

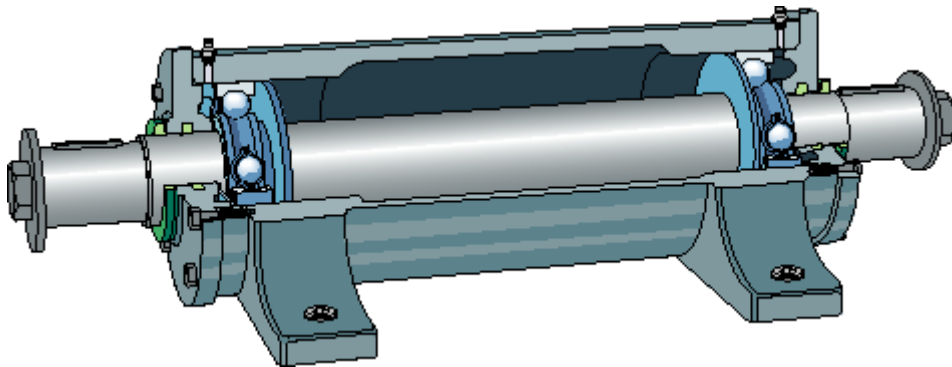
OKTATÁSI SEGÉDLET

a

GÉPELEMEK

c. tantárgyhoz

GÖRDÜLŐCSAPÁGYAK élettartam-számítása



Összeállította:

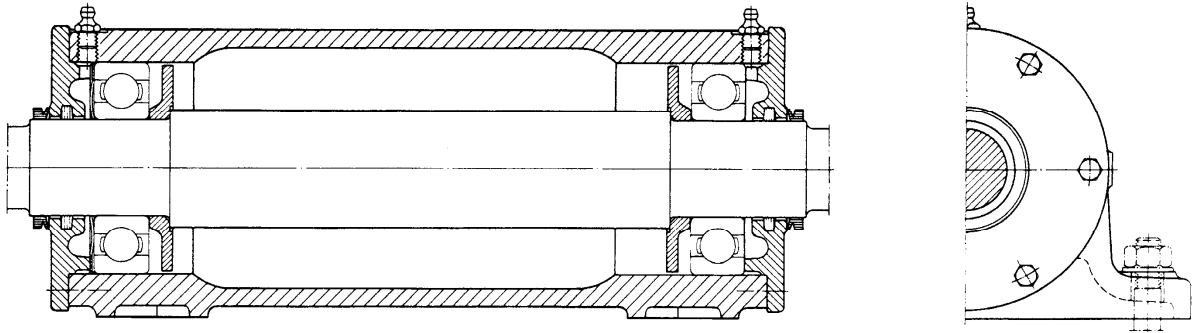
Dr. Sente József
egyetemi docens

Miskolc, 2007.

Gördülőcsapágyazás kétcsapágyas egységekkel

Az SKF gördülőcsapágy-gyártó vállalat kínálatában szerepelnek olyan különleges csapágyegységek, amelyeket szerelt állapotban - a csapágyházba beszerelt tengellyel, csapágyakkal, tömítéssel, kenőanyaggal feltöltve - szállítanak.

PDN kétcsapágyas egység látható az 1. ábrán. A PDN jelölésű házakat eredetileg ventilátor tengelyek csapágyazásához tervezték, olyan esetekre, amikor a ventilátorkerék konzolon helyezkedik el. Később kiderült, hogy más alkalmazásokhoz is kiváló megoldást jelentenek, így centrifugál szivattyúkhoz, körfűrészekhez vagy köszörű orsókhoz.



1. ábra. PDN kétcsapágyas egység [1]

A PDN kétcsapágyas házak egy darabból készülnek, anyaguk szürke vasöntvény (GG 25). Ugyanebből az anyagból készülnek a ház két végén lévő fedelek. A két csapágyfészek megmunkálása egy felfogásban történik, így biztosítva van az egytengelyűségük. A fészekfuratok tűrése G6.

A PDN házakba többféle gördülőcsapágy is beépíthető. A két csapágyfészek eltérő szélességű, a szélesebb alkalmas két csapágy, pl. párosított csapágyak beszerelésére is. A PDNB jelű alapváltozatot két mélyhornyú golyóscsapággal szerelik fel. Az egyik csapágy rugós megtámasztású, ezáltal biztosítható a hézag nélküli vagy egy kis előfeszítéssel történő beépítés. A további megoldásokat ferde hatásvonalú golyóscsapágy, hengergörgős csapágy és mélyhornyú golyóscsapágy különféle párosításai alkotják.

A PDN házakat az állványra vagy alapra négy csavarral rögzítik. Az oldalfedeleket négy vagy hat csavarral szerelik a csapágyházhoz. A nagyobb csapágyházakon szemescsavarok találhatóak a szállítás és a szerelés megkönnyítésére.

