

Зорчигчийн вагоны эд ангиудыг үл эвдэх сорилоор шалгах аргачлал

Ц. Байгальмаа^{1,*}, Т. Шинэбаяр², О.Алтантуяа³, Т.Жавзандулам⁴

¹ Физикийн тэнхим, Хэрэглээний Шинжлэх Ухааны Сургууль, Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Монгол

² Үл эвдэх сорилын лаборатори, Зорчигчийн вагон депо, Улаанбаатар Төмөр Зам, Монгол

³ Үл эвдэх сорилын лаборатори, Зүүн Хараа Ачааны вагон депо, Улаанбаатар Төмөр Зам, Монгол

⁴ Цахилгаан Техникийн Салбар, Эрчим Хүчний Сургууль, Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Монгол

Энэ ажилд ашиглалт өндөртэй зорчигчийн вагоны арал, ноён нурууг үл эвдэх сорилтын аргуудаар шалгах шалгалтын цэг, байршлыг тогтоон шалгах аргачлал боловсруулан, металын соронзон санамжийн аргаар вагоны насжилтийг тодорхойлов.

Түлхүүр үг: ферросоронзон, соронзон индекс, хүчдэл төвлөрсөн бүс.

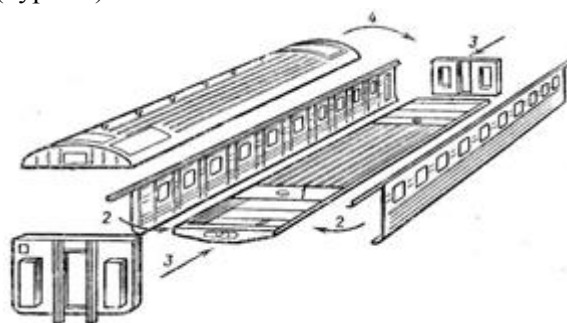
I. ОРШИЛ

Төмөр замын тээвэрт зорчигч болон ачаа, ачаан тээшийг аюулгүй, найдвартай, тасралтгүй тээвэрлэх явдал хамгийн чухал. Хөдлөх бүрэлдэхүүний зангилаа хэсгийн эд ангиудын найдваржилтыг хангах зорилгоор үл эвдэх сорилтын уламжлалт аргуудаар шалгах, баталгаажуулалтын ажил хийгддэг. Сүүлийн үед зорчигчийн вагоны ашиглалт нэмэгдсэнтэй холбоотойгоор вагоны үндсэн хийцийн эд ангиудад гэмтэл гарах болсон. Иймд гарч болзошгүй аюул ослоос урьдчилан сэргийлэхийн тулд зорчигчийн вагоны үндсэн хийцийн зангилаа хэсгийн үзлэг оношилгоог сайжруулах, үл эвдэх сорилтын шинэ арга, техник технологийг нэвтрүүлэх зайлшгүй шаардлага тулгарч байна. Ашиглалт өндөртэй зорчигчийн вагоны арал, ноён нурууг үл эвдэх сорилтын аргуудаар шалгах шалгалтын цэг, байршлыг тогтоон шалгах аргачлал боловсруулан, нэвтрүүлж галт тэрэгний хөдөлгөөний аюулгүй байдлыг хангахад энэхүү судалгааны ажил чиглэгдэв.

II. ТУРШИЛТЫН ХЭСЭГ

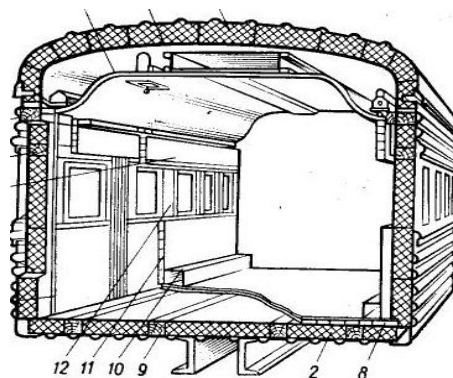
Зорчигчийн вагон зориулалтаас хамаараад тасалгаат, нийтийн, тээшийн, шуудангийн, вагон-ресторан, тусгай зориулалтын гэх мэт ангилна. Вагоны бүтэц нь зориулалтаас үл хамааран кузов, арал, явах анги, хос дугуй, авто тоормос, ниших татах байгууламжаас бүрдэнэ. Вагоны үйлдвэрлэлийн технологи нь вагоны хана, шал, дээвэр, ноён нурууг тус тусад нь блок байдлаар үйлдвэрлэсний дараа тусгай дамжлага

шугам дээр бүгдийг нь угсрах зарчмаар хийгддэг (Зураг 1).



