Zdvihadla

Pojmem zdvihadla (nebo poněkud přesněji „jednoduchá zdvihadla“) rozumíme zdvihací zařízení, členěná dále do těchto tří skupin:

zvedáky,
kladkostroje,
navíjedla.

Zdvihadla jsou všeobecně charakterizována tím, že při práci (během pracovního cyklu) nemění své umístění, ač jinak jsou zpravidla snadno přemístitelná;

v poměru ke zvedací síle, již vyvozují, mají malou hmotnost (zejména ve srovnání s druhými dvěma kategoriemi zdvihacích zařízení, tj. s jeřáby a výtahy).

Kladkostroje

Vyvozují zvedací síla max. do 10 t, a to při proměnlivém zdvihu.

Pohon bývá ruční nebo elektrický;
používá se jich jak k dopravě břemen, tak i k montážním pracím. Mají být snadno přemístitelné (malé rozměry i váha).

Kladkostroje s ručním pohonem

Mohou být provedeny jako násobné
šroubové
s čelními koly.

Kladkostroje násobné

Mají značné pasivní odpory a nemohou dosáhnout velkého převodu (nízké využití). Např. osminásobným kladkostrojem lze při účinnosti $\eta = 0{,}75$ zvedat jen břemeno $Q = P.\ i.\ \eta = 50.\ 8.\ 0{,}75 = 300$ kg, při čemž se počítá již s velmi značnou silou P. Stavějí se však až do nosnosti 8000 kg, neboť se jich často používá ve spojení s navijákem (vrátkem), na jehož buben se konec lana připevní.

Při zvedání musí na laně působit síla: $P = \frac{Q}{n.\ \eta}$

při spouštění: $P = \frac{Q}{n}.\ \eta'$

neboť tyto kladkostroje nejsou samosvorné.

Kde n - počet průřezů lana,
η - účinnost při zvedání,
η' - účinnost při spouštění.

$$\eta = \eta_1.\ \frac{1 - \eta_1^n}{n.\ (1 - \eta_1)}$$

$$\eta' = n.\ \frac{\eta_1^n.\ (1 - \eta_1)}{1 - \eta_1^n}$$

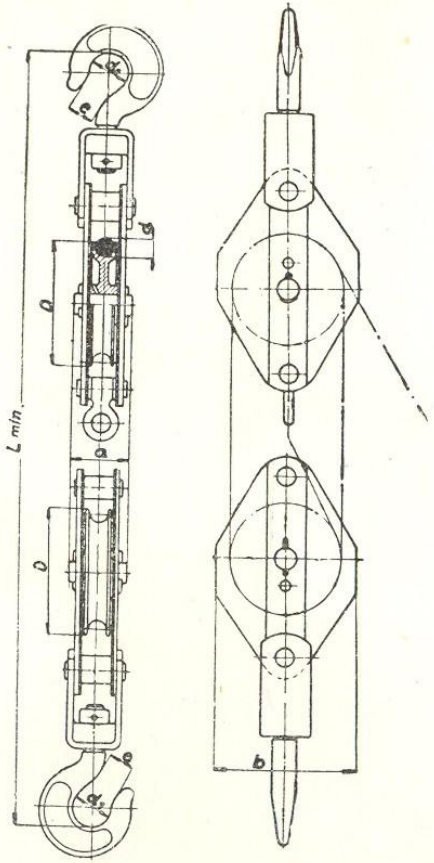
Účinnost jedné kladky η_1 - 0,96, je-li čep uložen v pouzdře, a η_1 - 0,98, je-li na kuličkových ložiskách.

Typizovány jsou násobné kladkostroje jednak pro lana konopná, jednak pro lana ocelová; v každé z těchto dvou skupin jsou kladkostroje s jednou nebo se dvěma nebo se třemi kladkami.