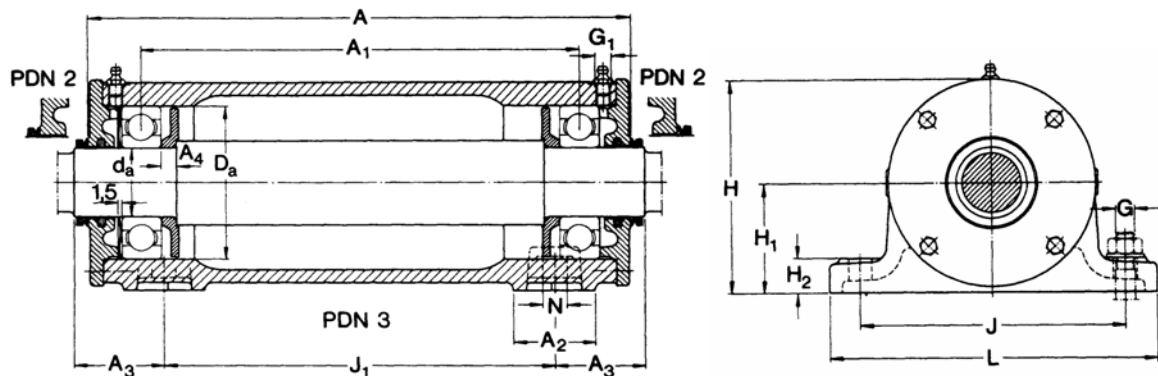
A PDN házakkal szállított tengelyek méreteit a 3. ábra mutatja és a 3. táblázat tartalmazza. A csapágyak alatt a csap tűrése k6. A tengely két végén a csatlakozó alkatrészek rögzítéséhez két reteszt és két tárcsát szállítanak. Az utóbbihoz rögzítő csavarok is tartoznak. A tengely két végén a csap tűrése j6, k6 vagy m6.

A PDN csapágyházakat zsírkenésre tervezték, és mindkét végükön zsírzóval rendelkeznek. A csapágyházban lévő szabályozó tárcsa a felesleges zsírmennyiséget a ház közepére hordja, ahol kellő hely áll rendelkezésre, így elkerülhető, hogy túl sok zsír kerüljön a csapágyakhoz.

A csapágyházak kettős tömítéssel rendelkeznek. A PDN 200 sorozatú házaknak réstömítése van, a PDN 300 jelzésű házak nemeztömítésűek. Mindkét esetben a tömítések V-gyűrűkkel vannak kiegészítve.

A kétsapágyas egység adatai

A csapágyegységek fő méretei a 2. ábrán láthatók, a méretek számértékeit az 1. táblázat tartalmazza.



2. ábra. PDN csapágyegység méretei [1]

1. táblázat. PDN csapágyegység méretei [1]

| Tengely Csapágyház Méretek | | | | | | | | | | | | | | Tömeg Jel | | | |
|----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|-----|----|-----------|-------|------|----------------|
| d_a | A | A_1 | A_2 | A_3 | A_4 | D_a | H | H_1 | H_2 | J | J_1 | L | N | G | G_1 | kg | - |
| mm | mm | | | | | | | | | | | | | | kg | - | |
| 25 | 202 | 146,5 | 35 | 40,5 | 7 | 62 | 95 | 50 | 16 | 120 | 135 | 155 | 12 | 10 | G 1/8 | 5,10 | PDN 305 |
| | 197 | 147,5 | 35 | 37,5 | 7 | 62 | 95 | 50 | 16 | 120 | 135 | 155 | 12 | 10 | G 1/8 | 5,10 | PDN 206 |
| 30 | 226 | 171,5 | 40 | 45 | 7 | 72 | 100 | 50 | 18 | 130 | 150 | 160 | 15 | 12 | G 1/8 | 6,50 | PDN 306 |
| | 227 | 173,5 | 40 | 45 | 7 | 72 | 100 | 50 | 18 | 130 | 150 | 160 | 15 | 12 | G 1/8 | 6,50 | PDN 207 |
| 35 | 260 | 195,5 | 45 | 49,5 | 8 | 80 | 116 | 60 | 18 | 150 | 175 | 190 | 15 | 12 | G 1/8 | 9,10 | PDN 307 |
| | 259 | 198,5 | 45 | 49,5 | 8 | 80 | 116 | 60 | 18 | 150 | 175 | 190 | 15 | 12 | G 1/8 | 9,30 | PDN 208 |
| 40 | 315 | 255,5 | 52 | 53 | 10 | 90 | 121 | 60 | 20 | 150 | 225 | 190 | 15 | 12 | G 1/8 | 12,5 | PDN 308 |
| | 314 | 258,5 | 52 | 52 | 10 | 90 | 121 | 60 | 20 | 150 | 225 | 190 | 15 | 12 | G 1/8 | 12,5 | PDN 210 |
| 45 | 360 | 279,5 | 52 | 63 | 10 | 100 | 137 | 70 | 22 | 170 | 250 | 210 | 15 | 12 | G 1/8 | 15,0 | PDN 309 |
| | 377 | 311,5 | 60 | 59 | 10 | 110 | 142 | 70 | 25 | 170 | 275 | 210 | 15 | 12 | G 1/8 | 18,0 | PDN 211 |
| 50 | 422 | 335,5 | 60 | 69 | 10 | 120 | 158 | 80 | 25 | 210 | 300 | 260 | 19 | 16 | G 1/8 | 23,0 | PDN 311 |
| | 356 | 283,5 | 52 | 60,5 | 10 | 100 | 137 | 70 | 22 | 170 | 250 | 210 | 15 | 12 | G 1/8 | 15,0 | PDN 212 |
| 60 | 460 | 383,5 | 70 | 68 | 10 | 130 | 165 | 80 | 25 | 210 | 340 | 260 | 19 | 16 | G 1/8 | 32,5 | PDN 312 |
| | 376 | 316,5 | 60 | 58 | 10 | 110 | 142 | 70 | 25 | 170 | 275 | 210 | 15 | 12 | G 1/8 | 18,0 | PDN 214 |
| 65 | 492 | 402,5 | 70 | 74 | 11 | 140 | 185 | 95 | 25 | 230 | 360 | 280 | 19 | 16 | G 1/4 | 32,0 | PDN 313 |
| | 512 | 420,5 | 70 | 76 | 11 | 150 | 190 | 95 | 25 | 230 | 380 | 290 | 19 | 16 | G 1/4 | 38,0 | PDN 215 |
| 70 | 547 | 448,5 | 80 | 83,5 | 12 | 160 | 200 | 100 | 30 | 260 | 400 | 320 | 19 | 16 | G 1/4 | 43,5 | PDN 314 |
| | 459 | 389,5 | 70 | 69 | 10 | 130 | 165 | 80 | 25 | 210 | 340 | 260 | 19 | 16 | G 1/8 | 32,0 | PDN 216 |
| 75 | 556 | 466,5 | 80 | 78 | 12 | 170 | 220 | 112 | 30 | 260 | 420 | 320 | 19 | 16 | G 1/4 | 49,5 | PDN 315 |
| | 493 | 409,5 | 70 | 76 | 11 | 140 | 185 | 95 | 25 | 230 | 360 | 280 | 19 | 16 | G 1/4 | 31,0 | PDN 218 |
| 80 | 590 | 486 | 80 | 85 | 12 | 180 | 225 | 112 | 30 | 290 | 440 | 350 | 19 | 16 | G 1/4 | 61,0 | PDN 316 |
| | 605 | 510 | 85 | 82,5 | 11 | 190 | 230 | 112 | 30 | 290 | 460 | 350 | 19 | 16 | G 1/4 | 71,0 | PDN 317 |
| 85 | 605 | 510 | 85 | 82,5 | 11 | 190 | 230 | 112 | 30 | 290 | 460 | 350 | 19 | 16 | G 1/4 | 71,0 | PDN 218 |
| | 543 | 455,5 | 80 | 81 | 12 | 160 | 200 | 100 | 30 | 260 | 400 | 320 | 19 | 16 | G 1/4 | 42,5 | PDN 318 |