Зураг 1. Вагоны бүтэц (шал-1, хана-2, ноён нуруу-3, дээвэр-4).

Вагоны арал, ноён нуруу нь хамгийн чухал хийцийн эд анги бөгөөд зорчигч суух зориулалттай кузовт бэхлэгдэнэ (Зураг 2). Зорчигчийн вагоны үндсэн байгууламжийн эд ангиудыг төрөлжүүлэн авч үзэн үл эвдэх сорилтоор шалгах байдлаар судалгааг хийхэд арал, ноён нуруунд үзлэг шалгалтыг хийхгүй байгааг тогтоосон.

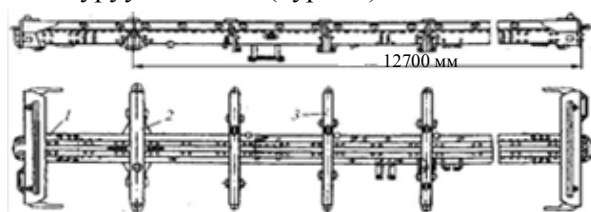


Зураг 2. Вагоны кузовт ноён нуруу бэхлэгдсэн байдал.

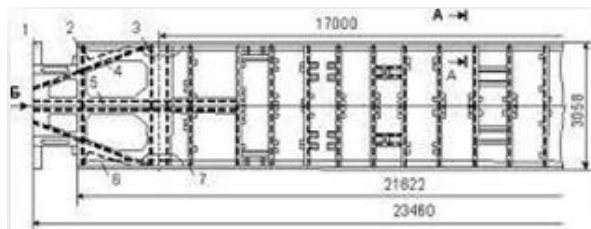
Нийтийн вагон нь вагоны кузовын бүх уртын дагуу ноён нуруутай (Зураг 3) байдаг бол

* Electronic address: baigali5@must.edu.mn

тасалгаат вагоны хувьд зөвхөн 2 төгсгөлдөө ноён нуруутай байна (Зураг 4).



Зураг 3. Нийтийн вагон ноён нуруутай.



Зураг 4. Тасалгаат вагон ноён нуруугүй.

Тасалгаат болон нийтийн вагоны ноён нурууг 09Г2Д гангийн марктай швеллерээр хийх бөгөөд тасалгаат вагоны ноён нуруун 23450 мм, нийтийн вагоны ноён нуруун 23600 мм-ийн тус тус урттай байна. Зорчигчийн вагоны арал, ноён нуруу нь хэд хэдэн зангилаа хэсгүүдээс бүрдэх бөгөөд дээрээс, хажуугаас ирэх ачааллыг харилцан адилгүй хүлээж авна.

Арал, ноён нуруунд гэнэтийн үйлчлэлээс үүсэх статик болон олон удаагийн давталттай үйлчлэлээс үүсэх динамик хүчний үйлчлэлүүдийн улмаас дотоод хүчдэл төвлөрлийн бүс үүсэж, улмаар механик бүтцийн өөрчлөлтөнд орж нүдэнд харагдахуйц хэмжээний гэмтэл согог болон хөгждөг. Иймд зорчигчийн вагоны арал, ноён нуруунд үл эвдэх сорилтын шалгалт, оношилгоог 2 аргачлалаар хийж гүйцэтгэнэ. Үүнд:

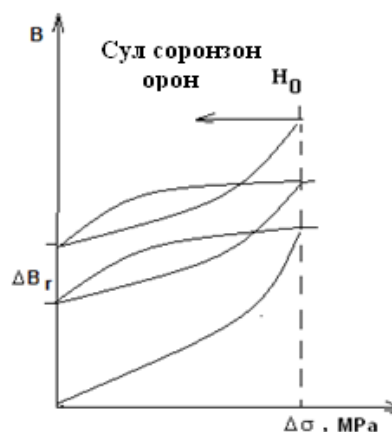
1. Үл эвдэх сорилтын уламжлалт соронзон бөөмийн сорилт-материалын ферросоронзон шинж чанарыг ашиглан гадаргуу орчим 5 мм-ийн гүнтэй ан цавыг илрүүлэх, нэвчигч шингэний капиллярын үзэгдэл дээр үндэслэсэн шингэн нэвчүүлэлтийн аргаар гагнуурын хүйтэн хагарлын ил ан цавыг, харимхай орчинд долгион нэгэн төрлийн бус орчноос ойх үзэгдэл дээр үндэслэгдсэн хэт авианы эхо импульсийн аргаар гагнуурын дутуу нэвтрэлт, дотоод согогийг тус тус илрүүлж гэмтлийн хэмжээ байрлал, аюулыг тодорхойлно.

2. Зорчигчийн вагоны арал ноён нурууны нийт уртын дагуу үл эвдэх сорилтын дэвшилтэт арга, металын соронзон санамжийн арга (МСС

арга) ашиглан хүчдэл төвлөрлийн бүсийг хэмжиж, үлдэгдэл нөөцийг тогтооно.

Металын соронзон санамжийн арга (МСС арга) бол дэлхийн соронзон орны сул үйлчлэл дотор орших ажлын ачаалалтай шалгалтын зүйлд, түүний дотоод хүчдэлийн дундаж түвшнээс илүү гарсан хүчдэлээр нөхцөлдсөн соронзолгооны үл буцах өөрчлөлт юм. МСС арга нь эд ангийн гадаргуу дээрх өөрийн соронзон алдагдлын орон (ӨСАО)-ны түгэлтийг хэмжин материал ба ширээсэн холболт дахь микробүтцийн гажиг, согог, хүчдэл төвлөрсөн бүсийг тодорхойлох зориулалтын ҮЭС-ын арга юм [1,2].

Ферросоронзон бие дэх далд согог нь ажлын цикл ачаалал ба дэлхийн соронзон орны хам үйлчлэлээр согог дээр соронзон доменууд цэгцрэн байрласаны улмаас алдагдал соронзон орныг металын гадаргуу дээр бий болгодог (Зураг 5). Согог буюу хүчдэл төвлөрсөн хэсэгт металын соронзон нэвтрүүлэлт нь минимум, соронзон орны тангенциал байгуулагч нь максимум, харин нормаль байгуулагч нь тэмдэгээ өөрчилж тэг болдог. Ажлын биеийн гадаргуу дээрх алдагдал соронзон орны нормаль байгуулагчийг хайж илрүүлэн хүчдэл төвлөрсөн бүсийг тогтоох ба улмаар ферросоронзон бие согог агуулж байгаа эсэхийг тодорхойлно[3].



Зураг 5. Цикл ачаалал ба дэлхийн сул соронзон орны хам үйлчлэлээр үүссэн соронзон харимхай үзэгдлийн схем. ΔB_r - үлдэгдэл соронзон индукцийн өөрчлөлт; $\Delta \sigma$ -цикл ачаалалын өөрчлөлт; H_0 - дэлхийн сул соронзон орны хүчлэг

Туршилт. Зорчигчийн вагоны арал ноён нуруунд динамик болон статик ачаалалаас үүссэн согог гэмтлийг илрүүлэхдээ хэт авианы эхо-импульсийн ЕРОСН-ХТ сүүлийн үеийн нарийвчлал өндөртэй багаж ашиглан гэмтлийн

байрлал, хэмжээг далайцын өөрчлөлтөөр тодорхойлсон.

Соронзон бөөмийн сорилтод хувьсах болон тогтмол гүйдлээр тэжээгддэг Parker-da 400A цахилгаан соронзон зангуу хэлбэртэй 0-400 мм-ийн диаметртэй эд ангиудыг олон чиглэлд соронзлогч багажийг гадаргуун согогийг илрүүлэхэд ашигласан. Гагнуурын ил ан цавыг илрүүлэхэд шингэн нэвчүүлэлтийн DPT-8 нэвчигч, тодруулагч, цэвэрлэгч бодисуудыг ашигласан.

МСС-ийн аргын багаж нь ферросоронзон материалын гадаргуу дээрх соронзон алдагдлын орныг тусгай сенсоорын тусламжтайгаар хэмжинэ. Багаж нь хэмжилтийн хоёроос цөөнгүй тооны сувагтай байх ба хэмжилтийн үр дүнг боловсруулан багажын дэлгэц дээр графикаар харуулан улмаар шинжлэх зориулалтаар компьютерт дамжуулах микропроцессорын удирдлагатай байна.