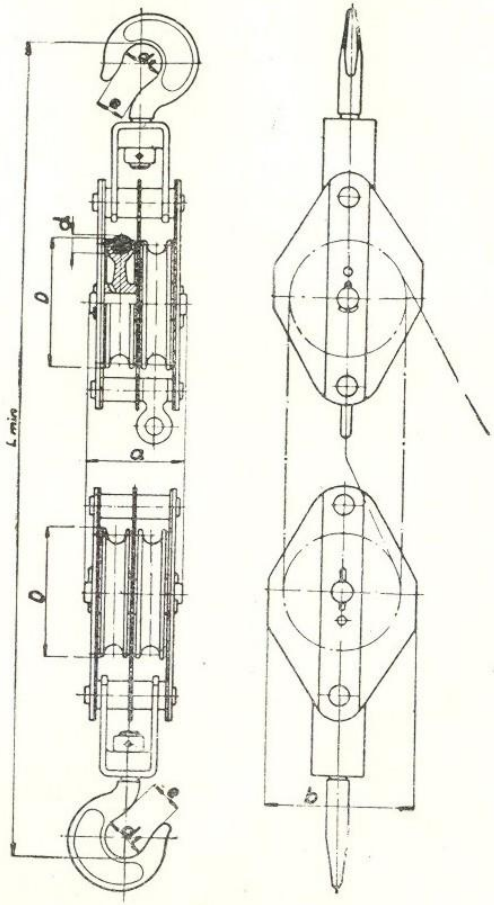
Hlavní technické násobných kladkostrojů pro lana konopná:

Typ	Nosnost[1] [t]	Rozměry [mm]							Váha [kg]	Schema
		D	d	L_{min}	d_1	e	a	b		
K 10	0,1	60	10	530	22	18	45	65	1,8	obr. 7-24 (s jednou kladkou)
K 10	0,5	125	20 (25)	720	40	30	72	145	14	
K 10	1,0	180	26	1150	48	36	95	200	20	
K 11	0,2	60	10	530	22	18	75	65	3	obr. 7-25 (se dvěma kladkami)
K 11	1,0	125	20 (25)	900	48	36	100	145	19	
K 11	2,0	180	26	1170	56	42	125	200	30	
K 12	0,3	60	10	530	22	18	75	65	3,5	obr. 7-26 (se třemi kladkami)
K 12	1,5	125	20 (25)	920	52	40	150	145	26	
K 12	3,0	180	26	1200	60	46	165	200	40	

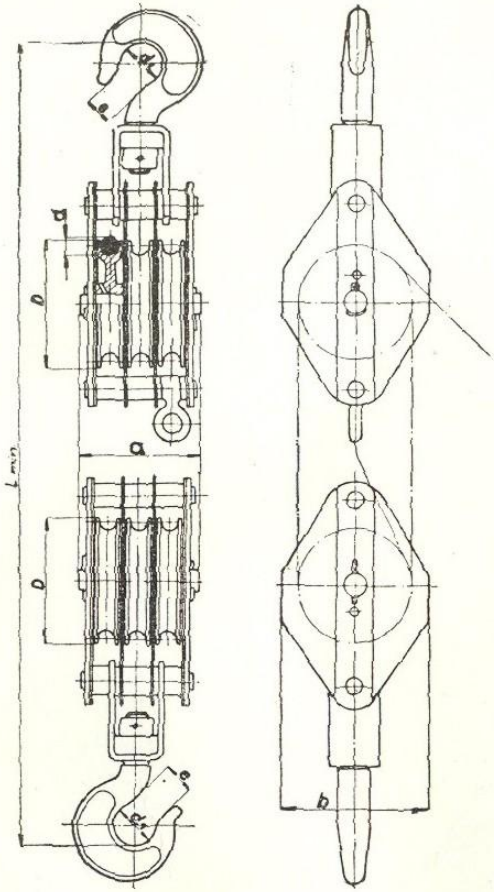
[1]) Nová norma určuje řadu nosností odlišnou od dosud běžně vyráběných typů. Řada nosností podle ČSN 27 0010 je: 125; 250; 500; 1000; 2000; 3200 kg.



Obr. 7-24. Kladkostroj násobný pro konopná lan s jednou kladkou (tab. 7-8).



Obr. 7-25. Kladkostroj násobný pro konopná lana se dvěma kladkami (tab. 7-8).