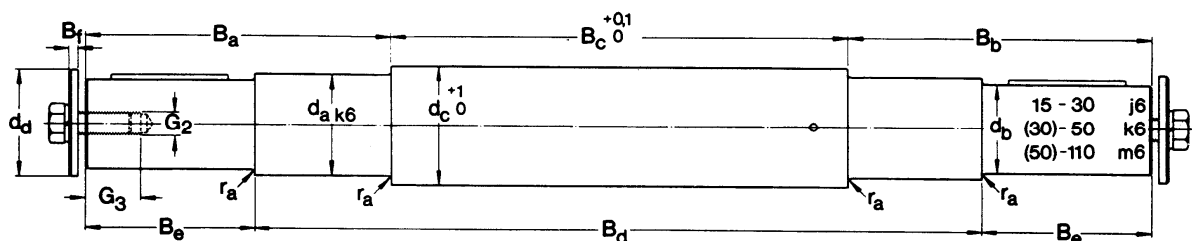
A csapágházba beépítendő elemeket (gördülőcsapágyak, tengely, stb.) a 2. táblázat tartalmazza. Az alapváltozatba mélyhornyú golyóscsapágyak kerülnek, ekkor a csapágyegység jele PDNB.

2. táblázat. PDNB csapágyegység tartozékai [1]

