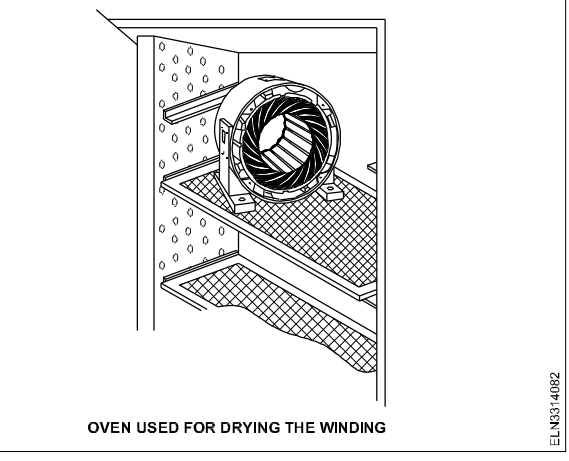
Fig 1



इस विधि में सूक्ष्मता से निरीक्षण करना आवश्यक होता है क्योंकि वाइन्डिंग द्वारा उत्पन्न ऊष्मा सरलता से बाहर नहीं निकलता है।

2 मोटर को Fig 2 के अनुसार भट्टी (Oven) में रखा जा सकता है, परन्तु तापमान 90°C से अधिक नहीं होने देना चाहिए।

Fig 2



OVEN USED FOR DRYING THE WINDING

3 वाइंडिंगों के बीच गर्म हवा को प्रवाहित किया जाता है, जो कि एक बन्द चैम्बर में जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है, में रखी जाती है परन्तु वायु साफ व शुष्क होनी चाहिए और इसका तापमान 90°C से अधिक नही होना चाहिए।

4 जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है, मशीन के चारों ओर कोयले की अंगीठी या इलैक्ट्रिक रेडियेटर को रखा जा सकता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 3

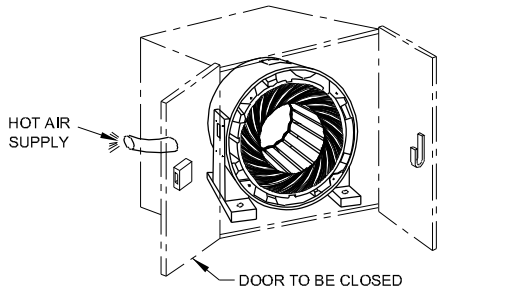
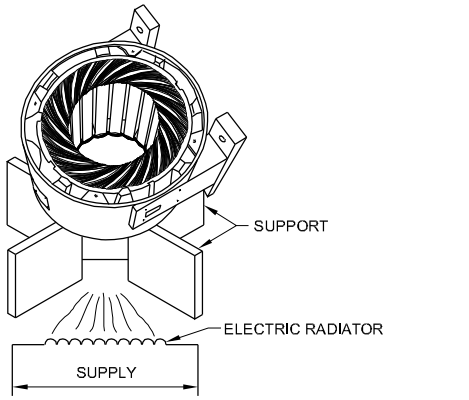
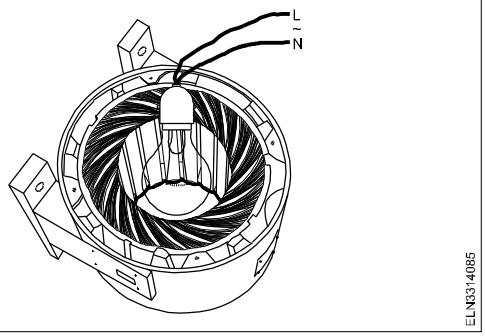


Fig 4



5 Fig 5 में दिखाये अनुसार मशीन के अन्दर कार्बन फिलामेन्ट को रख कर इसका उपयोग सन्तोषजनक रूप में किया जा सकता है, परन्तु यह ध्यान रखना पड़ेगा कि गर्म वाइन्डिंग के किसी भाग के साथ सम्पर्क में न आये। यदि इस प्रकार से पर्याप्त उच्च तापमान प्राप्त नही हो रहे हो तो स्टेटर को तिरपाल से ढककर वेन्टीलेशन (ventilation) को कम किया जा सकता है।