Аргачлал А. Зорчигчийн вагоны арал, ноён нурууны нэршил, байрлалыг нийтийн болон тасалгаат вагоны төрлөөс хамааруулан 2 ангилан авч үзсэн. Зангилаа хэсэг бүрийн шалгалтын цэгүүдийг толорхойлж өгсөн. Цэг бүрийн үл эвдэх сорилтоор шалгах аргачлал боловсруулсан. Нийтийн вагоны ноён нурууны шалгалтын заасан цэгүүдэд гадна үзлэгийн сорил (ГҮС) хийнэ[4].

Аргачлал В. Нийтийн вагоны ноён нурууны уртын дагуу металын соронзон санамжийн аргаар хүчдэл төвлөрлийн бүсийг тодорхойлно. Мөн тасалгаат вагоны ноён нурууны уртын дагуу соронзон санамжийн аргаар хүчдэл төвлөрлийн бүсийг тодорхойлно. Үлдэгдэл хүчдлийн төвлөрлийн түвшний тоон холбогдлыг үнэлэхийн тулд соронзон орны градиент H_p (dH_p/dx) нормаль ба тангенциал байгуулагчийн эрчмийг илэрхийлэх K_{in} -ийг доорх томъёогоор тодорхойлно[3].

$$K_{in}^{max} = \Delta H_p^{max} / \Delta l \quad (1)$$

Хүчдэл Төвлөрсөн Бүс (ХТБ) тус бүрд (1) тооцоолоод дараа нь n тооны ХТБ-ийн хувьд дундаж утгыг олно. Δl - суваг хоорондын зай.

$$K_{in}^{ave} = 1/n (\sum_{i=1}^n K_{in}^i) \quad (2)$$

Дээрх хоёр утгаар металын хэв гажилтад орох соронзон үзүүлэлт болох соронзон индекс m -ийг бүх ХТБ-д тодорхойлно.

$$m = K_{in}^{max} / K_{in}^{ave} \quad (3)$$

m -ийн хязгаарын m_{lim} утгатай жишиж материалыг тэнцэх, давтан шалгах, голох болохыг тодорхойлно. Дээрх алгоритмаар хэмжилтийн үр дүнг боловсруулан соронзон индекс m -ийг **МММ system 3** программ хангамжийн тусламжтайгаар боловсруулна. H_{min} ба H_{max} нь харгалзан графикайн тооцоонд орсон хэсгийн соронзон орны H_p хүчлэгийн минимум ба максимум утга юм [5,6].

III. ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Зорчигчийн вагоны цаашид ашиглах хугацаа нь арал, ноён нуруунд үл эвдэх сорилтын оношилгоо хийгдсэн үр дүнгээс шууд хамаарна. Өөрөөр хэлбэл арал, ноён нурууны үлдэгдэл насжилтын хугацаа вагоны ашиглалтын хугацааг тодорхойлно. Иймд зорчигчийн вагоны арал, ноён нуруунд үл эвдэх сорилтын уламжлалт аргуудаар шалгалт хийхэд дараах гэмтлийг зөвшөөрөхгүй. Үүнд:

1. Нийтийн вагоны нугас төмрийн дам нурууны хэвтээ лист төмрийн ирмэгээс вагоны дунд хэсэг рүү шилжих 680-1020 мм зайд ноён нурууны аль нэг швеллерийн дээд эсвэл доод тавиурын бүх гадаргуу дээр үүссэн ан цав[7,8].

