

$$\left| \frac{Dr_2^2}{Eh} \frac{d^4}{ds^4} \left(\frac{1}{r_1} \right) \right| \ll \left| \frac{1}{r_1} \right|, \quad (4.13)$$

odnosno

$$\left| r_1 \frac{d^4}{ds^4} \left(\frac{1}{r_1} \right) \right| \ll \frac{12(1-\nu^2)}{(r_2 h)^2}. \quad (4.14)$$

Na kraju treba napomenuti da učvršćenje ljuske mora biti takvo da omogućava membranske pomake. Ako su dvije ili više ljusaka vezane duž jedne paralele, ili kako se još kaže u jednom *čvoru*, sve ljuske moraju imati jednake radijalne i kutne membranske pomake.

4.6. Jednadžbe ravnoteže

Na slici 4.6a prikazan je diferencijalni element ljuske koji je izrezan s dva bliska meridijanska presjeka φ i $\varphi + d\varphi$, te s dva bliska cirkularna presjeka ϑ i $\vartheta + d\vartheta$. Budući da su meridijanski presjeci ujedno i presjeci simetrije, na njima su posmična naprezanja jednaka nuli, tj. vrijedi

$$\tau_{\varphi\vartheta} = \tau_{\varphi n} = 0.$$

Izrezani element je ortogonalan, pa se može primijeniti pravilo o parnosti posmičnih naprezanja prema kojemu je $\tau_{\vartheta\varphi} = \tau_{\varphi\vartheta} = 0$. Preostaje još jedna komponenta posmičnog naprezanja $\tau_{\varphi n}$. No po pretpostavci u ljusci vlada membransko stanje naprezanja, pa je poprečna sila $Q = \tau_{\vartheta n} h$ na cirkularnom presjeku jednaka nuli, iz čega slijedi da je i $\tau_{\vartheta n} = 0$. Prema tome, na elementu djeluju samo normalne komponente naprezanja σ_{ϑ} i σ_{φ} . Te su komponente naprezanja jednoliko raspodijeljene, pa kao rezultantu imaju *meridijansku silu* $N_{\vartheta} = \sigma_{\vartheta} h$ i *cirkularnu silu* $N_{\varphi} = \sigma_{\varphi} h$.

Pri postavljanju uvjeta ravnoteže sile N_{ϑ} i N_{φ} bit će jedine nepoznaniće. Budući da za element možemo postaviti dva nezavisna uvjeta ravnoteže, problem je statički određen, pa nije potrebno uvoditi pretpostavke o deformiranju ili pretpostavke o raspodjeli naprezanja. Sile N_{ϑ} i N_{φ} odnose se na jedinicu duljine i moraju se množiti s duljinom stranice elementa na kojoj djeluju pri postavljanju uvjeta ravnoteže. Sile $N_{\vartheta} r d\varphi$ i