Fig 5



सुखाने के लिए उपयोग की गई तापन विधि का लगातार जारी रखना चाहिए तथा प्रयुक्त विधि को सावधानीपूर्वक देखने रहना चाहिए और यह सुनिश्चित करना चाहिए कि वाइंडिंग (winding) का तापमान इतना अधिक न हो जाये कि इससे इन्सुलेशन को क्षति हो जाये। थर्मामीटर द्वारा मापा जाने वाला वाइंडिंग को सुरक्षित उच्चतम ताप 90°C होता है। इसी समय यह भी ध्यान दिया जाना चाहिए कि तापमान इतना कम भी न हो जाये कि नमी का प्रवेश पुनः हो जाये।

जैसे जैसे मोटर गर्म होने लगती है, तो इन्सुलेशन प्रतिरोध विचारणीय रूप से कम होने लगता है और इन्सुलेशन प्रतिरोध न्यूनतम तक पहुँच जाता है, और इसके कुछ समय बाद तक स्थिर रहता है जो कि मशीन में नमी के ऊपर निर्भर रहता है। जैसे जैसे शुष्कन प्रक्रिया आगे बढती है, तो इन्सुलेशन प्रतिरोध क्रमिक रूप से बढने लगता है। इन्सुलेशन प्रतिरोध के बढने तक शुष्कन प्रक्रिया लगातार होनी चाहिए या जब तक कि यह 75°C पर एक एक मेगा ओप्ल प्रति 1000 वोल्ट तक न पहुँच जाये।

यह देखने के लिए कि शुष्कन किस तरह से प्रगति कर रहा है, शुष्कन काल के समय, ताप तथा इन्सुलेशन प्रतिरोध का पाठ्यांक कम से कम 1 घण्टे में एक बार लेना चाहिए। जहाँ तक सम्भव हो, मोटर के ताप को स्थिर रखना चाहिए, अन्यथा पाठ्यांक में भ्रम उत्पन्न हो सकता है।

वाइंडिंग के पूर्व तापन के बाद, मशीन को वार्निश करने से पूर्व 60°C तक ठण्डा करें। इसका महत्व इसलिए है क्योंकि उच्च तापमान वार्निश परत के साथ बाहरी तरफ को सील करने का प्रयास करेगा।

वार्निश करने की प्रक्रिया (Varnishing process) : वाइंडिंग की वार्निश करने के लिए या तो सम्पूर्ण (वाउण्ड) स्टेटर को वार्निश टैंक मे डुबोकर या वाइंडिंग पर वार्निश डाल कर वार्निश की जाती है। कुछ स्थितियों में पेन्ट करने वाले ब्रुश से भी वार्निश लगाई जाती है।

वायु-शुष्कन वार्निश प्राकृतिक रूप से सूखने वाली वार्निश होती है, इसलिए जॉब job को सामान्य ताप पर 6 घंटे के लिए सूखने दें।

संसेचन (Impregnation) : संसेचन के लिए वार्निश निर्माता के निर्देशों के अनुसार वार्निश विधि की अनुपालना करनी चाहिए।

संसेचन विधि (Impregnation process) : वर्ग E की मोटरों के लिए E वर्ग का संसेचन उपयोग करें, निम्नलिखित प्रक्रिया द्वारा संसेचन किया जा सकता है।

1 जॉब को आठ घण्टे तक भट्टी (oven) में 85-100°C तक पूर्व तापन (preheating) करें और इन्सुलेशन प्रतिरोध को मापें। यदि इन्सुलेशन प्रतिरोध अनन्त से कम हो तो पूर्व तापन प्रक्रिया को लगातार जारी रखें, जब तक कि इंसुलेशन प्रतिरोध अनन्त तक न हो जाय।