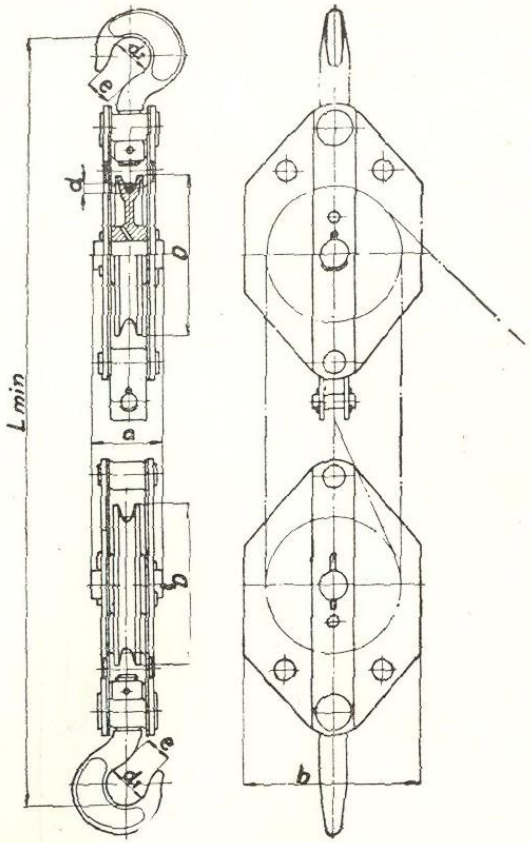
Obr. 7-26. Kladkostroj násobný pro konopná lana, se třemi kladkami (tab. 7-8).

Hlavní technické násobných kladkostrojů pro lana ocelová:

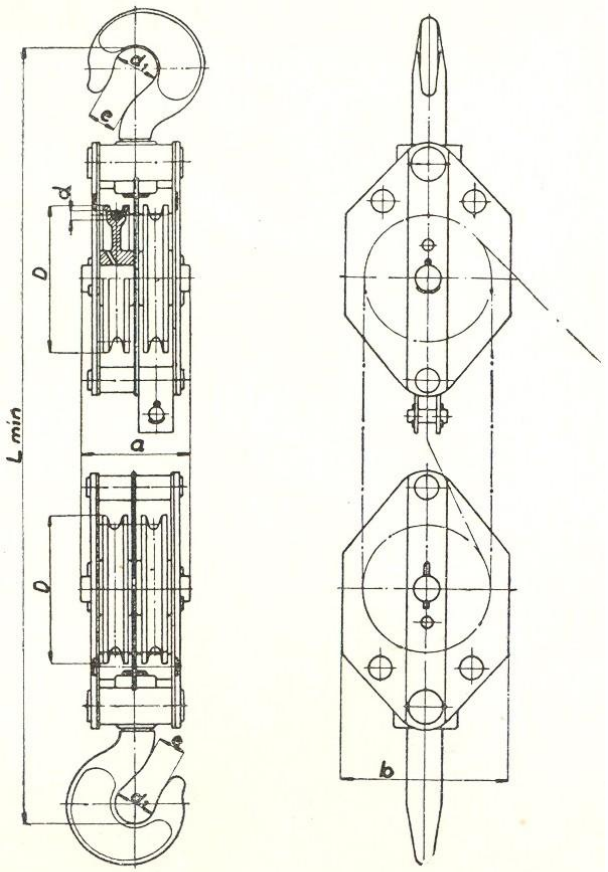
Kladkostroje násobné pro lana ocelová Tabulka 7-9

Typ	Nosnost[1] [t]	Rozměry [mm]							Váha [kg]	Schema
		D	d	L_{min}	d_1	e	a	b		
K 15	1	180	9,5 až 12,5	1150	48	36	95	200	20	obr. 7-27 (s jednou kladkou)
K 15	2	230	9,5 až 12,5	1180	56	42	100	250	43	
K 15	4	280	15 až 19	1410	70	55	120	300	54	
K 15	6	325	15 až19	1770	80	65	165	350	104	
K 16	2	180	9,5 až 12,5	1170	56	42	125	200	30	obr.7-28 (se dvěma kladkami)
K 16	4	230	9,5 až 12,5	1230	70	55	150	250	66	
K 16	6	280	15 až 19	1490	80	65	185	300	88	
K 16	9	325	15 až 19	1800	90	72	210	350	160	
K 17	3	180	9,5 až 12,5	1200	60	46	165	200	40	obr. 7-29 (se třemi kladkami)
K 17	6	230	9,5 až 12,5	1270	80	65	205	250	93	
K 17	8	280	15 až 19	1580	90	72	260	300	119	