| Tengely d_a | Hozzá tartozó csapágy | Különálló Rugós alátét | alkatrészek V-gyűrű | Nemezcsik | Kétcsapágyas egység Jel Egység tengellyel együtt | Tengely | Megenged- hető fordú- latszám, zsírkenés | Tö- meg kg |
|------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|-------------|--|----------------------------|---|------------------|
| mm | - | - | - | - | - | - | min^{-1} | kg |
| 25 | 6305 | WF-62 | V-25 A | FS 190 | PDNB 305 | VJ-PDNB 305 | 11 000 | 7,00 |
| 30 | 6206 6306 | WF-62 WF-72 | V-30 A V-30 A | - FS 190 | PDNB 206 PDNB 306 | VJ-PDNB 206 VJ-PDNB 306 | 10 000 9 000 | 7,40 9,60 |
| 35 | 6207 6307 | WF-72 WF-80 | V-35 A V-35 A | - FS 190 | PDNB 207 PDNB 307 | VJ-PDNB 207 VJ-PDNB 307 | 9 000 8 500 | 10,0 13,5 |
| 40 | 6208 6308 | WF-80 WF-90 | V-40 A V-40 A | - FS 190 | PDNB 208 PDNB 308 | VJ-PDNB 208 VJ-PDNB 308 | 8 500 7 500 | 14,5 19,5 |
| 45 | 6309 | WF-100 | V-45 A | FS 190 | PDNB 309 | VJ-PDNB 309 | 6 700 | 24,0 |
| 50 | 6210 6310 | WF-90 WF-110 | V-50 A V-50 A | - FS 260 | PDNB 210 PDNB 310 | VJ-PDNB 210 VJ-PDNB 310 | 7 000 6 300 | 22,5 29,5 |
| 55 | 6211 6311 | WF-100 WF-120 | V-55 A V-55 A | - FS 260 | PDNB 211 PDNB 311 | VJ-PDNB 211 VJ-PDNB 311 | 6 300 5 600 | 27,5 39,5 |
| 60 | 6212 6312 | WF-110 WF-130 | V-60 A V-60 A | - FS 260 | PDNB 212 PDNB 312 | VJ-PDNB 212 VJ-PDNB 312 | 6 000 5 000 | 33,0 52,5 |
| 65 | 6313 | WF-140 | V-65 A | FS 260 | PDNB 313 | VJ-PDNB 313 | 4 800 | 57,0 |
| 70 | 6214 6314 | WF-125 WF-150 | V-70 A V-70 A | - FS 330 | PDNB 214 PDNB 314 | VJ-PDNB 214 VJ-PDNB 314 | 5 000 4 500 | 60,5 68,5 |
| 75 | 6215 6315 | WF-130 WF-160 | V-75 A V-75 A | - FS 330 | PDNB 215 PDNB 315 | VJ-PDNB 215 VJ-PDNB 315 | 4 800 4 300 | 62,0 80,5 |
| 80 | 6216 6316 | WF-140 WF-170 | V-80 A V-80 A | - FS 330 | PDNB 216 PDNB 316 | VJ-PDNB 216 VJ-PDNB 316 | 4 500 3 800 | 67,0 92,0 |
| 85 | 6317 | - | V-85 A | FS 330 | PDNB 317 | VJ-PDNB 317 | 3 600 | 115 |
| 90 | 6218 6318 | WF-160 - | V-90 A V-90 A | - FS 370 | PDNB 218 PDNB 318 | VJ-PDNB 218 VJ-PDNB 318 | 3 800 3 400 | 96,5 135 |

A csapágházba beépített tengelyek

A tengelyek méretei a 3. ábrán láthatók, számszerű értéküket a 3. táblázat tartalmazza.



3. ábra. A tengelyek méretei [1]

3. táblázat. A PDN 200 és PDN 300 sorozat tengelyei [1]

| Csapágy- ház jele | Tengely Méreték | | | | | | | | | | | | | Retesz (ISO/R 773, DIN 6885) | Tömeg SKF ten- gely jele | |
|----------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | d _a | d _b | d _c | d _d | B _a | B _b | B _c | B _d | B _e | B _f | r _a | G ₂ | G ₃ | | | |
| - | mm | | | | | | | | | | | | | - | kg | - |
| PDN 206 | 30 | 24 | 39 | 32 | 97 | 95,5 | 117,5 | 210 | 50 | 4 | 0,8 | 10 | 27 | 8×7×40 | 1,80 | VJ-PDNB 206 |
| PDN 207 | 35 | 28 | 44 | 36 | 109,5 | 108 | 142,5 | 240 | 60 | 4 | 1,2 | 10 | 27 | 8×7×40 | 2,85 | VJ-PDNB 207 |
| PDN 208 | 40 | 32 | 49 | 40 | 135,5 | 134 | 164,5 | 274 | 80 | 5 | 1,2 | 12 | 30 | 10×8×63 | 4,25 | VJ-PDNB 208 |
| PDN 210 | 50 | 42 | 59 | 50 | 166 | 164,5 | 218,5 | 329 | 110 | 6 | 1,6 | 16 | 36 | 12×8×80 | 7,65 | VJ-PDNB 210 |
| PDN 211 | 55 | 48 | 64 | 63 | 175 | 173,5 | 242,5 | 371 | 110 | 6 | 1,6 | 16 | 40 | 14×9×80 | 10,5 | VJ-PDNB 211 |
| PDN 212 | 60 | 48 | 69 | 63 | 169 | 167,5 | 274,5 | 391 | 110 | 6 | 1,6 | 16 | 40 | 14×9×80 | 13,0 | VJ-PDNB 212 |
| PDN 214 | 70 | 60 | 79 | 70 | 206,5 | 205 | 346,5 | 478 | 140 | 6 | 1,6 | 16 | 40 | 18×11×100 | 23,0 | VJ-PDNB 214 |
| PDN 215 | 75 | 65 | 84 | 78 | 207,5 | 206 | 344,5 | 478 | 140 | 6 | 1,6 | 20 | 46 | 18×11×100 | 26,5 | VJ-PDNB 215 |
| PDN 216 | 80 | 70 | 89 | 90 | 216 | 214,5 | 361,5 | 512 | 140 | 6 | 1,6 | 20 | 46 | 20×12×100 | 31,5 | VJ-PDNB 216 |
| PDN 218 | 90 | 80 | 104 | 100 | 251 | 249,5 | 401,5 | 562 | 170 | 8 | 1,6 | 20 | 46 | 22×14×140 | 47,5 | VJ-PDNB 218 |
| PDN 220 | 100 | 90 | 114 | 105 | 256 | 256 | 435 | 607 | 170 | 8 | 2,5 | 24 | 52 | 25×14×140 | 61,0 | VJ-PDNB 220 |
| PDN 222 | 110 | 100 | 124 | 115 | 296,5 | 296,5 | 483 | 656 | 210 | 8 | 2,5 | 24 | 52 | 28×16×180 | 83,0 | VJ-PDNB 222 |
| PDN 224 | 120 | 110 | 134 | 132 | 300 | 300 | 514 | 694 | 210 | 12 | 2,5 | 30 | 60 | 28×16×180 | 102 | VJ-PDNB 224 |