2 पूर्व तापन के बाद जॉब को 60°C तक ठण्डा करें और इसे वार्निश टैंक में डूबो दें। गर्म वाइंडिंग को ऊर्ध्वाधर स्थिति में वार्निश में एक घण्टे तक डुबो कर रखें या तब तक डुबो कर रखे जब तक कि सभी वायु के बुलबुले बाहर न आ जाये।

3 जॉब को टैंक से उठाकर टैंक पर लगे क्रेडल (cradle) पर लगभग एक घण्टे तक रखें जब तक कि वार्निश पूरी तरह से सुख (drains) न जाये।

4 वार्निश निचुडने के पश्चात जॉब को 120°C पर दो घण्टे तक गर्मकरें और140°C पर कम से कम दस घण्टे तक गर्म करें।

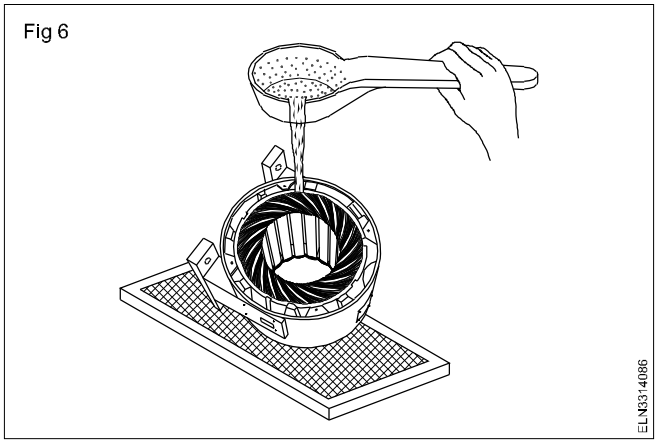
5 वार्निश सुखाने के तुरन्त बाद इन्सुलेशन प्रतिरोध को मापें, और इसका मान 2 मेगा ओह्म से कम नही होना चाहिए।

6 दूसरी बार संसेचन करने के लिए जॉब को 70°C तक ठण्डा करें और फिर उपरोक्त 2,3 व 4 स्टैप को दोहरायें।

Copyright Free Under CC BY Licence

यदि उपयोग के लिए वार्निश टैंक न हो तो स्टेटर को वार्निश से भरे बर्तन के ऊपर रखें और Fig 6 के अनुसार इस पर चम्मच से वार्निश डालें। इस स्थिति मे स्टेटर में संयोजन (connection) की ओर से वार्निश डालें और फिर स्टेटर को पलट कर दूसरी तरफ से वार्निश डालें।

Fig 6



वार्निश हटाना (Varnish stripping) : वार्निश को डुबोने व पकाने के बाद, एयर गैप सतह पर व सिरा परिरक्षक (end-shield fits) पर जमी हुई वार्निश को हटाने की प्रायः आवश्यकता पडती है, क्योंकि ऐसे स्थानों पर वार्निश के एकत्र होने से रोकने का कोई व्यावहारिक प्रबन्ध नहीं होता है। एकत्र हुई अतिरिक्त गीली वार्निश को साफ करने के लिए खराब कपड़ों को सही सोलवेन्ट solvent के साथ उपयोग करके वार्निश को साफ किया जाता है। यदि मोटर की यह सतह वार्निश में डुबोने से पहले, उचित आवरणित कम्पाउण्ड के साथ उपचारित की गई हो तो पकी हुई वार्निश की परतों को, धातु की सतह से छीलकर आसानी से हटाया जा सकता है। इस कम्पाउण्ड को स्प्रे करने के लिए इसमें एसीटोन मिलाया जाता है। यदि इसे ब्रुश से लगाना हो तो इसका गाढापन रखने के लिए इसे अधिक मैलेसस (molasses) पर तैयार किया जाता है। आधा घण्टा तक पतली परत को सुखाने के बाद, उपकरण को सामान्य वार्निश से संसेचित (Impreganation) किया जाता है व पकाया जाता है। मासकिंग (masking) कम्पाउण्ड को पकाने के बाद, इसे धातु के नंगे सिरे की ओर से एक चाकू को प्रवेश करा कर या बारीक कील को एक बिन्दु पर रख कर, साफ किया जा सकता है। दोनों वार्निश और मॉसकिंग कम्पाउण्ड को एकल (single) फिल्म की परत को उतारते हुए हटाया जा सकता है।

