

EXAMENEISEN "ELEMENTAIRE VACUÛMTECHNIEK" VAN DE NEVAC.

A. ALGEMENE KENNIS

Elementair inzicht met betrekking tot het begrip 'vacuüm': De proef van Torricelli, de Maagdenburger halve bollen. Vertrouwd zijn met de begrippen atomen, moleculen, atomaire massa-eenheid (a.m.e.), gemiddelde snelheid en vrije weglengte van gasdeeltjes, evenals het begrip "druk" als gevolg van botsingen van gasdeeltjes tegen de wanden van een ruimte. Relatie tussen druk, gasdichtheid, massa en snelheid van de gasdeeltjes.

Het omgaan met en omrekenen van de gebruikte drukeenheden (Pa, mbar, atm.) met behulp van een omreken tabel of zakrekenmachine.

Partiële druk, aggregatietoestanden (vaste stof, vloeistof, gas), verdampen, condenseren, sublimeren. Onderscheid tussen damp en gas, het begrip verzadigde dampdruk. Basiskennis van ionisatie en van het gedrag van geladen deeltjes in elektrische en magnetische velden.

Adsorptie, desorptie, chemisorptie, absorptie, ontgassing. Weten welke factoren de einddruk bepalen in een geëvacueerde ruimte.

Bekend zijn met de begrippen viskeuze (turbulent, laminair) en moleculaire stroming, het begrip "geleidingsvermogen" van openingen, buizen en andere vacuümelementen en bekend zijn met de "wet van Ohm" voor de vacuümtechniek. Weten (zonder formules) welke factoren het geleidingsvermogen van een rechte, ronde buis bepalen in het viskeuze en moleculaire drukgebied.

Weten hoe lineaire en logaritmische drukschalen en logaritmisch uitgezette pompsnelheids-curves moeten worden afgelezen. Bekend zijn met de schrijfwijze in positieve en negatieve machten van het getal 10, en met de gebruikelijke eenheden (bijv. $\text{m}^3/\text{s} = \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

Definitie van het begrip 'pompsnelheid' (m^3/s , l/s , m^3/h). Het verband tussen de verpompte hoeveelheid gas per tijdseenheid ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$), heersende druk en de pompsnelheid ($Q = p \cdot S$). Bekendheid met het begrip 'effectieve pompsnelheid' aan een vacuümruimte die via één of meerdere vacuümcomponenten (baffle, koelval, klep, verbindingbuis, etc) is verbonden met een pomp.

B. SPECIFIEKE VACUUMTECHNISCHE KENNIS

1. Pompen

Elementaire kennis van de volgende pompen:

Transportpompen:

Mechanische pompen: zijkanaalverdichter, zuigerpomp, membraanpomp, draaischuifpomp, , schottenpomp, vloeistofringpomp, scrollpomp, Rootspomp, klauwpomp, schroefpomp, moleculaire dragpomp (MDP), MDP/zijkanaalpomp, turbomoleculairpomp, hybride moleculairpomp.

Dampstroompompen: stoomstraalpomp, gasstraler, diffusiepomp, boosterpomp.

Opslagpompen: sorptiepomp (sorptiemateriaal, fysische adsorptie, regeneratie), getterpomp (chemisorptie of 'gettering', titaansublimatiepomp), getterionenpomp (gettering en ionenpompwerking), kryopomp (condensatie).

Van genoemde pompen moeten de kandidaten weten in welk drukgebied ze kunnen worden toegepast, wat hun belangrijkste specifieke eigenschappen zijn: ongeveer de te bereiken

einddruk, of er een voorpomp nodig is en wat de gebruiks- en onderhoudsvorschriften zijn. Op de hoogte zijn van begrippen als voorvacuumbestendigheid, olieterugstroming, baffle, koelval.

2. Vacuümmeters

U-buis manometer, (mechanische, piëzo-elektrische, condensator-)membraanmanometer, Bourdon manometer, kwartskristal frictiemanometer, warmtegeleidingsmanometer, thermokoppelmanometer (thermokruis), hete kathode ionisatiemanometer, koude kathode ionisatie manometer, geïnverteerde magnetronmanometer.