| Csapágy- ház jele | Tengely Méreték | | | | | | | | | | | | | Retesz (ISO/R 773, DIN 6885) | Tömeg SKF ten- gely jele | |
|----------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | d _a | d _b | d _c | d _d | B _a | B _b | B _c | B _d | B _e | B _f | r _a | G ₂ | G ₃ | | | |
| - | mm | | | | | | | | | | | | | - | kg | - |
| PDN 305 | 25 | 19 | 34 | 28 | 91 | 89,5 | 115,5 | 216 | 40 | 4 | 0,8 | 8 | 20 | 6×6×32 | 1,40 | VJ-PDNB 305 |
| PDN 306 | 30 | 24 | 39 | 32 | 101,5 | 100 | 138,5 | 240 | 50 | 4 | 0,8 | 10 | 27 | 8×7×40 | 2,20 | VJ-PDNB 306 |
| PDN 307 | 35 | 28 | 44 | 36 | 118,5 | 117 | 158,5 | 274 | 60 | 4 | 1,2 | 10 | 27 | 8×7×40 | 3,35 | VJ-PDNB 307 |
| PDN 308 | 40 | 32 | 49 | 40 | 140 | 138,5 | 212,5 | 331 | 80 | 5 | 1,2 | 12 | 30 | 10×8×63 | 5,25 | VJ-PDNB 308 |
| PDN 309 | 45 | 38 | 54 | 45 | 151,5 | 150 | 234,5 | 376 | 80 | 5 | 1,2 | 12 | 30 | 10×8×63 | 7,30 | VJ-PDNB 309 |
| PDN 310 | 50 | 42 | 59 | 50 | 175 | 173,5 | 264,5 | 393 | 110 | 6 | 1,6 | 16 | 30 | 12×8×80 | 9,85 | VJ-PDNB 310 |
| PDN 311 | 55 | 48 | 64 | 63 | 186,5 | 185 | 286,5 | 438 | 110 | 6 | 1,6 | 16 | 40 | 14×9×80 | 13,0 | VJ-PDNB 311 |
| PDN 312 | 60 | 48 | 69 | 63 | 182,5 | 181 | 332,5 | 476 | 110 | 6 | 1,6 | 16 | 40 | 14×9×80 | 15,5 | VJ-PDNB 312 |
| PDN 313 | 65 | 55 | 74 | 70 | 191 | 189,5 | 347,5 | 508 | 110 | 6 | 1,6 | 16 | 40 | 16×10×80 | 19,5 | VJ-PDNB 313 |
| PDN 314 | 70 | 60 | 79 | 70 | 225 | 223,5 | 363,5 | 532 | 140 | 6 | 1,6 | 16 | 40 | 18×11×100 | 25,0 | VJ-PDNB 314 |
| PDN 315 | 75 | 65 | 84 | 78 | 230,5 | 229 | 387,5 | 567 | 140 | 6 | 1,6 | 20 | 46 | 18×11×100 | 30,0 | VJ-PDNB 315 |
| PDN 316 | 80 | 70 | 89 | 90 | 227 | 225,5 | 403,5 | 576 | 140 | 6 | 1,6 | 20 | 46 | 20×12×100 | 34,5 | VJ-PDNB 316 |
| PDN 317 | 85 | 75 | 99 | 90 | 234,5 | 234,5 | 421 | 610 | 140 | 6 | 1,6 | 20 | 46 | 20×12×100 | 43,0 | VJ-PDNB 317 |
| PDN 318 | 90 | 80 | 104 | 100 | 260 | 260 | 445 | 625 | 170 | 8 | 1,6 | 20 | 46 | 22×14×140 | 51,0 | VJ-PDNB 318 |
| PDN 319 | 95 | 85 | 109 | 100 | 269,5 | 269,5 | 469 | 668 | 170 | 8 | 2,5 | 20 | 46 | 22×14×140 | 59,5 | VJ-PDNB 319 |
| PDN 320 | 100 | 90 | 114 | 105 | 266,5 | 266,5 | 500 | 693 | 170 | 8 | 2,5 | 24 | 52 | 25×14×140 | 67,5 | VJ-PDNB 320 |
| PDN 322 | 110 | 100 | 124 | 115 | 309,5 | 309,5 | 510 | 709 | 210 | 8 | 2,5 | 24 | 52 | 28×16×180 | 87,5 | VJ-PDNB 322 |
| PDN 324 | 120 | 110 | 134 | 132 | 314 | 314 | 522 | 730 | 210 | 12 | 2,5 | 30 | 60 | 28×16×180 | 106 | VJ-PDNB 324 |

Műszaki adatok

A feladat alapadatait a 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat. A feladat adatai

