

TARTALOMJEGYZÉK

| | | |
|-----------|--|-----|
| 1. | A pneumatikus szállítás elvi alapjai | 1 |
| 1.1. | A pneumatikus szállítás fejlődése | 1 |
| 1.2. | A pneumatikus szállítóberendezések osztályozása | 6 |
| 1.2.1. | A szilárdanyag koncentrációja szerint | 7 |
| 1.2.2. | A működési elv szerint | 13 |
| 1.2.3. | A szállítócső helyzete szerint | 19 |
| 1.2.4. | A légszállító gép nyomása szerint | 20 |
| 1.2.5. | Az üzemmód szerint | 20 |
| 1.2.6. | Az automatizálás foka szerint | 21 |
| 1.3. | A pneumatikus szállítás állapotdiagramjai | 22 |
| 1.4. | A pneumatikus szállítás jellemző mennyiségei | 27 |
| 1.4.1. | Anyagjellemzők | 27 |
| 1.4.1.1. | A szállított anyag jellemzői | 27 |
| 1.4.1.2. | A szállító gáz jellemzői | 65 |
| 1.4.2. | Geometriai jellemzők | 69 |
| 1.4.3. | Üzemtani jellemzők | 70 |
| 1.5. | Gravitációs erőterben, nyugvó légtérben elejtett szem mozgása | 77 |
| 1.6. | A szállítócső ellenállása tiszta gázáram esetén (Üresjárás) | 80 |
| 1.7. | Hosszú csővezeték ellenállása. (Az expanzió figyelembe vétele) | 84 |
| 2. | Hígáramú anyagszállítás | 87 |
| 2.1. | Az anyagszállítás közben jelentkező ellenállás | 87 |
| 2.1.1. | Közelítő számítási módszerek | 87 |
| 2.1.2. | A nyomásesések számítása a szemcsékre ható erők alapján [26]. (A nyomásesések összegző módszere) | 94 |
| 2.2. | Vízszintes egyenletes szállítás közben fellépő nyomásesés és a sebességviszonyok kapcsolata | 100 |
| 2.3. | Egyenletes anyagszállítás függőleges egyenes csőben | 109 |
| 2.4. | Függőleges anyagszállítás sebességviszonyai | 112 |
| 2.5. | Az indítószakasz | 114 |
| 2.6. | Anyagszállítás ívekben | 119 |
| 3. | Sűrűáramú anyagszállítás | 122 |
| 3.1. | Sűrűáramú pneumatikus szállítórendszerek osztályozása | 122 |
| 3.2. | Sűrűáramú nyomótartályos pneumatikus szállítóberendezés | 124 |
| 3.2.1. | Felső ürítésű nyomótartályos pneumatikus szállítóberendezés | 129 |
| 3.2.1.1. | A megkerülővezeték szerepe | 129 |
| 3.2.1.2. | Az indítószelep szerepe | 132 |
| 3.2.1.3. | Az indítási nyomás szerepe | 139 |
| 3.2.1.4. | A minimális fluidizációs sebesség szerepe és függése a sűrűségtől | 142 |
| 3.2.1.5. | A nyomótartály lazítóbetét jelleggörbéje | 145 |
| 3.2.1.6. | A töltési fok szerepe | 151 |
| 3.2.1.7. | A szállítás energiaigénye | 153 |
| 3.2.1.8. | Szállítás minimális energiafelhasználással | 156 |
| 3.2.1.9. | Nyomótartályos szállítórendszerek kialakítása | 164 |
| 3.2.1.10. | Folyamatos pernyeszállítási kísérletek eredményei | 168 |
| 3.2.2. | Alsó ürítésű nyomótartályos pneumatikus szállítóberendezés | 173 |
| 3.2.2.1. | Kísérleti berendezés darabos szén szállításához | 173 |
| 3.2.2.2. | A kísérleti szén szállító berendezés műszerezése | 175 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 3.2.2.3. | A kísérleti berendezés fő elemei | 176 |
| 3.2.2.4. | A vezérlő automatika | 179 |
| 3.2.2.5. | Mérési módszer a berendezés működési tartományának meghatározására | 181 |
| 3.2.2.6. | Számítási összefüggések a szállítási kísérletek kiértékeléséhez | 182 |
| 3.2.2.7. | Szénszállítási kísérletek | 184 |
| 3.2.2.8. | Nedves tűztéri salak szállítása | 187 |
| 3.2.3. | Dugós pneumatikus szállítóberendezés | 197 |
| 4. | A szállítóvezeték hossz menti nyomás- és sebességeloszlásának számítása a nyomásesések összegzése módszerével | 227 |
