



SPLIT TIZIMLI KONDITSIONERLARDA XLADAGENT SIZIB CHIQUISHINI ANIQLASH USULLARI VA NOSOZLIKLARNI BARTARAF ETISH

Yigitaliyev Doniyorbek

*Farg'ona imkoniyatlari cheklangan shaxslar uchun ixtisoslashtirilgan
maxsus texnikumi, ta'lim ustasi*

Annotatsiya. Split tizimli konditsionerlarda xladagent sizib chiqishi ushi kasalliklarining 60-80 foizni tashkil etadi. Ushbu maqola xladagent (R-410A, R-32, R-22) yo'qotishining asosiy sabablari, fizik belgilari va uni operatsion sharoitda aniqlashning ilmiy-amaliy usullarini bayon etadi. Mazkur ishda vizual diagnostika, sovun-suds bosilish usuli, azot bilan 38-41 bar bosim ostida sinash, 65-100 Pa vakuum sinovi, elektron-geterodinli detektor, ultrabinafsha (365-405 nm) fluoressent bo'yoq va ultratovush detektor usullarining qat'iy texnik parametrlari bilan qiyosiy analizi keltirilgan. Shuningdek, SAE J512 standartiga ko'ra rastrub montajning dinamometrik talablari, xladagent turlari bo'yicha kritik bosim va haroratning termodinamik jadvallari, va ta'mir jarayonida qo'llanadigan 8-bosqichli texnologiyaning loyiha va qo'l bilan o'lchashga asoslangan ketma-ketligi keltirilgan. Maqolaning nazariy asosi ASHRAE Handbook (2022), ISO 5149-2:2014, EN 378-2:2016 xalqaro standartlari va Uzbekistan Respublikasi kasb-hunar ta'limi o'quv-uslubiy standarti asosida tayomandadir.

Kalit so'zlar: R-410A, R-32, xladagent sizib chiqishi, freon yo'qtish, elektron detektor, azot opressovkasi, vakuum sinovi, fluoressent diagnost, monozh payvandi, dinamometrik tortish, germetik kontur, o'ta qizish (superheat), qo'l o'lchovi, split konditsioner, tekshirish diagnostikasi, kasbiy ta'mirash.

Аннотация. Утечки хладагента в сплит-системах кондиционирования воздуха составляют 60-80% всех отказов в эксплуатации. В данной статье



представлены физические индикаторы потери фреона (R-410A, R-32, R-22) и точные технические методы обнаружения утечек в рабочих условиях: визуальная диагностика, погружение в мыльный пузырь в расчетных точках, испытание под давлением азота (38-41 бар согласно SAE J512), вакуумное испытание (65-100 Па), электронно-гетеродинные детекторы, ультрафиолетовые флуоресцентные красители (365-405 нм) и ультразвуковое обнаружение. Сравнительные технические таблицы включают термодинамические параметры хладагентов (критическое давление, температура, ПГП), требуемый момент затяжки для факельных соединений (14-95 Н·м по диаметру) и 8-этапный протокол проверки после ремонта с ручным измерением точек.

Ключевые слова: R-410A, R-32, утечка хладагента, потеря фреона, электронный детектор, проверка на заправку азотом, вакуумная откачка, флуоресцентный краситель, паяное соединение, динамометрический ключ, герметичный контур, перегрев, обслуживание сплит-систем кондиционирования, стандарт ASHRAE.

Abstract. Refrigerant leakage in split-type air conditioners accounts for 60-80% of service failures. This article presents physical indicators of freon loss (R-410A, R-32, R-22) and precise technical methods for leak detection in operating conditions: visual diagnostics, soap-bubble immersion at design points, nitrogen pressure test (38-41 bar per SAE J512), vacuum test (65-100 Pa), electron heterodyne detectors, ultraviolet fluorescent dyes (365-405 nm), and ultrasonic detection. Comparative technical tables include thermodynamic parameters for refrigerants (critical pressure, temperature, GWP), torque requirements for flare connections (14-95 N·m by diameter), and an 8-step post-repair verification protocol with manual measurement points.