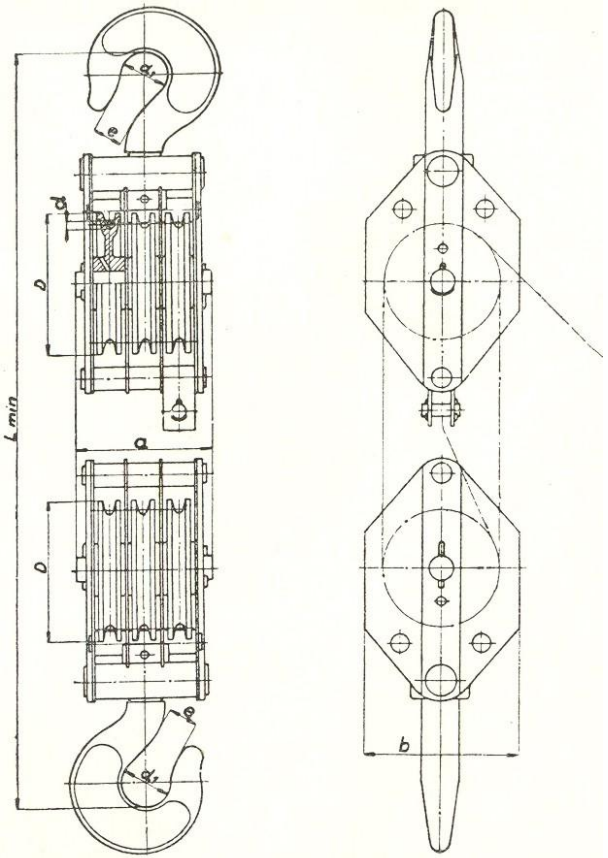
[1]) Nová norma určuje řadu nosností odlišnou od dosud běžně vyráběných typů. Řada nosností podle ČSN 27 0010 je: 1000; 2000; 3200; 5000; 8000 kg.



Obr. 7-27. Kladkostroj násobný pro ocelová lana, s jednou kladkou (tab. 7-9).



Obr. 7-28. Kladkostroj násobný pro ocelová lana, se dvěma kladkami (tab. 7-9).

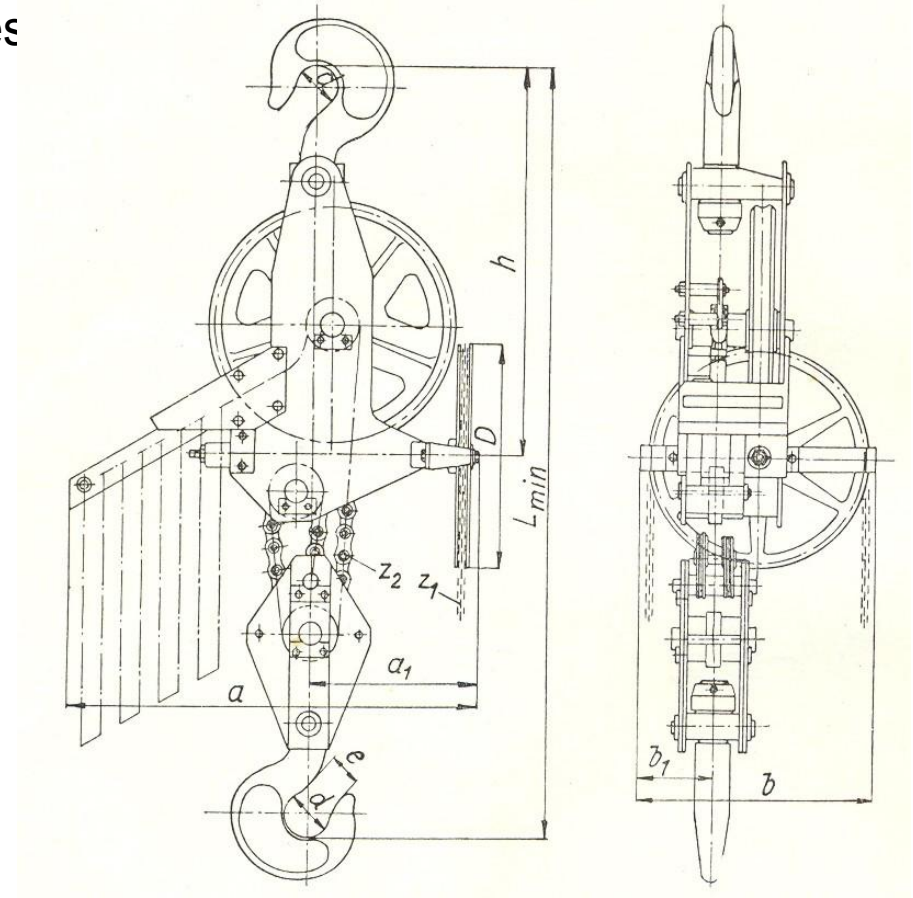


Obr. 7-29. Kladkostroj násobný pro ocelová lana, se třemi kladkami (tab. 7-9).

