na př. použíti k určení cyklu, který se dotýká tří daných cyklů.[19][20])

15. ZOBRAZENÍ VEKTORŮ V PROSTORU DO VEKTORŮ V ROVINĚ

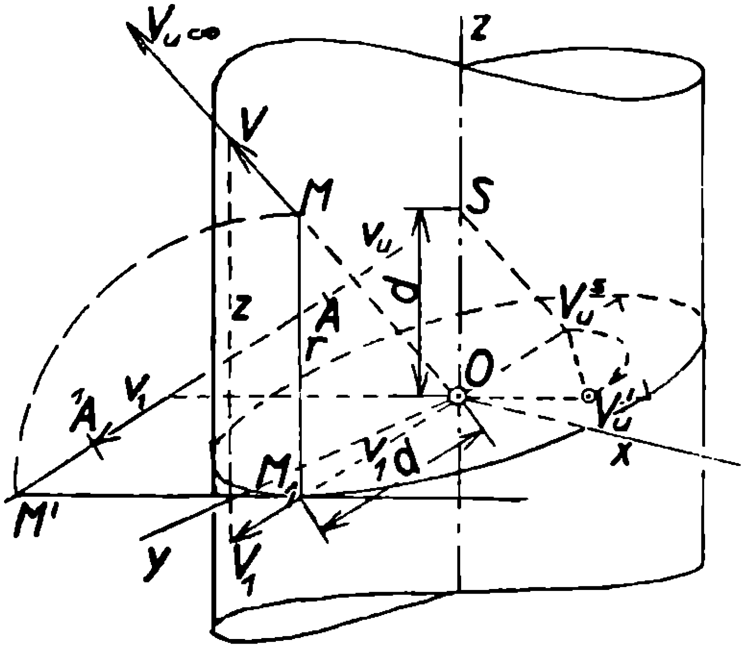
Volný vektor v prostoru je úsečka opatřená smyslem, kterou lze rovnoběžně přemístiti kamkoliv v prostoru. Stejně máme volné vektory v rovině, které možno ovšem rovnoběžně posouvati jen v této rovině. Když vektor je vázán ve svém posunu jen na přímku, svoji nositelku, říkáme, že je *vázaným vektorem*.

Zavedeme-li v prostoru pravoúhlou soustavu souřadnic x, y, z o počátku O, lze všechny volné vektory $\mathbf{v}$ v prostoru posunouti tak, že jejich počátek je v počátku O soustavy souřadnic a druhý koncový bod vektoru je v bodě $V(x; y; z)$. Délka, nebo modul vektoru $\mathbf{v}$ je $v = \overline{OV}$. Vektor $\mathbf{v}$ se rozkládá ve složky x, y, z v osách souřadnic, jež jsou souřadnicemi bodu V. Za průmětnu, na níž zobrazujeme, volme rovinu souřadnic (x, y); vektor $\mathbf{v}$ se kolmo promítá do vektoru $\mathbf{v}_1$ délky $v_1 = \overline{OV_1}$ (obr. 53), který má v osách x, y tytéž složky jako vektor $\mathbf{v}$. Aby se nám v tomto průmětě objevila též složka z, vážeme vektor $\mathbf{v}_1$ na přímku $v_u \parallel v_1$, aby moment vektoru $\mathbf{v}_1$ k počátku O byl $d\,.\,z$, kde d je vhodně zvolená konstanta. Geometricky lze dospěti k nositelce v_u zobrazujícího vektoru takto: Mysleme si válcovou rotační plochu o ose z a poloměru d; pak orientovaná nositelka vektoru $\mathbf{v}$ posunutého do počátku O protíná válcovou plochu v bodě M, který má od průmětny (x, y) vzdálenost $r = \overline{M_1M}$. Bod M sklo-

[19]) Viz *J. Holubář*: „O methodách rovinných konstrukcí“, Cesta k vědění 4, 2. vyd., 1949 a „O rovinných konstrukcích odvozených z prostorových útvarů“, Cesta k vědění; 47, 1948.

[20]) Obšírně pojednává o cyklografii monografie *L. Seifert*: Cyklografie, Kruh 15, JČMF, 1949.

píme do průmětny kolem půdorysu v_1 ve smyslu záporném, stojíme-li v ose z a díváme-li se směrem vektoru v. Sklopenou polohou M' bodu M jde nositelka v_u vázaného vektoru v_1, který nám zobrazuje volný vektor v v prostoru. Je totiž z obrazu patrno: $r : d = z : v_1$ a tedy $r \,.\, v_1 = d \,.\, z$ a tedy



Obr. 53. Zobrazení vektorů prostoru vektory v rovině.

moment vektoru $\overrightarrow{A^1A} = \mathrm{v}_1$ k počátku O je úměrný složce z vektoru v pro poměr d.

Úlohy o volných vektorech v prostoru převádí se tak v známé úlohy o vázaných vektorech v rovině.

Pro odvození dalších některých vlastností tohoto zobrazení je výhodné odvoditi si síťový průmět úběžného bodu $V_{u\infty}$ nositelky vektoru v, je-li promítací síť rotační o ose z a levotočivá (viz odst. **10,1**). Na ose z zvolme střed S středového promítání na průmětnu (x, y) a distanci $d = \overline{SO}$. Středový průmět V_u^s úběžného bodu $V_{u\infty}$ otočíme kolem počátku O o $-90°$ do síťového úběžníku V_u'. Potom je $OV_u' \perp$ $\perp v_u$ a z podobnosti trojúhelníků OMM_1 a V_u^sSO plyne

$\overline{OV_u{}^s} : d = d : r$, z čehož $\overline{OV_u{}^s} = \overline{OV_u{}'} = d^2 : r$, nebo $r \,.\, \overline{OV_u{}'} = d^2$. Nositelka v_u obrazu vektoru v na rovině (x, y) je antipolárou (odst. 2,61) síťového úběžníku $V_u{}'$ vektoru v vzhledem ke kružnici středu O a poloměru d, nebo polárou k imaginární kružnici o středu O a poloměru di, ($i^2 = -1$). Z tohoto vyplývají ihned dva důležité vztahy pro obrazy vektorů v prostoru:

1. Volné vektory, které jsou v prostoru rovnoběžny s rovinou, t. j. jejich nositelky protínají tutéž úběžnou přímku u_∞, mají za obrazy vázané vektory, jejichž nositelky jdou týmž bodem, který je antipólem síťového přímkového průmětu u' vzhledem ke kružnici $(O; d)$.

2. Volné vektory v prostoru, které jsou k sobě kolmé, mají za obrazy vektory, při čemž nositelka jednoho vektoru prochází antipólem nositelky druhého vektoru. (Síťové průměty úběžných bodů nositelek vektorů v prostoru jsou totiž tak položeny, že antipolára jednoho prochází druhým.)

Vektor v v prostoru vázaný na nositelku p zobrazujeme stejně jako volný vektor v do vázaného vektoru v_1 na nositelce v_u; při tom určujeme stopník P nositelky p na průmětně (x, y).

Obdobného zvláštního zobrazení přímek p prostoru dvojinami bod — přímka, t. j. stopníkem P přímky p a obrazem v_u jejího úběžného bodu $V_{u\infty}$ použil pro řešení prostorové soustavy sil po prvé *Mayor* (XIV) a později *Mieses* (XV). (Síly působící v jediném bodě, který považujeme za počátek O, lze převésti v soustavu vázaných vektorů roviny, kterou řešíme užitím čáry složkové a výslednicové. Působí-li síly v různých bodech, lze provésti jejich složení složením dvou druhů vektorů a to vektorů sil a pak jejich momentů pro nějaký bod.)