Keywords: R-410A, R-32, refrigerant leak, freon loss, electronic detector, nitrogen charging test, vacuum evacuation, fluorescent dye, brazed joint, torque wrench, hermetic circuit, superheat, split AC service, ASHRAE standard.

Kirish

O‘zbekiston Respublikasida iqlimning sokin-sokinma issiqlashishi hamda xalq turmush darajasining yilik yuzaga 4,2 foizga o‘sishi split-tizimli konditsionerlashtirgichlarning bozor hajmini 2019-2024 yillarda yilik 12-15 foizga oshirdi. Statistika ma’lumotlariga ko‘ra, o‘zbekiston shaharlarida 2023-yilda taqriban 4,8 milliondan ziyada split tizimli qurilmalar ishlayotgan bo‘lib, ularning texnik xizmat ko‘rsatish amaliyoti ko‘rsatadiki, mushtarilar tomonidan xabar qilingan nosozliklarning 60-80 foizini xladagent sizib chiqishi tashkil etadi (Usmonov N.O., 2019; Muxiddinov D.P., 2021).

Split-tizim konditsioner qoplama konturiga qurilgan: kompressor va kondensator (tashqi blok), isparitel (ichki blok), mis-quvurlashtirgich magistral va servis klapanlari. Ushbu konturning xot vazifasi - xladagentni qo‘yilgan-qisilgan hostalikda murabbasilishi orqali sovutish etisini ta‘minlashdir. Xladagentning o‘z-o‘zidan yo‘qotilishi qat’iyon mumkin emas: agar tizimda xladagent yetishmayotgan bo‘lsa, bu 100 foizga sizish mavjudligini bildiradi. Shuning uchun “faqat gaz quyish” amaliyoti - asosiy va muammo haqida bekorchi, vaqtincha xususiy ishlashni boshqaradi.

Texnik xizmat ko‘rsatishning bugungi muammosi: kasb-hunar ta’limi muassasalari xodimlarining va ta’lim olayotgan o‘quvchilarning aksariyati sizish joyini tezkor va aniq aniqlash, shuningdek bartaraf etish to‘g‘ri texnologiyasini juda sust biladi. Bunday bilim yo‘qotiligi mushtarini noto‘g‘ri xizmat ko‘rsatish, qimmat ta’mirlar va atrof-muhitga zarar yetkazadi. Ushbu maqolaning maqsadi - xladagent sizibni aniqlashning har bir usulini qat’iyon texnik parametrlar bilan, memutvali standartlar va amaliy diagnostika algoritmini taqdim etishdan iborat.



I.XLADAGENT SIZIB CHIQISHINING FIZIK SABABLARI VA OPERATION BELGILARI

1.1 Sizish joylarining klassifikatsiyasi. Split-tizimda xladagent sizishining asosiy topografikasi quyidagilardir:

- 1) Rastrub (flare) birikmalar - SAE J512 standartiga ko'ra, 6,35 mm (1/4") dan 15,88 mm (5/8") gacha quvur oxirlari 45 gradus burchakda kengaytiriladi. Agar montaj paytida quvur radiusi noto'g'ri bo'lsa yoki gayka me'yoriy momentdan normasiz (rasmiy bemiqdor 14-95 N·m oraliqda) tortilsa, tizim mehnat bosimida bo'yin beradi.
- 2) Servis klapanlari (Shreder tizmasi) - kompressor va kondensator bloki isidan 3/16" va 5/16" shpillasining zichligini ta'minlovchi kichik zichlagichlar. Quyosh ta'sirida elastomerlari qat'iylanadi, zarhalgilik va qadanvarilik yo'q.
- 3) Mahalliy payvand (brazed joints) - kompressor mo'yz, kondensator chiqishi va elyutuvchi tort zichlashlari. Xavfli paytlar: payvanda gaz bu'klari qolish, payvandni tashkilash paytida mis sirtiga zarhadman oksid qoldiqlari, ong sharoh yoki ishsiz suv kristalllari mahallasib qolishi.
- 4) Issiqlik almashtirgichlar (batareyalar) - kondensator va isparitel tesh mis mis-aluminiy panjaralar, ular uzoq muddatli ishlashda formik kislota korroziyasiga ochiq bo'ladi ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{HCOOH}$) va microscopic pinchiklar hosil bo'ladi.
- 5) Magistral quvurlar - mis quvurning tebranish, egguvchi mexanik ta'sir, devor ichidan o'tkazishdagi ezilish yoki uzun qo'llanish paytida mos texnik moy to'rt qo'llanmasli shart.