| 4.1. | Vízszintes csővezeték | 227 |
| 4.2. | Függőleges csővezeték | 230 |
| 4.3. | A szállítócső hossz menti nyomáseloszlásának számításához szükséges tényezők meghatározása laboratóriumi mérések alapján | 231 |
| 4.4. | A nyomáseloszlás függvény analízise | 233 |
| 4.5. | A fizikai paraméterek hatása a nyomásváltozásra | 236 |
| 4.6. | A csőhossz menti nyomáseloszlás mért illetve számított eredményének összehasonlítása | 239 |
| 4.7. | A szállítási sebesség és a sűrűség kapcsolata | 243 |
| 4.8. | Lépcsősen változó keresztmetszetű pneumatikus szállítóvezeték vizsgálata | 249 |
| 4.9. | A pneumatikus szállítóvezetékbe épített 90°-os ívek nyomásesésének közelítő meghatározása sűrűáramú szállítás esetén | 251 |
| 4.9.1. | Függőleges síkú, vízszintesből induló ív | 253 |
| 4.9.2. | Függőleges síkú, függőlegeseből induló ív | 255 |
| 4.9.3. | Vízszintes síkú ív | 257 |
| 4.9.4. | Különböző térbeli elhelyezkedésű 90°-os ívek összehasonlítása | 259 |
| 4.9.5. | Számpélda a függőleges síkú, vízszintesből induló 90°-os ív nyomásesésének meghatározására | 263 |
| 5. | Kétfázisú áramlás szállítási paramétereinek mérése korrelációs módszerrel | 265 |
| 5.1. | Anyagsebesség mérés | 266 |
| 5.2. | Korrelációs jelfeldolgozás | 268 |
| 5.3. | A kísérleti nyomótartályos pneumatikus szállítóberendezésen elvégzett mérések | 270 |
| 5.4. | Mérési eredmények | 272 |
| 6. | Dugós pneumatikus szállítás matematikai-fizikai modellje | 276 |
| 6.1. | A vízszintes és függőleges egyenes szakaszban mozgó anyagdugó mozgásegyenlete | 276 |
| 6.1.1. | A légáteresztő dugóra ható előrehajtó erő | 277 |
| 6.1.2. | A mozgó dugó kinematikai jellemzői | 280 |
| 6.1.3. | Számítással meghatározott diagramok | 282 |
| 6.2. | A vízszintesből függőlegesbe vezető 90°-os ívben mozgó anyagdugó mozgásjellemzői | 285 |
| 6.2.1. | Az anyagdugó hossza: $L > R\pi/2$ | 285 |
| 6.2.2. | Az anyagdugó hossza: $L < R\pi/2$ | 298 |
| 6.3. | Függőlegeseből vízszintesbe vezető 90°-os ívben mozgó anyagdugó mozgásjellemzői | 308 |
| 6.3.1. | Az anyagdugó hossza: $L > R\pi/2$ | 308 |
| 6.3.2. | Az anyagdugó hossza: $L < R\pi/2$ | 320 |
| 6.4. | Vízszintes síkú 90°-os ívben mozgó anyagdugó mozgásjellemzői | 328 |
| 6.4.1. | Az anyagdugó hossza: $L > R\pi/2$ | 328 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 6.4.2. | Az anyagdugó hossza: $L < R\pi/2$ | 340 |
| 6.5. | Különböző térbeli elhelyezkedésű ívekből és egyenes szakaszokból összetett pneumatikus szállítóvezetékben mozgó anyagdugó | 348 |
| 6.5.1. | A kinematikai jellemzőket bemutató diagramok | 348 |
| 6.5.2. | A szállításhoz felhasznált levegőmennyiség | 354 |
| 7. | Aerációs csatorna | 355 |
| 7.1. | A csatorna szállítóképessége | 356 |
| 7.2. | A csatorna áramlástan paramétereinek meghatározása | 358 |
| 7.2.1. | Felül nyitott aerációs csatorna. Súrlódásmentes eset | 359 |
| 7.2.2. | Felül nyitott aerációs csatorna. Súrlódásos eset | 369 |
| 7.2.2.1. | Számítással meghatározott diagramok | 370 |
| 7.2.3. | Felül zárt csatorna. Kettős csatorna. Súrlódásos eset | 372 |
| 7.2.4. | Szívott üzemi csatorna. Súrlódásos eset | 379 |
| 7.2.5. | A három különböző kiképzésű csatorna összehasonlítása a csatorna működése szempontjából | 383 |
| 7.2.6. | Különböző ellenállású elosztóréteggel borított csatorna | 385 |