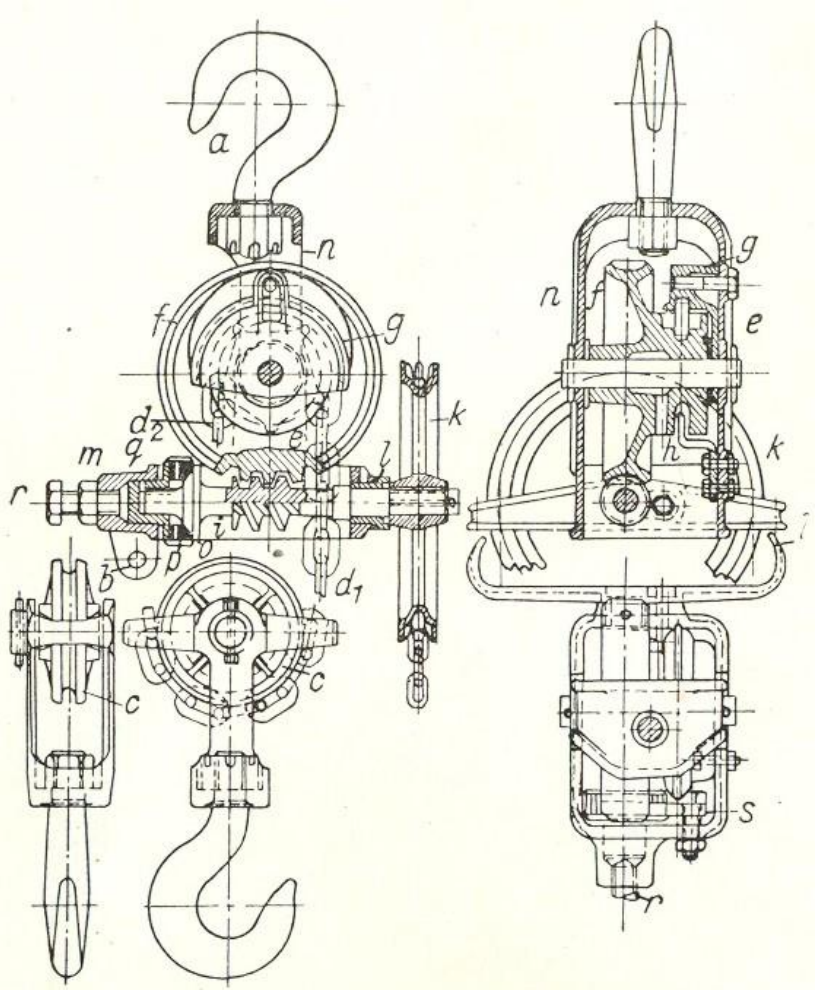
Kladkostroje šroubové

Dosahují při poměrně malých rozměrech i malé vlastní hmotnosti značného převodu, který lze ještě zdvojnásobit použitím volné kladky; mají však malou účinnost (např. při úhlu stoupání šroubu α = 18 až 20° je η = 0,55 až 0,70, též podle použitého materiálu).

Tyto kladkostroje se vyrábějí pro nosnosti od 0,5 do 25 t, zdvihy do 10 m, vlastní hmotnosti od 25 do 700 kg. Zvedacím orgánem je řetěz, a to do nosnosti 10 t svařovaný, přes



Na obr. je příklad šroubového kladkostroje s volnou kladkou. Břemeno zavěšené na háku volné kladky *c* se zvedá navíjením jedné větve řetězu *d* na ořech *e*, druhá větev řetězu d_2 je volná. Ořech *e* je odlit z jednoho kusu se šroubovým kolem f, poháněným šroubem *i* přes řetězku *k* ručním řetízkem, chráněným proti vypadnutí (i při šikmém tahu) vodicím obloukem l.

