



OVERZICHT EXAMENEISEN "ELEMENTAIRE VACUÛMTECHNIEK" VAN DE NEVAC

A. ALGEMENE KENNIS

Elementair inzicht terzake het begrip 'vacuüm': Proef van Torricelli, Maagdenburger halve bollen. Vertrouwd zijn met de begrippen atomen, moleculen, atomaire massa-eenheid (a.m.e.), gemiddelde snelheid en vrije weglengte van gasdeeltjes, alsmede 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 kunnen hanteren en omrekenen van de verschillende gebruikte drukeenheden (Pa, mbar, atm.) met behulp van een omreken tabel. Partiële druk.

Aggregatietoestanden (vaste stof, vloeistof, gas), verdampen, condenseren, sublimeren. Onderscheid tussen damp en gas, verzadigde dampdruk. Enige kennis van ionisatieverschijnselen en van het gedrag van geladen deeltjes in elektrische en magnetische velden.

Adsorptie, chemisorptie, absorptie, desorptie, 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 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 drukmeterschalen en logaritmisch uitgezette pompsnelheidscurves moeten worden (af)gelezen. Vertrouwd zijn met de schrijfwijze in positieve en negatieve machten van het getal 10, en met de gebruikelijke eenheden-notaties (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) . Relatie tussen verpompte hoeveelheid gas per tijdseenheid ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$), heersende druk en 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, draai-zuigerpomp, schottenpomp, vloeistofringpomp, scrollpomp, Rootspomp, klauwpomp, schroefpomp, moleculaire dragpomp (MDP), MDP/zijkanaalpomp, turbomoleculairepomp, hybride moleculairepomp.

Dampstroompompen: stoomstraalpompe, gasstraler (in combinatie met vloeistofringpomp), diffusie-pomp, boosterpomp.

Opslagpompen

Elementair begrip omtrent: sorptiepomp (sorptiemateriaal, fysische adsorptie, regeneratie), getterpomp (chemisorptie of 'gettering', titaansublimatiepomp), getterionenpomp (gettering en ionenpompewerking), kryopomp (condensatie).

Van genoemde pompen moet men weten in welk drukgebied ze kunnen worden toegepast, wat hun belangrijkste specifieke eigenschappen zijn, (ongeveer) de te bereiken einddruk is, of er een voorpomp nodig is en hoe de voorschriften luiden voor gebruik en onderhoud. Bekendheid met: begrippen als voorvacuümbestendigheid, olieterugstroming, baffle, koelval.

2. Vacuümmeters

U-buis manometer, (mechanische, piëzo-elektrische, condensator-)membraanmanometer, Bourdon manometer, capsulevermanometer, spinning rotor manometer, kwartskristal frictiemanometer, Pirani-

manometer, thermokoppelmanometer (thermokruis), hoge druk en Bayard-Alpert ionisatiemanometer, Penningmanometer, geïnvverteerde magnetronmanometer.

Voor de verschillende vacuümmeters: elementaire kennis terzake de werking, meetbereik, afhankelijkheid of onafhankelijkheid van de gassoort.

3. Restgasanalysatoren (RGA's)

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

4. Materialen

Materiaalkeuze en bewerkingstechnieken in verband met gasafgifte, permeabiliteit (= gasdoorlaatbaarheid), dampdruk en corrosievastheid. Enige bekendheid met gebruik van metalen zoals roestvast staal, koper, messing (zink!), aluminium(-legeringen), goud, zilver, indium; glas en keramiek; kunststoffen en elastomeren zoals siliconenrubber, perbunan, neopreen, viton, teflon, kel-f, araldit; vetten en smeermiddelen.

5. Reinigen; werkdiscipline

Invloed van oppervlakte- en bulkverontreinigingen op het bereikbare vacuüm. Moderne reinigingsmethoden zoals ultrasoon reinigen, organische ontvettingsmiddelen, zeepsop, 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, wijze van beluchten, etc.

6. Verbindingen

Losneembare flensverbindingen afgedicht met pakkingen (metaal, elastomeer); Pneurop flenzensysteem, kleinflens, conflatflens.

Las-, soldeer- en lijmconstructies voor niet losneembare verbindingen tussen vacuümonderdelen; keramiek-metaal overgangen.

7. Vacuümcomponenten

Kennis van diverse vacuümonderdelen 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 lektest- en lekzoek-methoden. Drukstijgingsmethode, atmosfermethode 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 beveiligings- 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.

Naar deze exameneisen kan worden verwezen als "**Exameneisen Elementaire Vacuümtechniek van de NEVAC 2012**".

Deze exameneisen zijn goedgekeurd door de Commissie Opleidingen der Nederlandse Vacuümvereniging in zijn vergadering van 14 november 2012 en van kracht per **1 december 2012**.