1.2 Operatsion belgilari va diagnostika. Tizimda sizish bo'lgan holdagi fizik belgilar tartiblangan:



- 6) Sovutish unumdorligi pasayishi - bu birinchi va eng aniq belgi. Agar tizim bir hafta oldin normal sovutib turgan bo'lsa va hozir 2-3 soatdan keyin o'ziga qaytayotgan bo'lsa, xladagent yo'qtashi juda ehtimol (50-300 g/yil darajasida).
- 7) Muz qoplami va qirov - so'rish magistralida bosim tez pasayib borar ekan, ispiragi bosim pasayishi sababli температураси to'xtamay tushunadicha pastga tushadi (P-T diagrammasi asosida R-410A uchun 2-4 bar esa -10 to -15°C). Muz hosil bo'lishka olib keladi.
- 8) Kompessor ishishan va moy qidiravligi - moy mig qahva rangda yoki qora qo'pik bo'lib birikmalar va magistrallarda paydo bo'ladi. Bu birikma yoki payvanda mas'uliyatli sizish daloli.
- 9) Kompessorning isiqlanishi va terminal o'chishi - xladagent kamayganida kompressordagi sovutish moyi yetarli bo'lmagani sababli harorat 85-95°C gacha ko'tariladi va elektrik xavfsizligi klapani (thermal overload) o'chadi.
- 10) Bosim ko'rsatgichlarining tartibsizligi - manometrik kollektor holatasida R-410A (35°C shahridagi): so'rish 8-10 bar bo'lishi kerak, lekin sizish bo'lsa 4-6 bar yoki undan kam bo'ladi. Haydash bosimi 29-32 bar bo'lishi kerak, lekin sizishda 22-25 bar yoki undan kam.
- 11) Invertorli modellarda xatolik kodlari - ko'pgina zamonaviy konditsionerlar ECU (elektronik boshqarish bloki) ga orinbosib, agar so'rish bosimi me'yordan 3-5 bar past bo'lsa P-Low yoki L-01 xatolik kodini ko'rsatadi.

II. XLADAGENT SIZIB CHIQISHINI ANIQLASH USULLARI: TEXNIK-AMALIY TAHLIL

2.1. Vizual diagnostika va ekspres-tekshiruv. Birinchi bosqich - tizimni bosh texnik nazar bilan ko'zdan kechiringlar. Moy dog'lari, chang, rahbarchilik va payvand choqlarida kaltallari izlangan. Ushbu usulning sezgirliги - yiliga 500



grammdan ortiqcha sizishlarni aniqlashi mumkin, lekin yiliga 50-100 grammlik mayda sizishlarni olmasa.

2.2. Sovun-suds (soap-bubble) usuli. Ishlab chiqaruvchilar tavsiya qilgan standart usul - gumon qilingan joyga concentrangan sovun eritmasini (24 ml suv + 6 ml sevgi shampun + 1-2 damla turargi rang) surtib o'tazalik qilish. Sizish bo'lsa 10-15 sekundda pufakchalar hosil bo'ladi yoki eritma ko'pik bo'lib chiqadi. Sezgirligi - yiliga 50-100 gramm darajasiga yetadi. Tekshiruv uchun tizim kamida 5 minutning o'zida ishchi rejimida bo'lishi kerak (kompressor ishlashi shart). Shuni esda tutingki, eritma qoldiqlari mikroskopik korroziyani tezlashtiradi, shuning uchun so'ng pishimsiz suv yoki isoropil spirtida (IPA) yuvish majburiy.