| 7.2.7. | A csatornák sorba kapcsolása. Több ventilátorral üzemelő csatorna | 391 |
| 8. | Emelőtartályos pneumatikus szállítóberendezés | 393 |
| 8.1. | A fluidizációs emelőtartályban mozgó szilárd részecskék áramlási paramétereinek meghatározása | 393 |
| 8.1.1. | A fluid emelőben végbemenő kétfázisú áramlás | 394 |
| 8.1.2.1. | Szilárd anyag-levegő keverék radiális áramlása a fúvóka felé a légeosztó réteg felett | 395 |
| 8.1.2.1.1. | A levegő radiális áramlása a fúvóka felé a légeosztó réteg felett | 395 |
| 8.1.2.1.2. | A szilárdanyag áramlása a fúvóka felé. Az anyagrészecskékre felírt kontinuitási egyenlet | 399 |
| 8.1.2.1.3. | Az anyagrészecskékre felírt impulzustétel | 399 |
| 8.1.2.1.4. | Az egyenletek megoldásával kapott diagramok | 401 |
| 8.2. | Kétfázisú áramlás a fluid emelő keveredési zónájában | 403 |
| 8.2.1. | A levegő-szilárd anyag elkeveredése az indító szakaszban | 404 |
| 8.2.2. | A gázra felírt kontinuitási egyenlet | 405 |
| 8.2.3. | Az anyagrészecskékre felírt kontinuitási egyenlet | 406 |
| 8.2.4. | Az anyagrészecskékre felírt impulzustétel | 406 |
| 8.2.5. | A gázra felírt impulzustétel | 407 |
| 8.2.6. | Az egyenletek megoldásával kapott diagramok | 407 |
| 8.3. | Az indítószakasz utáni függőleges csővezetékben mozgó szilárd anyag-levegőkeverék áramlástan jellemzői | 409 |
| 8.4. | A fluid emelő tartályában kialakuló kétfázisú áramlást befolyásoló főbb paraméterek hatásának vizsgálata | 410 |
| 9. | Tetszőleges nyomvonalú pneumatikus szállítóvezeték méretezése | 422 |
| 9.1. | Gáz és szilárd anyag kétfázisú áramlása általános térbeli elhelyezkedésű egyenes csőszakaszban | 422 |
| 9.2. | Gáz és szilárd anyag kétfázisú áramlása pneumatikus szállítóvezetékbe épített ívekben | 426 |
| 9.2.1. | Vízszintesből függőlegesbe vezető ($V \rightarrow F$) 90° -os ív | 426 |
| 9.2.2. | Függőlegesből vízszintesbe vezető ($F \rightarrow V$) 90° -os ív | 429 |
| 9.2.3. | Vízszintes síkú ($V \rightarrow V$) 90° -os ív | 429 |
| 9.3. | Gáz és szilárd anyag kétfázisú áramlása pneumatikus szállítóvezetékbe épített diffuzorban | 430 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 9.4. | Alkalmazási példa | 432 |
| 10. | Pneumatikus szállítóberendezések, rendszerek tervezése, megvalósítása | 438 |
| 10.1. | Erőművi nyomótartályos pneumatikus szállítóberendezés | 438 |
| 10.1.1. | Sűrűáramú pneumatikus szállítás az elektrofilter tölcseireitől az átadótartályig | 440 |
| 10.1.2. | Sűrűáramú pneumatikus szállítás az átadótartálytól a pernyetároló silóig. Szárasztás az átadótartályból | 443 |
| 10.2. | Aerációs csatornás és fluid emelőtartályos erőművi pneumatikus szállítóberendezés | 444 |
| 10.3. | Pneumatikus szállítóberendezések cirkulációs tüzelésű fluid kazánokhoz | 445 |
| 10.3.1. | A LEYKAM-GRATKORN-i pernyeszállító berendezés | 446 |
| 10.3.2. | A LENZING-i pernye- és ágyhamu szállítóberendezés | 447 |
| 10.3.3. | Fluid kazán mészkőadagoló rendszere | 449 |
| 10.4. | Párhuzamosan kapcsolt nyomótartályok | 451 |
| 10.5. | Pneumatikus szállítórendszerek számítógépes folyamatirányítása | 453 |
| 10.5.1. | Programozási mintapélda. Nyomótartályos szállítás | 454 |
| 10.6. | Szintmérés | 458 |
| 10.6.1. | Ultrahangos szintmérő | 458 |
| 10.6.2. | Rezgőrudas, rezgővillás szintkapcsoló | 460 |
| 10.6.3. | Kapacitív szintmérő | 461 |
| 10.6.4. | Izotópos szintmérő | 462 |