सिरों के संयोजन, समूह संयोजन, टर्मिनल लीड्स संयोजन, बन्धन को जोड़ना और ओवर हैन्गस को बनाने की विधियाँ (Method of connecting end connection, group connection, terminal leads, binding and forming the overhangs)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

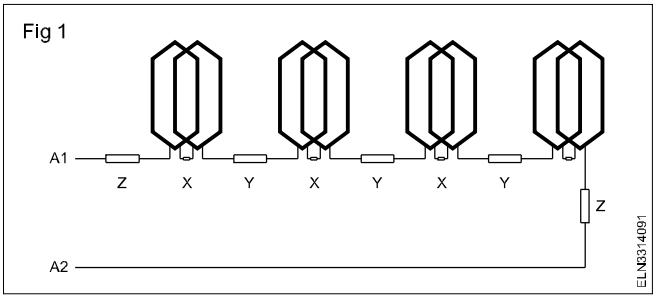
- **वाइंडिंग में संयोजनों के प्रकार बताना**
- **क्वायल के अन्त सिरे का संयोजन बनाने की विधि का वर्णन करना**
- **समूह (जम्पर) संयोजन बनाने की विधि का वर्णन करना**
- **टर्मिनल लीडस के संयोजन की विधि का वर्णन करना**
- **वाइंडिंग के साथ अन्त सिरे/टर्मिनल/लीड के संयोजनों को बाँधने की विधि का वर्णन करना**
- **ओवर हैन्ग overhangs बनाने के विधि का वर्णन करना।**

किसी भी वाइंडिंग के लिए नीचे वर्णन की गई विधि सामुहिक है।

सिरों के संयोजन (End connections) : वाइंडिंग में तीन प्रकार के संयोजन बनाये जाते है, जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है पहले क्वायल समूह के लिए क्वायल का संयोजन है जिसे X से दर्शाया गया है । जैसा कि X से दर्शाया गया है, दूसरा एक ही फेज में एक क्वायल समूह को दूसरे समूह से जोडने के लिए Y से दर्शाया गया है तथा तीसरा लीड तार का संयोजन है जिसे Fig 1 में Z से दर्शाया गया है। वाइंडिंग के समय ऊपर बताये गये क्रम से एक के बाद एक करके आगे बढने से कार्य अच्छा होगा।

वाइंडिंग तार में बनाये जाने वाले किसी भी संयोजन को क्वायल के सिरों को उचित पहचान के साथ शुरू करना चाहिए। जो वाइंडिंग करना सीखना चाहता है उसके लिए यह जरूरी है कि वह पहले विकसित आरेख उसके बाद संयोजन आरेख के साथ-साथ वास्तविक वाइंडिंग को भी स्वयं देखें ताकि कोई संदेह न रहे। क्वायल के सिरों की पहचान के बाद (जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है), अस्थायी रूप के क्वायल के सिरों को लपेट कर रख दें और विकसित आरेख व संयोजनआरेख के साथ संयोजनों की पुनः जाँच करें।

Fig 1

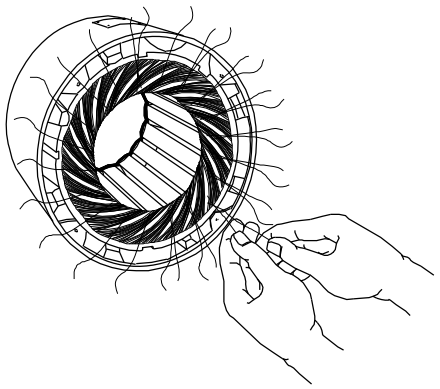


संयोजन सही है यह सुनिश्चित करने के बाद, रेगमाल या चाकू या वैद्युत द्वारा चलित इन्सुलेशन हटाने वाले यन्त्र से इनैमल इन्सुलेशन को हटायें। सभी विधियों में यह देखें कि तार में कहीं कोई कट या मोड़ तो नही है जो कि प्रायः तार को क्षति पहुँचाता है।