2.3. Azot bilan opressovka (nitrogen pressure test, 38-41 bar). Ushbu usul SAE J512 va EN 378-2:2016 standartlari qat'iy talablar qiladi. Jarayoni: tizimdan xladagent to'liq yig'ib olinib (yoki dastlab refrigeration recovery station orqali xladagent regeneratsiya qilib), quruq texnik azot (99,99% pak) bilan kontur 38-41 bar bosimiga to'ldiriladi (R-410A va R-32 uchun), R-22 uchun esa 28-35 bar. Manometrik ko'rsatgichi 30-60 daqiqa kuzatiladi: agar bosim bo'shin o'zgarmaydigan bo'lsa - germetiklik to'g'ri, agar sekin o'zgarib chiqsa - sizish qo'llanilishga yuklamasi mumkin. Juda katta sharoh bo'lsa, sovunli eritma yordamida joyi topiladi.

Diqqat: azot inert (reaktsion emas) va quruq gaz bo'lgani sababli tizimga namlik kiritmaydi. Qat'iy kislород yoki havoni ishlatish mumkin emas - moy bilan kislород portlash xavfini vujudga keltiradi (so'ngra 2000°C bilan yonadi).

2.4. Vakuum sinovi (vacuum evacuation test, 65-100 Pa). Kontur vakuum nasosi (nominal quvvati 5-10 CFM yoki 150-300 L/min) orqali chuqur vakuumba so'rib olinadi. Rotary vane yoki spiral vakuumba nasosi (turbo nasoslar ishlamaydi) kamida 20-30 daqiqa davomida 65-100 Pa (0,5-0,75 mmHg yoki 500-750 mikron absolyut bosimi)gacha so'rish. So'ngra manometer birkasal to'xtatiladi. Agar



vakuummetr ko'rsatkichi 15-30 daqiqada tez ko'tarilsa (>200 Pa/min) - germetiklik buzilgan, agar pastaharha (sekin) ko'tarilsa - tizimda qoldiq namlik. Ushbu usul tizimning butun zichligini juda to'g'ri baholaydi, ammo sizish joyla'ni aniqlashtirmaydi.

2.5. Elektron sizish detektori (electronic halide detector). Zamonaviy portativ detektor, uning ichida geterodinli sensorni (oscillator + mixer) yoki yarimotkazgichli sensorni. Xladagent bug'larining havoda juda kichik konsentratsiyasini sezadi - sezgirligi 3-5 g/yil darajasiga yetadi, ba'zi modellari 1 g/yil ham. Tekshirish jarayoni: zond quvur va birikma choqlarning tagiga (pastdan yuqoriga) sekin, 2.5-5 sm/soniya tezlikda o'tkaziladi. Freon havodan og'ir bo'lganligi uchun pastga cho'kadi. Detektor signali - zvuk yoki vizual ko'rsatkich. Foydalangni esda tutish: shamol, qarolamalar, yonilg'i bug'lari va shunga o'xshash kimyoviy ruhlar sensorni chalg'itishi mumkin, shuning uchun tizimning to'xtab turgan paytida test qilgan ma'qul.

2.6. Ultrabinafsha (UV, 365-405 nm) fluoressent bo'yoq usuli. Tizimga mavju moyi bilan emulsiyalashgan maxsus UV-fluoressent qo'shimcha (ikon sabti: so'rish magistraliga 5-10 sm³ qo'shimcha) kiritiladi, kompressor 2-4 soat davomida ishlatiladi yoki tizim xizmatda 1-2 kun davomida ishlaydi. Sizish bo'lsa, freon bilan aralash fluoressent maddalar atmosferaga chiqadi va toza joyni belgilaydi. So'ngra kontur iliq-kuchli ultraviolet chiroq (Wood UV lamp, 365-405 nm, kamida 15 W) bilan tezlashtirilib tekshiriladi va sizish joyi yorqin sariq-yashil rang (fluorescence) bilan tolyashadi. Sezgirligi - yiliga 5-7 gramm darajasiga yetadi. Ushbu usulning afzalligi: yashirin, davriy (faqat ish bosimi ostida ochiladigan) va bir vaqtning o'zida bir nechta nuqtali sizishlarni topishga munosib. Kamchiligi: natijaviyni kutish vaqti (1-2 kun) va fluoressent maddaning tizimda doimiy qolishi.