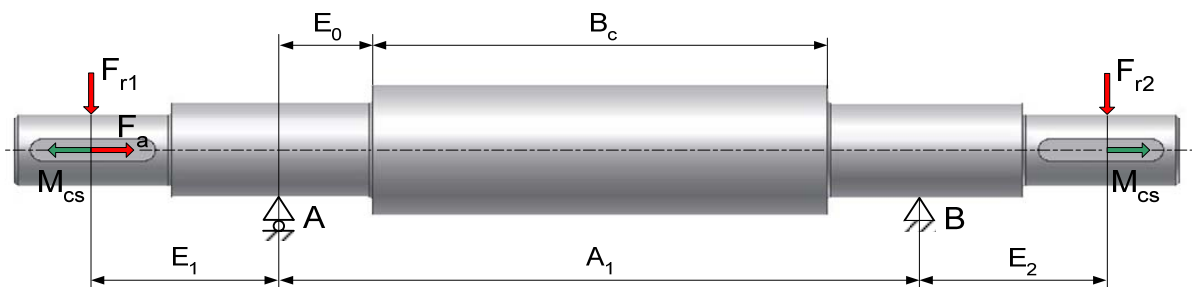
| Sor-szám | Jel | F_{r1} N | F_{r2} N | F_a N | n min^{-1} |
|----------|----------|---------------|---------------|------------|--------------------------|
| 1. | PDNB 305 | 1800 | 1440 | 540 | 1600 |
| 2. | PDNB 206 | 1600 | 1280 | 480 | 1550 |
| 3. | PDNB 306 | 2300 | 1840 | 690 | 1500 |
| 4. | PDNB 207 | 2100 | 1680 | 630 | 1450 |
| 5. | PDNB 307 | 2800 | 2240 | 840 | 1400 |
| 6. | PDNB 208 | 2600 | 2080 | 780 | 1350 |
| 7. | PDNB 308 | 3500 | 2800 | 1050 | 1300 |
| 8. | PDNB 309 | 4600 | 3680 | 1380 | 1250 |
| 9. | PDNB 210 | 3100 | 2480 | 930 | 1200 |
| 10. | PDNB 310 | 5500 | 4400 | 1650 | 1150 |
| 11. | PDNB 211 | 4100 | 3280 | 1230 | 1000 |
| 12. | PDNB 311 | 6800 | 5440 | 2040 | 950 |
| 13. | PDNB 212 | 4600 | 3680 | 1380 | 900 |
| 14. | PDNB 312 | 8100 | 6480 | 2430 | 850 |
| 15. | PDNB 313 | 9300 | 7440 | 2790 | 800 |

A gördülőcsapágyak kenésére az SKF LGMT 2 típusjelű kenőzsírt használják. A zsír az általános gépgyártásban és a járműiparban elterjedten alkalmazott zsírtípus. -30 °C és $+120\text{ °C}$ hőmérséklet határok között használható. Az alapolaj viszkozitása 40 °C -on $\nu_{40} = 110\text{ mm}^2/\text{s}$, 100 °C -on $\nu_{100} = 11\text{ mm}^2/\text{s}$.

A gördülőcsapágyak környezetének üzemi hőmérséklete: $T_{\text{ü}} = 65\text{ °C}$.

A csapágyegység terhelése

A két helyen gördülőcsapágyakkal megtámasztott tengelyt a két végsappon F_{r1} és F_{r2} radiális erő, a baloldali tengelyvégen F_a axiális erő, valamint az erők között M_{cs} csavarónyomaték terheli (4. ábra). Az axiális erőt a B jelű csapágy veszi fel.



4. ábra. A tengely terhelése

A csapágyak és a terhelések helyét a csapágyegység, a csapágyak, valamint a tengely méreteiből lehet meghatározni.

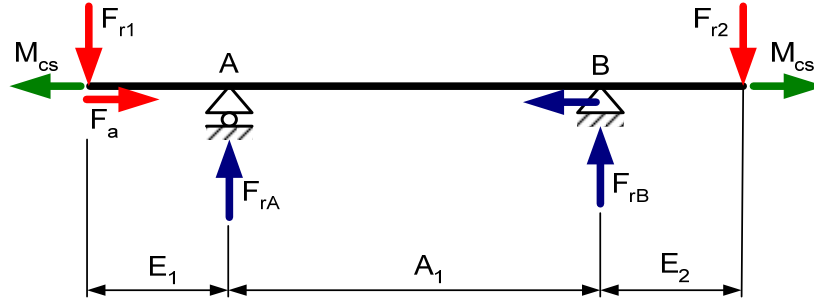
$$E_0 = A_4 + B/2,$$

$$E_1 = B_a - E_0 - B_e/2,$$

$$E_2 = B_b - E_0 - B_e/2.$$

B_a , B_b és B_e a tengely méretei (3. táblázat), A_4 a zsírmennyiség szabályozó tárcsa szélessége (1. táblázat), B a csapágycsukló szélessége.