Voor de verschillende vacuümmeters: elementaire kennis betreffende de werking, het meetbereik, en de gassoort afhankelijkheid of - onafhankelijkheid .

3. Restgasanalysatoren (RGA's)

Het principe kennen (eenvoudig) van de 180° sectorveldspectrometer en het quadropool massafilter. Bekend zijn met de begrippen 'scheidend vermogen' en referentiespectra?.

4. Materialen

Materiaalkeuze en bewerkingstechnieken in verband met gasafgifte, permeabiliteit (= gasdoorlaatbaarheid), dampdruk en corrosievastheid. Enige bekendheid met gebruik van metalen zoals roestvast staal, koper, zinklegeringen als messing, aluminium(-legeringen), goud, zilver, indium; glas en keramiek; kunststoffen en elastomeren zoals siliconenrubber, Perbunan, Neopreen, Viton en Kalrez, Teflon, Kel-f, Araldit; vetten en smeermiddelen.

5. Reinigen en werkdiscipline

Invloed van oppervlakte- en bulkverontreinigingen op het bereikbare vacuüm. Moderne reinigingsmethoden zoals ultrasoon reinigen, organische ontvettingsmiddelen, organische reinigingsmiddelen, naspoelen in heet water en alcohol, uitstoken in vacuüm. Behandeling van elastomeren. Uitstoken van een vacuümopstelling (methoden). Bekend zijn met verantwoorde werkdiscipline in de vacuümtechniek: vet- en stofvrij werken, handschoenen gebruiken tijdens montage, manier van beluchten, etc.

6. Verbindingen

Pakkingen (metaal, elastomeer) van losneembare verbindingen; Pneurop flenzen, kleinflens, conflatflens. Las-, soldeer- en lijmconstructies voor niet losneembare verbindingen tussen vacuümmonderdelen; keramiek-metaal overgangen.

7. Vacuümcomponenten

Kennis van diverse vacuümmonderdelen en componenten zoals afsluiters, doseerventielen, mass flow controllers, mechanische (draai- en schuif-)doorvoeren voor het overbrengen van beweging in vacuüm, elektrische doorvoeren, baffles, koelvallen, adsorptievallen (foreline traps), vacuümslang, metaalbalgen, kijkvensters.

8. Dichtheidscontrole

Eenvoudig begrip van lekttest- en lekzoek-methoden. Drukstijgingsmethode, atmosfeermethode en 'bombing', lekzoeken met Piranimanometer, Bayard-Alpert manometer, RGA, heliumlekzoeker volgens hoofdstroom- en tegenstroom-principe; snuffelsystemen (heliumsnuffelaar, Penningsnuffelaar, waterstoflekdetector).

C. VEREISTE VAARDIGHEDEN

Het kunnen opstarten, bedienen, cyclisch gebruiken en uitschakelen/beluchten van verschillende types vacuümsystemen. Eenvoudige diagnoses kunnen stellen bij vacuümtechnische problemen (onjuiste werking, niet behalen einddruk, lekkage, etc) en mogelijke oplossingen kunnen aandragen voor herstel. Bekend zijn met veiligheids- en onderhoudsaspecten van deze systemen. Enige kennis van de beveiligingsaspecten en te nemen voorzorgen bij het verpompen van agressieve en/of explosieve gasmengsels (chemische industrie, halfgeleiderindustrie). Eenvoudig onderhoud kunnen plegen aan complete vacuümsystemen en enige mechanische pomptypes. Simpele schema's van vacuümsystemen en onderdelen kunnen weergeven en eenvoudig rekenwerk kunnen uitvoeren.

Deze exameneisen zijn goedgekeurd door de Examen Commissie van de Nederlandse Vacuümvereniging in de vergadering van 9 november 2022 en van kracht per 1 december 2022.

Naar deze exameneisen kan worden verwezen als "Exameneisen Elementaire Vacuümtechniek van de NEVAC 2022".