2.7. Ultratovush detektor (ultrasonic leak detector). Qo'shimcha usul - gazning yoriqdan chiqishida 30-100 kHts chastotali ultratovush hosil bo'ladi, bu



detektor uni qayd etadi. Sezgirliги - yiliga 500 grammdan ortiqcha bo'lgan yirik sizishlarni topish uchun mos, mayda sizishlarni ko'rsatmasligi mumkin. Manfaati - shovqinli sharoitda operativ diagnostika. Qat'i amalga tavsiya etilmadi, faqat to'kistigi bo'lgan hollarda yordamchi.

1-jadval. Xladagent sizibni aniqlash usullarining texnik parametrlari

Usul nomi	Sezgirliги (g/yil)	Aniqliк / xarajat	Qo'llanish hududi
Vizual ko'rik	> 500	Past / 0	Bosh diagnostika
Sovunli eritma	50–100	O'rta / juda arzon	Birikmalar, rastrub
Azot opressovkasi (38–41 bar)	5–10	Yuqori / O'rta	Montajdan so'ng
Vakuum sinovi (65–100 Pa)	Butun kontur	Yuqori / O'rta	Germetiklik tasdig'i
Elektron detektor	3–5	Juda yuqori / O'rta	Ehtiyot diaqnostika
UV-bo'yoq (fluorescent)	5–7	Juda yuqori / O'rta	Yashirin sizishlar
Ultratovush detektor	500+	Juda yuqori / Qimmat	Yirik sizishlar

2-jadval. Xladagent turlari bo'yicha termodinamik parametrlar

Xladagent turi	Kritik T (°C)	Kritik P (bar)	Zichlig (kg/m ³)	GWP / ODP
R-410A (AZ-20)	70.1	49.17	773.8	2088 / 0
R-32 (HFC-32)	78.1	57.15	666.7	675 / 0
R-22 (HCFC-22)	96.2	49.76	832.5	1810 / 0.05



III. BARTARAF ETISH TEXNOLOGIYASI VA QOLGA O'LCH TASDIQISH

3.1. Xavfsizlikni ta'minlash va xladagentning regeneratsiyasi. Birinchi bosqich - tizim elektr quvvatidan to'liq uziladi. So'ngra qoldiq xladagent maxsus refrigeration recovery station orqali yig'ib olinadi (bu federasi qonuniga ko'ra majburiy, aks holda shtraf va atrof-muhit huquqi). Ushbu stantsiya bo'yicha moy sertifikatsiya qilgan ta'mirlash bo'linmasida mufassal qabullash, filtr-quritgichdan o'tkazish va barqarorlash shart. Bosh majbur ishlar: xonani xavfsiz qilib qolib, quruq azot va kompressor mozning xoldiring orqali tizim tebranganliqa boshqarish yoki "pump-down" usuli (manifest ta'minlash bilan tashqi blok ichiga ko'tariladi).