A csapágycsuklók terhelése



5. ábra. A tengely terhelése és a támasztóerők

A gördülőcsapágycsuklók radiális terhelését a csapágycsuklói helyekre felírt nyomaték-egyensúlyi egyenletekből lehet meghatározni. A támasztóerők:

$$F_{rA} = \frac{F_{r1}(E_1 + A_1) - F_{r2}E_2}{A_1},$$

$$F_{rB} = \frac{F_{r2}(E_2 + A_1) - F_{r1}E_1}{A_1}.$$

A csapágycsuklók egyenértékű dinamikus terhelését kétféle módon lehet meghatározni attól függően, hogy milyen a terhelések aránya:

$$P = F_r, \quad \text{ha } F_a/F_r \leq e$$

$$P = XF_r + YF_a \quad \text{ha } F_a/F_r > e.$$

Az összefüggésekben

- X a radiális terhelés tényezője,
- Y az axiális terhelés tényezője,
- F_r a csapágycsuklók radiális terhelése, N;
- F_a a csapágycsuklók axiális terhelése, N;
- e a terhelési viszonyszám tényezője.

A terhelést befolyásoló tényezők az F_a/C_0 hányados függvényei. C_0 a csapágycsuklók statikus alapterhelése.

5. táblázat. A terhelési tényezők

| F_a/C_0 | e | X | Y |
|-----------|------|------|-----|
| 0,025 | 0,22 | 0,56 | 2 |
| 0,04 | 0,24 | 0,56 | 1,8 |
| 0,07 | 0,27 | 0,56 | 1,6 |
| 0,13 | 0,31 | 0,56 | 1,4 |
| 0,25 | 0,37 | 0,56 | 1,2 |
| 0,5 | 0,44 | 0,56 | 1 |

Az A jelű csapágyat csak radiális erő terheli, ezért $P_A = F_{rA}$.

Mivel az axiális erőt a B jelű csapágy veszi fel, meg kell vizsgálni az F_a/F_{rB} arányt. Ennek értéke dönti el az egyenértékű dinamikus terhelés számításának módját.

A csapágyak élettartama

A gördülőcsapágyak alapélettartama:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p,$$

ahol L_{10} az alapélettartam, millió körülfordulás;

C a dinamikus alapterhelés, N;

P a dinamikus egyenértékű terhelés, N;

p az élettartam kitevő, mely golyóscsapágyakra $p = 3$, görgőscsapágyakra $p = 10/3$.

Az üzemórákban számított élettartam:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} L_{10}.$$

Itt L_{10h} az élettartam, h;

n a fordulatszám, 1/min;

L_{10} az élettartam, millió körülfordulás.

A csapágyak módosított élettartama

A módosított élettartam-egyenlet lehetőséget biztosít a 90%-tól eltérő megbízhatóság, különleges anyagok használatának, valamint a kenés hatékonyságának a figyelembevételére:

$$L_{na} = a_1 a_{23} L_{10},$$

ahol L_{na} a módosított élettartam, millió körülfordulás;

a_1 az élettartam-tényező, amely figyelembe veszi a megbízhatóságot;

a_{23} az élettartam-tényező, amely figyelembe veszi a kenés hatékonyságát;

L_{10} az alapélettartam, millió körülfordulás.

Az a_1 élettartam-tényezőt a megbízhatóság függvényében a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat. a_1 élettartam-tényező

| a_1 élettartam-tényező | Megbízhatóság % |
|--------------------------|-----------------|
| 1 | 90 |
| 0,62 | 95 |
| 0,53 | 96 |
| 0,44 | 97 |
| 0,33 | 98 |
| 0,21 | 99 |

Az a_{23} tényező számszerű értékei annak függvényében változnak, hogy a ténylegesen felhasznált kenőanyag üzemi hőmérsékleten meghatározott v kinematikai viszkozitása hogyan aránylik a kielégítő kenés biztosításához az adott hőmérsékleten elméletileg szükséges v_1 viszkozitáshoz.

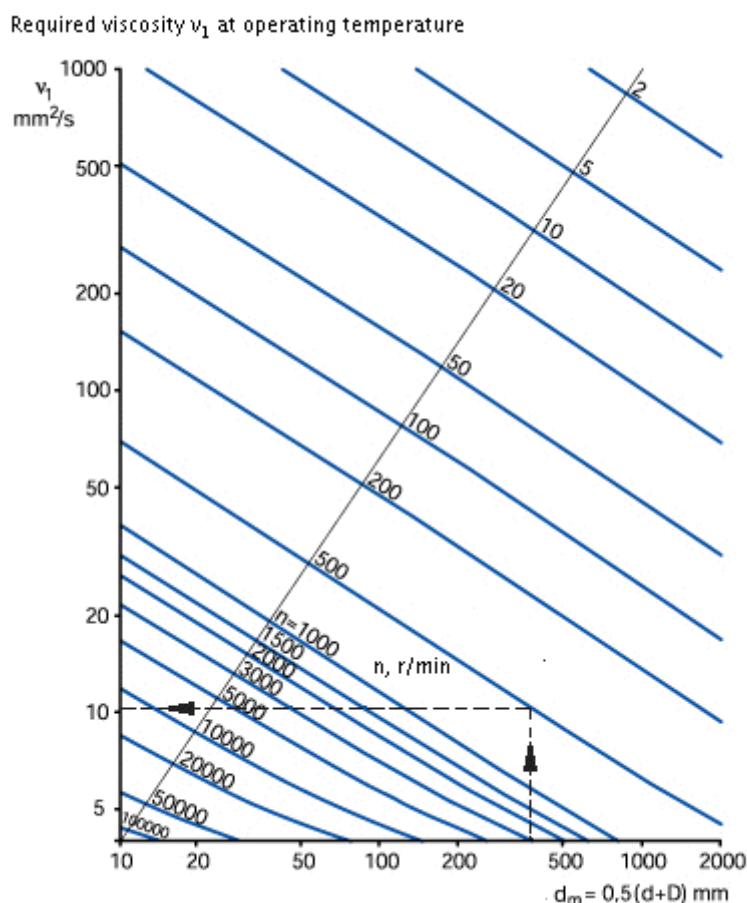
7. táblázat. a_{23} élettartam-tényező

| | | | | | | |
|----------|-----|---|-----|-----|-----|-----|
| v/v_1 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 |
| a_{23} | 0,7 | 1 | 1,3 | 1,6 | 2,0 | 2,4 |