क्वायल संयोजन की विधि (Method of coil connections) : यह जाँच कर लें कि इनैमल enamel इन्सुलेशन पूर्णतः हट गया है। क्वायल सिरों की तार की 20-25 mm लम्बाई को लेकर सिरों को Fig 3 में दिखाये अनुसार लपेट दें और PVC या एम्पायर स्लीव को चढा दें। जोड को क्वायल के गुच्छे की तरफ मोडें और मोटे धागे से बाँध दें।

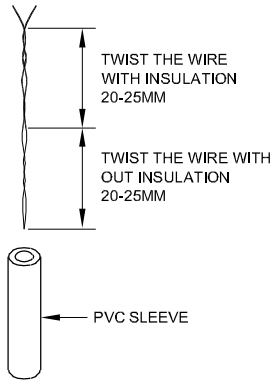
Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 2



ELN3314092

Fig 3

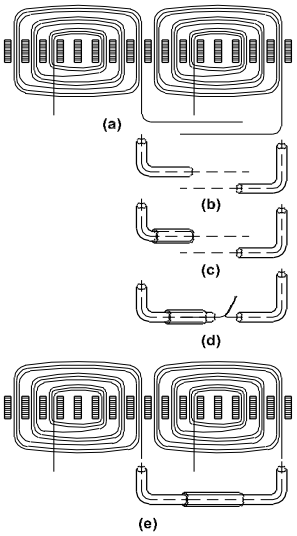


ELN3314093

समूह संयोजन (जम्पर संयोजन) की विधि (Method of group connections (jumper connections): समूह के सिरे की जो तार अगले समूह के साथ जोडी जाती है उसे 40 mm की लम्बाई तक लें। Fig 4a के अनुसार अतिरिक्त लम्बाई को काट दें। वाइंडिंग तार को 40 mm का इनैमल हटायें।

Fig 4b में दिखाये अनुसार जिन दो तार को जोडा जाता है उनके ऊपर पर्याप्त लम्बाई की उपयुक्त PVC या एम्पायर स्लिव चढा दें। Fig 4c के अनुसार एक स्लिव पर दूसरी बडे साइज वाली स्लिव चढा दें। अब इन्सुलेशन उतरी हुई तारों को एक साथ लपेट दें जैसा कि Fig 4d में दिखाया गया है। जोड को तार पर मोड दें और Fig 4e की तरह दूसरी स्लिव को जोड पर चढा दें।

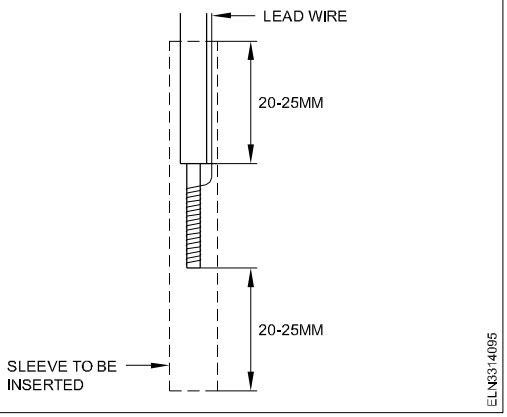
Fig 4



ELN3314094

लीड संयोजन की विधि (Method of lead connections) : लीड तार को जोडने के लिए, केबल के इन्सुलेशन को लगभग 25 mm तक हटा दें और उतनी ही लम्बाई के लिए वाइंडिंग तार से इनैमल इन्सुलेशन भी हटा लें। दोनों तारों को साफ करें तथा लीड तार पर वाइन्डिंग तार को कम से कम 10 बार कस कर लपेटें जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है ।