1. Rastrub (flare) biriktirish joyidagi sizishda:
2. a) Gaykani tez ortiqcha tortish ("kara tortish") ko'pincha yanada yomonlaydi - to'rtami faqat birikma ustiga chiqadi.
3. b) Quvur o'rniga qayta-qavsharlash: ko'ndalang qo'l rastrub asbobi (flare tool) yordamida quvur 6-8 mm tepasidan kesib, so'ngra rastrub valsovka yordamida qaytadan sifatli 45° burchak ostida 1-1,5 mm chuqurlikda kengaytiriladi.
4. c) Dinamometrik kalit (torque wrench) orqali me'yoriy momentla tortish: 6.35 mm uchun 14-18 N·m, 9.52 mm uchun 33-42 N·m, 12.7 mm uchun 50-62 N·m, 15.88 mm uchun 80-95 N·m.
5. Servis klapani (Shreder) nipeli yo'qotganda, maxsus Shreder valve wrench 5/16" yoki 1/4" o'lchamda yangi nipel qo'yiladi (HVAC xodimlarining Sertifikatli to'plami mavjud).
6. Quvar yoriqlar va payvand choqlarida (brazing joints):
7. a) Agar sizish kichik bo'lsa (5-10 g/yil) va birikma juda satoqqa yaqin bo'lsa, sil quyulishi mumkin. Lekin tizim butun germ hoida bo'lsa (xladagent yo'q), yangi payvand to'g'risi kerak.



8. b) Payvandi quzdirish - mis-mis payvandlar mis-fosfor kavshar (Sil-Fos, BCuP, 2-15% kumush teragandisi) bilan, mis-po'lat payvandlar esa flux (SilvaFast) qo'llab kavsharlanadi. Oksiretenka (oxyacetylene) yog'i elektron kavshalagich ishlatiladi, lekin oksiretenka mustahkam.
9. c) Kavsharlash vaqtida kontur ichidan quruq azot ($50-100 \text{ cm}^3/\text{min}$) o'tkazib turish majburiy - bu mis sirtida oksid (kuyindi) hosil bo'lishini oldini oladi va payvand mikro-poresitasini kamaytiradi (ushbu yondashuv "nitrogen backup" nomi bilan ingliz adabiyotida tanilgan).
10. Kondensator yoki isparitel batareyasida korroziya tugli sizish ("formikar" korroziyasi) - ushbu holda juz'i ta'mir iqtisodiy yondashilmaydi, batareya butunday almashtiriladi. Yangi batareya kompressor moyi ustiga oldindan surtilgan bo'lishi kerak (zichlanmaydi $25-50 \text{ sm}^3$).
11. Ta'mirdan so'ng germetiklik tasdiqish (retest):
12. a) Tizim quruq texnik azot bilan qayta oressovka qilinib, 38-41 bar bosimda 1 soat kuzatiladi - bosim o'zgarmasligi tasdiqlanadi.
13. b) Agar tizim ochilgan va ichiga namlik kirish ehtimoli bo'lsa, filtr-quritgich (desiccant filter-drier) albatta almashtiriladi - uning absorptsion quvvati ishlatilgan bo'ladi.
14. Chuq vakuumlash (deep evacuation) - tizim kamida 20-30 daqiqa davomida 65-100 Pa (0.5-0.75 mmHg) gacha vakuumlanadi. Agar tizimda ko'p namlik qolgan bo'lsa, asosiy bosqichlar: (1) Azot bilan 0.5 bar gacha evvalik, (2) Vakuum 10 daqiqa, (3) Azot 0.5 bar, (4) Vakuum 10 daqiqa, (5) Azot 0.5 bar, (6) Vakuum 15-20 daqiqa 65-100 Pa gacha - ushbu uch bosqichli usul "nitrogen break method" nomlangan.
15. Xladagent qo'shish (charging) - zavod pasportida ko'rsatilgan massa (yoki yuzaki qollaniladigan jadvalga ko'ra, masalan R-410A uchun 5 m magistral = $200 \pm 25 \text{ g}$ asosiy + 15-30 g/m qo'shimcha) bo'yicha elektron tarozida quyiladi. Diqqat: R-410A, R-32 kabi zeotropik aralashmalar iqtisodiyat 2-3 g tazada turli



tarkibga ega, shuning uchun FAQAT SUYUQ FAZADA quyilishi kerak (damp, iskana yoki mahkamlab qoyilgan, hech qachon gaz sifatida).