A kielégítő kenést biztosító v_1 viszkozitás a 6. ábra segítségével határozható meg. Az ábrán n a fordulatszám, min^{-1} ;

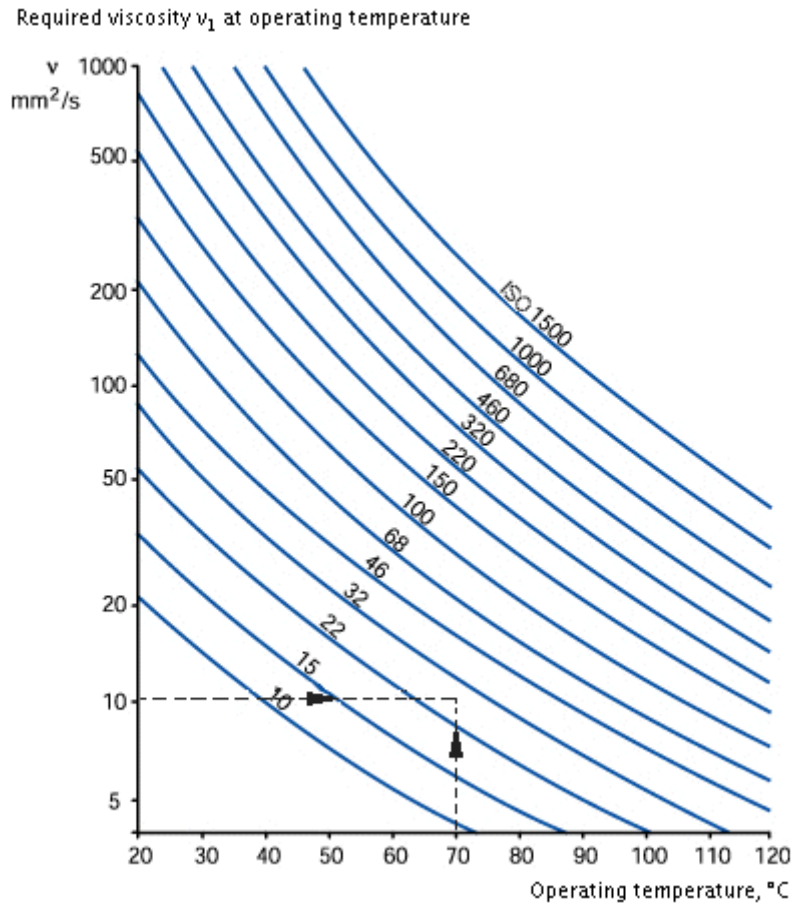
d_m a csapágy közepes átmérője: $d_m = (D+d)/2$, ahol d a furatátmérő, D a palástátmérő.

A viszkozitás meghatározása a mintaként berajzolt módon történik. A vízszintes tengelyen felmérjük a közepes átmérő értékét, majd függőlegesen a csapágy fordulatszámának megfelelő ferde vonalra vetítjük. A metszéspontból vízszintesen a v_1 tengelyre vetítve kapjuk meg a viszkozitás számértékét. A munkát megnehezíti, hogy mindkét koordinátatengely logaritmikus léptékű, ahogyan a fordulatszámok megadása is. Ennek megfelelően nagyon körültekintően kell eljárni, hogy elegendően pontos adatokhoz jussunk.



6. ábra. A kielégítő kenést biztosító viszkozitás az üzemi hőmérsékleten [2]

A kenőanyag üzemi hőmérsékleten érvényes viszkozitását a 7. ábrából lehet meghatározni. A vízszintes tengelyre az üzemi hőmérsékletet kell felmérni, a görbe sorozat a kenőolajok (kenőzsír esetén az alapolaj) ISO VG besorolásának megfelelően készült. A görbéken szereplő számok az adott olaj mm^2/s -ban kifejezett viszkozitását jelentik 40°C -on.



7. ábra. A kenőanyag üzemi hőmérsékleten érvényes viszkozitása [2]

A 7. ábrán a szaggatott vonal az olaj kiválasztásra mutat mintapéldát. Ebben a feladatban a viszkozitást kell meghatározni, ezért a sorrend a következő:

- az üzemi hőmérséklet felmérése a vízszintes tengelyre,
- vetítés függőlegesen a megfelelő görbére (esetünkben a kenőzsír alapolaj viszkozitása 40 $^\circ\text{C}$ -on 110 mm^2/s),
- a metszéspontból vetítés vízszintesen a v tengelyre.

Irodalom

[1] SKF Főkatalógus. 4000 H. 1989.

[2] Interactive Catalogue. www.skf.com