Fig 5

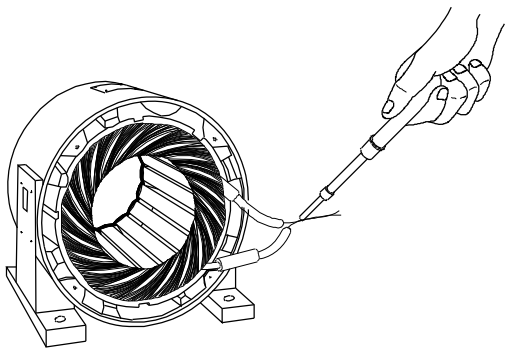


ELN3314095

जोड को इन्सुलेटिड करने के लिए Fig 5 के अनुसार PVC या एम्पायर स्लिव का उपयोग करें।

पूर्व में बताये अनुसार वाइंडिंग के सही होने की जाँच के बाद, और अभी पूर्व में बताये गये सभी संयोजनों के अन्त में उन्हें Fig 6 के अनुसार सोल्डर करना आवश्यक है और उसके बाद स्लिव से इन्सुलेटिड करें।

Fig 6



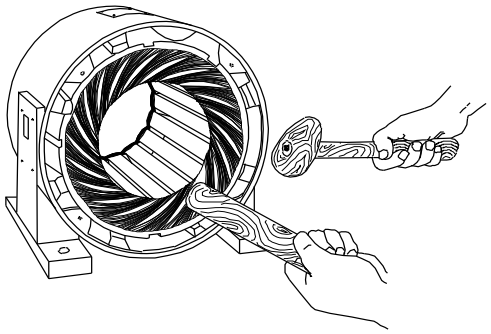
ELN3314096

ओवर हैन्ग को बांधना व आकार देना (Shaping and binding the overhangs) : सभी सिरों के संयोजन को सोल्डरिंग करने तथा स्लिव पहनाने के बाद, जम्फर तारों तथा लीड तारों को एक समान रूप से फैलाये, जिससे समरूपता बनी रहे तथा ओवर हैन्ड स्पष्ट दिखाई दें। लकडी या नाइलोन के मैलट से सकेन्द्रीय रिंग (concentric ring) में दोनों साइडों पर वाइन्डिंग के ओवर हैन्ग को धीरे धीरे चोट दें। इसके लिए लकडी या फाइबर रोलर का उपयोग करें जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है। थोड़े - थोड़े अन्तराल बाद पूर्व में लिए गए डाटाअनुसार ओवर हैन्ग को माप की जाँच करते रहे।

अन्त संयोजन, जम्फर और लीड संयोजनों को क्वायल के साथ मजबूती से बन्धन धागे द्वारा बाँध दें। Fig 8 के अनुसार उपयुक्त टेप को मूल रूप में बांध दें।

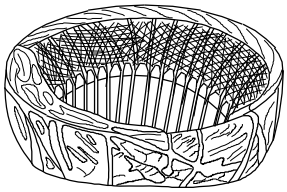
Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 7



ELN3314097

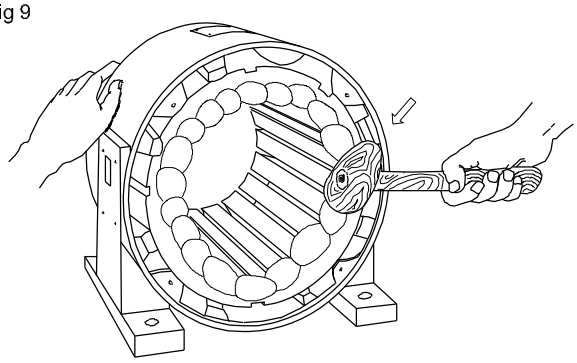
Fig 8



ELN3314098

ओवर हैन्ग के साथ, संयोजन लीड्स को बाँधने के बाद दोनों ओवर हैन्ग को सकेन्द्रिय रिंग में पुनः अंतिम आकार दें, जिससे कि वे समान रूप से फैल जायें और रोटर को स्पर्श न करें। इस प्रक्रिया के दौरान यह जाँच करते रहें कि फ्रेम और सिरे के परिक्षक (end cover) के बीच मूल की तरह पर्याप्त अंतराल रहे। (Fig 9)

Fig 9



ELN3314099

Copyright Free Under CC BY Licence