16. Tasdiqish va o'lchov:

17. Tizim ishlashi 10-15 daqiqagacha, manometrik kollektor ulangan, quyidagilar o'lchanadi: bosimi va haydash bosimi (R-410A 35°C uchun: so'rish 8-10 bar, haydash 29-32 bar); o'ta qizish (superheat) so'rish magistralig ichki blokdan 20-30 sm tavsida termometr bilan o'lchanadi va saturatsion harorat bilan farqi 5-8°C; o'ta sovish (subcooling) ichki blok kondensator chiqishida harorat o'lchanadi, saturatsion harorati bilan farqi 5-10°C; kompressor ish tokini ampermetr bilan o'lchash - pasport ko'rsatkichlari bilan solishtiriladi (nominali $\pm 10\%$); havo o'taz: ichki blok kirish-chiqish harorati farqi 8-12°C.

3-jadval.

SAE J512 standartiga ko'ra quvur diametri bo'yicha rastrub montajning to'rtish momentlari

Quvur diametri (mm)	Rastrub momentu (N·m)	Sinov bosimi (bar)	Standart
6.35 (1/4")	14-18	38-41	SAE J512
9.52 (3/8")	33-42	38-41	SAE J512
12.7 (1/2")	50-62	38-41	SAE J512
15.88 (5/8")	80-95	38-41	SAE J512

4-jadval. Operatsion belgilar asosida xladagent yo'qtashning ehtimoliy darajasi



Sizish haqidagi belgi	R-410A uchun nazariy bosim (bar)	Diaqnostik xulosa
Normal ish harorati (35°C tahm.): so'rish liniyasida muz qolmaydi	So'rish: 8-10, haydash: 29-32	Tizim normal
Ichki blokda 15-30 min so'ng muz, ichki bosim tezlik bilan pasayadi	So'rish: 4-6, haydash: 22-25	O'rtacha o'lchamli sizish (50-300 g/yil)
Kompressor isiqlanadi, o'ta qizish > 15°C, kompressor mo'yi qidiradi	So'rish: 2-4, haydash: 15-18	Katta/birinchi sizish (>500 g/yil)

XULOSA VA AMALIY TAVSIYALAR

Maqolada o'tkazilgan tahlil shuni ko'rsatadiki, split tizimli konditsionerlarda xladagent sizib chiqishini aniqlashning yagona o'zgarish yo'q - har bir usul o'zining texnik parametrlari, sezgirligi, narxi va qo'llanish sharoitiga ega. Bugungi amaliyotda eng ishonchli natija quyidagi ketma-ketlik orqali olinadi:

1. Dastlab vizual diagnostika va ekspres sovun tekshiruvini (ekspres, 5-10 daqiqa) qo'llanish joyini aniqlash uchun.
2. Elektron detektor bilan tezkor qidiruv (agar mavju bo'lsa), zarhalgilik va davriy sizishlarning joyla'ni topish.
3. Quruq azot bilan oressovka (38-41 bar, 60 daqiqa) - tizimning butun germetikligini tasdiqish.
4. Sovunli eritma bilan aniqlashtirish, faqat gumon qilingan joylarni.
5. Vakuum sinovi (65-100 Pa, 30 daqiqa) - namlik qoldig'ining aniqlashi va tekshirishi.

Bartaraf etish texnologiyasida shunga rioya qilish muhim:



6. SAE J512 dinamometrik talablarini (14-95 N·m oraliqda) qat'iy bajarish - bu ta'mir sifatining 40-50 foizga tasiri bor.
7. Payvand quyilishda quruq azot g'otkazish (nitrogen backup, 50-100 cm³/min) - oksida qoldig'i va mikro-poresitasini kamaytiradi.
8. Tizim ro'yxatlangan filtr-quritgich bilan vakuumlanishi (65-100 Pa, 20-30 daqiqa) - namlik yo'qtashning asosiy usuli.
9. Xladagentni tarozida mo'yoriy quyish, ayniqsa R-410A va R-32 suyuq fazada - gaz quyilsa aralashma tarkibi buziladi.
10. Tasdiqish o'lchovlari (bosim, o'ta qizish, o'ta sovish, ish toki) pasport ma'lumotlari bilan qat'iy solishtirilishi.

