



OVERZICHT EXAMENEISEN "VACUÛMTECHNIEK" VAN DE NEVAC

De volgende reeks van onderwerpen dient niet alleen als verschijnsel, wetmatigheid, instrument, methode of werkwijze bekend te zijn, er moet ook sprake zijn van elementair fysisch begrip en in sommige gevallen kennis van formules.

A. KENNIS OP ALGEMEEN (VACUÛM)FYSISCH GEBIED

Algemene gaswet (wet van Boyle/Gay Lussac) en wet van Dalton, wet en getal van Avogadro. Vertrouwd zijn met het begrip "druk" als totaaleffect van de botsingen van gasdeeltjes tegen de wanden van een vat. Dichtheid. Relatie tussen de druk en de dichtheid, massa en snelheid van de gasdeeltjes. Het kunnen hanteren en omrekenen van de verschillende gebruikte drukeenheden (Pa, mbar, atm.). Partiële druk.

Begrippen atomaire massa-eenheid (a.m.e.), grammolecuul (mol), gemiddelde snelheid van gasdeeltjes (afhankelijkheid van temperatuur en massa), vrije weglengte (afhankelijkheid van de druk). Opbouw van materie, aggregatietoestanden in relatie tot de beweeglijkheid van de moleculen. Onderscheid tussen damp en gas, verdampen, condenseren, sublimeren, verzadigde dampdruk. Ionisatieverschijnselen, gedrag van geladen deeltjes in elektrische en magnetische velden. Adsorptie, chemisorptie, absorptie, desorptie, permeatie.

De begrippen viskeuze (turbulent, laminair) en moleculaire stroming. Bekend zijn met de "wet van Ohm" voor de vacuümtechniek ter definitie van het begrip geleidingsvermogen. Het kunnen hanteren (niet uit het hoofd kennen) van de verschillende formules voor het bepalen van het geleidingsvermogen van vacuümelementen (openingen, buizen) met verschillende doorsneden en lengtes.

Temperatuur-, druk- en gassoortafhankelijkheid van het geleidingsvermogen.

Bekendheid met de begrippen pompsnelheid (m^3/s , l/s , m^3/h), gashoeveelheid in $Pa \cdot m^3$, pV -debiet ($Pa \cdot m^3/s$). Relatie tussen pV -debiet, heersende druk en pompsnelheid ($Q = p \cdot S$). Inzicht in de problematiek van het evacueren van ruimtes, de factoren die de einddruk bepalen en de orde van grootte hiervan. Ontgassing.

Enige kennis betreffende toepassingen van de vacuümtechniek in industrie en wetenschap.

B. SPECIFIEKE VACUÛMTECHNISCHE KENNIS

1. Pompen

Het principe kennen van de volgende pompen:

Transportpompen:

Mechanische pompen: zuigerpomp, membraanpomp, draaischuifpomp, draaizuigerpomp, schottenpomp (olieafgedicht en drooglopend), vloeistofringpomp, zijkanaalverdichter, scrollpomp, Rootspomp, klauwpomp, schroefpomp, moleculaire dragpomp (MDP), MDP/zijkanaalpomp, turbomoleculairepomp (TMP), hybride moleculairepomp (HMP).

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

Opslagpompen

Sorptiepomp, getterpomp (titaansublimatiepomp), getterionenpomp, kryopomp.

Van genoemde pompen moet men weten in welk drukgebied en onder welke omstandigheden ze kunnen worden toegepast, wat (ongeveer) de te bereiken einddruk is en de noodzakelijke voordruk voor een goede werking, gebied van pompsnelheden, eventueel pompmedium, configuraties, voorzieningen, accessoires, is de pompwerking gassoortafhankelijk of niet en hoe zijn de voorschriften zijn terzake gebruik en onderhoud.

2. Vacuümmeters

U-buis manometer, (mechanische, piëzo-elektrische, condensator-) membraanmanometer, Bourdon manometer, capsuleveermanometer, spinning rotor manometer, kwartskristal frictiemanometer, Pirani-manometer, thermokoppelmanometer (thermokruis), hoge druk en Bayard-Alpert ionisatiemanometer, Penningmanometer, geïnverteerde magnetron manometer.

Voor de verschillende vacuümmeters: principe van de werking, meetbereik, is ijking nodig, afhankelijkheid of onafhankelijkheid van de gassoort.

3. Restgasanalysatoren (RGA's)

De 180° sectorveldspectrometer en het quadrupool massafilter; principe van de werking. Bekend zijn met de begrippen 'scheidend vermogen' en 'ijkspectra'. Interpretatie van restgasspectra in termen van lekkage, ontgassing (voor en na uitstoken) en olieverontreiniging.

4. Materialen

Materiaalkeuze en bewerkingstechnieken in verband met gasafgifte, doorlaatbaarheid, dampdruk en corrosievastheid. 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 bereikbaar vacuüm. Moderne reinigingsmethoden om de toe te passen materialen en constructies voor te bereiden voor montage in een (u)hv-systeem, 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 werkdiscipline ter bevordering van lage ontgassing: 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 vacuüm onderdelen; keramiek-metaal overgangen.

7. Vacuümcomponenten

Kennis van diverse vacuüm onderdelen 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

Lektest- en lekzoek-methoden voor vacuümcomponenten en systemen. Drukstijgingsmethode, atmosfeermethode en 'bombing', lektesten met totaal drukmeters (gebaseerd op het verschil in gevoeligheid voor verschillende gassen; Piranimanometer, Bayard-Alpert manometer), RGA, heliumlekzoeker volgens hoofdstroom- en tegenstroom-principe. Snuffelsystemen (heliumsnuffelaar, halogeenlekdetector, Penningsnuffelaar, waterstoflekdetector, multigas snuffelsystemen). Lektesten van aircosystemen en koelinstallaties.

C. VEREISTE VAARDIGHEDEN

Het ontwerpen van een eenvoudig vacuümsysteem inclusief beveiligings-, onderhouds- en bedieningsaspecten. Beargumenteren van pompkeuze en keuze van drukmeters. Onder beveiligingsaspecten wordt tevens verstaan het nemen van voorzorgen en aanbrengen van speciale voorzieningen bij het verpompen van agressieve en/of explosieve gasmengsels (chemische industrie, halfgeleiderindustrie).

Het berekenen van het totale geleidingsvermogen van in serie en parallel geschakelde vacuüm-elementen. Berekening van de effectieve pompsnelheid aan een vacuümruimte die via één of meerdere vacuümcomponenten (baffle, koelval, klep, verbindingsbuis, etc) is verbonden met een pomp. Drukberkening in samenhang met inlek, ontgassing en pompsnelheid.

Het kunnen tekenen van een vacuümsysteem m.b.v. gegeven genormaliseerde symbolen en technisch in staat zijn tot de opbouw van zo'n systeem m.b.v. beschikbare componenten.

Naar deze exameneisen kan worden verwezen als "**Exameneisen 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**.