2. Тасалгаат вагоны нугас төмрийн дам нурууны хэвтээ лист төмрийн ирмэгээс вагоны дунд хэсэг рүү шилжих 480-625 мм зайд кузовын хажуу холбоосын хэвтээ болон босоо тавиурын бүх гадаргуу дээр үүссэн ан цав ноён нурууны аль нэг швеллерийн дээд эсвэл доод тавиурын бүх гадаргуу дээр үүссэн ан цавыг зөвшөөрөхгүй [9,10]. Үл эвдэх сорилтын металын соронзон санамжийн аргаар (МСС) дээрх схемээр хэмжин цуглуулсан өгөгдлийг компьютерт дамжуулан зориулалтын программ хангамжаар боловсруулна. Программ дээрх томъёонуудыг ашигласан алгоритмаар боловсруулалт хийж нэгэн зэрэг Өөрийн Соронзон Алдагдлын Орон (ӨСАО)-ны нормаль байгуулагчийн градиентийн харьцаа болон тангенциал байгуулагчийн градиентийн харьцааны хувьд тус тусад нь m -ын утгыг тодорхойлдог[11]. Хэрэв орны нормаль ба тангенциал

байгуулагчийн градиентийн харьцааны тоон утга m нь хязгаарын босгын утга m_{lim} утгаас давсан тохиолдолд шалгасан материалын эвдрэх хүртэл үлдсэн хугацаан дахь материалын төлөвийн талаар дүгнэлт хийнэ. Соронзон индекс m_{lim} нь эвдрэлийн өмнөх ачаалалаар материал хэв гажилтад орох чадварын үзүүлэлт бөгөөд түүнийг тусгай шалгалт тохируулгын аргаар лабораторийн нөхцөлд тодорхойлдог.

IV. ДҮГНЭЛТ

Зорчигчийн вагоны арал, ноён нуруунд үл эвдэх сорилтын аргуудыг хослуулан ашиглаж оношилгоо хийж дараах дүгнэлт гаргав.

1. Зорчигчийн 35 жил ашиглагдаж байгаа 2 вагоны 09Г2Д маркийн гангаар үйлдвэрлэгдсэн арлын хэсэг бүрт металын соронзон санамжийн аргаар соронзон индексийн утгыг тодорхойлж түүний ашиглалтын нөөц хугацаа 5,6+-2,1 жил болохыг тогтоосон.
2. Үлдэгдэл насжилтыг тооцоолсноор засварт орох вагоны засварын төлөвлөгөөг боловсруулах боломжтой болно.
3. Ашиглалт өндөртэй /41 жилээс дээш/ 55 вагоны арал, ноён нурууг үл эвдэх сорилтын дээрх аргуудыг ашиглан үе шаттайгаар шалгаж оношлох шаардлагатай байна.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү ажлийг ШУТИС-ийн Үл эвдэх сорилтын төв болон УБ Зорчигчийн вагон депогийн “ҮЭС 03-2019” гэрээт ажлын дэмжлэгээр хийв.

НОМ ЗҮЙ

- [1] V.T.Vlasov, A.A. Dubov, “Physical bases of the metal magnetic memory method,” Moscow: ZAO, TISSO, 2004, p. 424.
- [2] A.A. Dubov, Al.A. Dubov, S.M. Kolokolnikov, “Metal magnetic memory method and inspection instruments,” Training handbook. Moscow: ZAO“TISSO”, 2003. p.320.
- [3] ИИВ/Doc. V-1347-06.A.A.Dubov, Al.A.Dubov, S.M. Kolokolnikov, “Method of metal magnetic memory (MMM) and inspection instruments,” Training hand book.

- [4] "Неразрушающий контроль деталей вагонов общие положения" РД 32.174-2001. ст 5-14.
- [5] "Магнито порошоквый метод Неразрушающий контроль деталей вагонов", ст17-35
- [6] О.Дэмбэрэлсүрэн, "Зорчигчийн вагоны сэргээн засварлах технологи, УБ (2014), "Ган зам пресс" 23 дахь тал.
- [7] "Инструкция по сварке и наплавке узлов и деталей при ремонте пассажирских вагонов", 2004. 167-171 хуудас.
- [8] "Зорчигчийн вагоны сэргээн засварлах дүрэм", 2014.хуудас. 9-43, 211-218,
- [9] "Их засварын үед вагоны арал, ноён нуруу, кузовыг үл эвдэх сорилтоор шалгах технологийн дараалал", 2017. 1-9 хуудас.
- [10] Т.Шинэбаяр "СИЗ-ыг үед зорчигчийн вагоны арал, ноён нуруу, кузовыг үл эвдэх сорилтоор шалгах технологийн дараалал", УБ (2018), 24 дэх тал
- [11] A.A.Dubov, “Method of service durability determination of pipes made off ferromagnetic materials”, Author’s Certificate 1769105. Patent of Russia BI, No.38.1992.