Profaktika nuqtai nazaridan yiliga kamida bir marta rejali texnik ko'rik (preventive maintenance) - qo'pik tozalash, birikma ho'lining tekshirishi, elektr kontaktlarning yomonlanishini qidiruv - sizish ehtimolini 70-80 foizga kamaytiradi. "Faqat gaz quyish" amaliyoti esa muammoni vaqtincha yashiradi, ijara xarajatini oshiradi va atrof-muhitga (GWP), xususan, R-410A uchun 2088 x qiymatida, R-32 uchun 675 - zarar yetkazadi.

Ushbu maqolaning materials bilan tanishish kasb-hunar ta'limi muassasalarida "Sovutish va konditsionerlash texnikasi" yo'nalishida tahsil olayotgan o'quvchilarning amaliy diagnostika va ta'mir algoritmlari bo'yicha kompetentsiyasi shakllantirishuning muhim komponenti bo'lib, shuningdek joriy o'quv standartiga (PT-2020-03) muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Usmonov N.O., Raximov Q.R. Sovutish texnikasi va texnologiyasi asoslari: oliy o'quv yurtlari uchun darslik. Toshkent: "Fan va texnologiya" nashriyoti, 2019. – 384 b.
2. Isomiddinov A.S. Issiqlik texnikasi va sovutish mashinalari: o'quv qo'llanma. Toshkent: TDTU nashriyoti, 2020. 296 b.



3. Muxiddinov D.P., Boltaboyev S.A. Konditsionerlash va ventilyatsiya tizimlari: kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma. Toshkent: “O‘qituvchi”, 2018. – 240 b.
4. Qodirov Y.Q. Sovutish qurilmalarini montaj qilish, sozlash va ta‘mirlash: o‘quv qo‘llanma. Toshkent: “Ilm Ziyo”, 2017. 208 b.
5. Raxmatov A.M. Split tizimli konditsionerlarda xladagent sizishini diagnostika qilish va ta‘mirlash metodologiyasi // “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” ilmiy-texnik jurnali. – Buxoro: Buxoro davlat universiteti, 2022. №4. B. 112–118.
6. To‘rayev B.X., Ergashev S.M. Iqlim texnikasiga texnik xizmat ko‘rsatishda zamonaviy diagnostika vositalari va sensorlarning qo‘llanilishi // “Mexanika va texnologiya” ilmiy jurnali. Namangan: Namangan muhandislik-qurilish instituti, 2023. – №2. – B. 87–93.
7. O‘zbekiston Respublikasi kasb-hunar ta‘limi tizimi uchun “Sovutish va konditsionerlash texnikasi” kasbi bo‘yicha o‘quv-uslubiy majmua (PT-2020-03 standardi). Toshkent: O‘rta maxsus, kasb-hunar ta‘limi markazi, 2021. –156 b.
8. ASHRAE Handbook – Refrigeration (SI Edition): Fundamentals of refrigeration cycle, pressure-enthalpy diagrams for R-410A, R-32, system charge and superheat calculations. – Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2022. P. 40-89, 250-320.
9. SAE J512: Refrigerant Charging Hose Fittings for Automotive Air-Conditioning Service Equipment. Flare connection specifications, torque values and testing requirements. – Warrendale (PA): Society of Automotive Engineers, 2021.
10. ISO 5149-2:2014. Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements – Part 2: Design, construction, testing, marking and documentation. Pressure test procedures, nitrogen evacuation, hermetic



- system verification. Geneva: International Organization for Standardization, 2014. P. 25-45.
11. EN 378-2:2016. Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements – Part 2: Design, construction, testing, marking and documentation. Vacuum and nitrogen test parameters, brazed joint specifications, subcooling and superheat measurements. – Brussels: European Committee for Standardization (CEN), 2016. P. 30-67.
12. Daikin Industries Ltd. Technical Service Manual: Split-type air conditioners R-410A and R-32 models. Installation, system evacuation, charging procedures, leak detection methods and troubleshooting. – Osaka: Daikin Technical Document Center, 2023. P. 78-142.