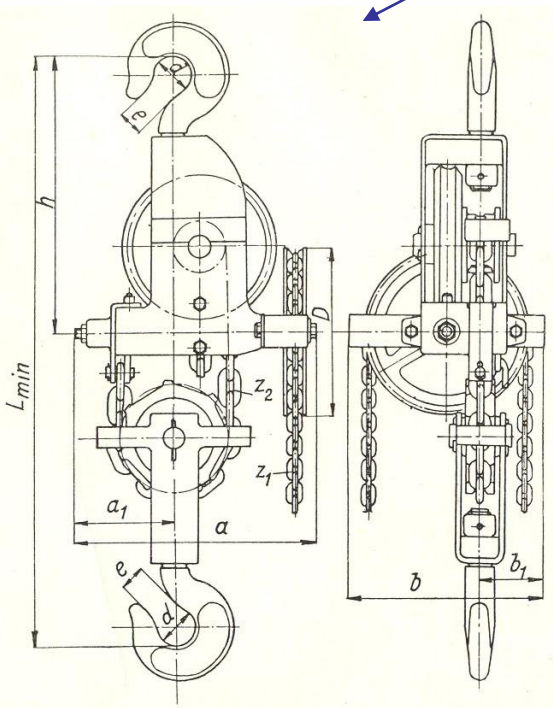


Obr. 7-30. Šroubový kladkostroj.

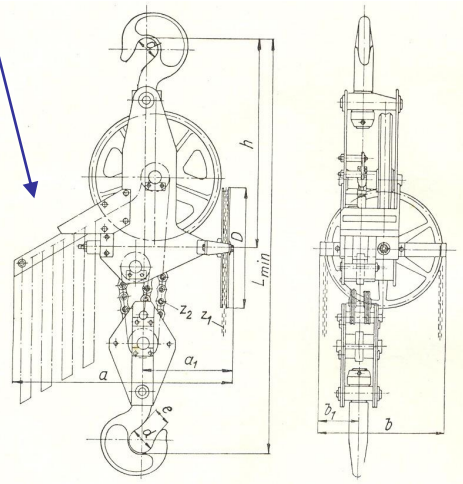
Správný přechod řetězu kladkostroje přes ořech je zajištěn vodicím obloukem *g* a stíracím držákem *h*. Šroub se opírá kuželem *o* o rohatku *p* (se západkou s) a dále přes vložku *q* o stavěcí šroub *r* pohyblivý v tělese kladkostroje; to je zde vytvořeno jednak jako opěrné ložisko *m* s okem *b* pro uchycení druhé větve zvedacího řetězu od volné kladky, jednak jako držák *n* pro upevnění háku *a* k zavěšení celého kladkostroje. Těleso kladkostroje je buď lité, jak je naznačeno, nebo kované či svařované z tlustých plechů.

Funkce rohatky se západkou, tvořící polovinu kuželové brzdy, je zde podobná jako u pojistných klik.

V tab. jsou přehledně uvedeny hlavní údaje o typizovaných šroubových kladkostrojích, a to jednak se řetězem svařovaným, jednak se řetězem kloubovým (Gallovým).



Obr. 7-31. Schema šroubového kladkostroje se svařovaným řetězem (k tab. 7-10).



Šroubové kladkostroje

Typ	Nosnost[1] [t]	Rozměry [mm] L_{min}	h	e	d	a	a_1	b	b_1	D	Řetěz Z_1	Řetěz Z_2	Tažná síla na Z_1 [kg]	Zvedací rychlost [m/min]	Váha [kg]	Schema
K 50	0,5	400	295	30	40	320	205	240	78	205	5 W	30 W	30	1,04	24	obr. 7-31
K 50	1,0	620	310	36	48	320	205	240	78	205	5 W	30 W	30	0,3	31	
K 50	1,5	730	365	40	52	340	144	240	78	205	5 W	40 ML	45	0,5	37	
K 50	3,0	875	425	46	60	385	164	300	94	265	5 W	80 W	59	0,5	65	
K 50	5,0	1070	540	55	70	470	200	420	150	372	5 W	120 W	83	0,3	98	
K 50	7,5	1300	675	65	80	605	265	540	200	494	5 W	160 W	89	0,2	188	
K 50	10	1570	850	72	90	715	540	540	180	494	5 W	200 ML	98	0,17	283	
K 51	10	1620	865	72	90	1020	350	520	160	495	5 W	$t=55$	98	0,17	300	obr. 7-32
K 51	15	2050	1050	110	120	1190	440	650	210	620	5 W	$t=60$	66	0,067	555	
K 51	20	2410	1250	110	150	1470	550	650	240	620	5 W	$t=65$	85	0,0565	700	
K 51	25	2500	1320	140	170	1470	550	650	240	620	5 W	$t=70$	85	0,0607	880	

[1]) Řada nosností podle ČSN 27 0010: 0,5; 1; 2; 3,2; 5; 8; 10; 16; 20 t.

Kladkostroje s čelními koly

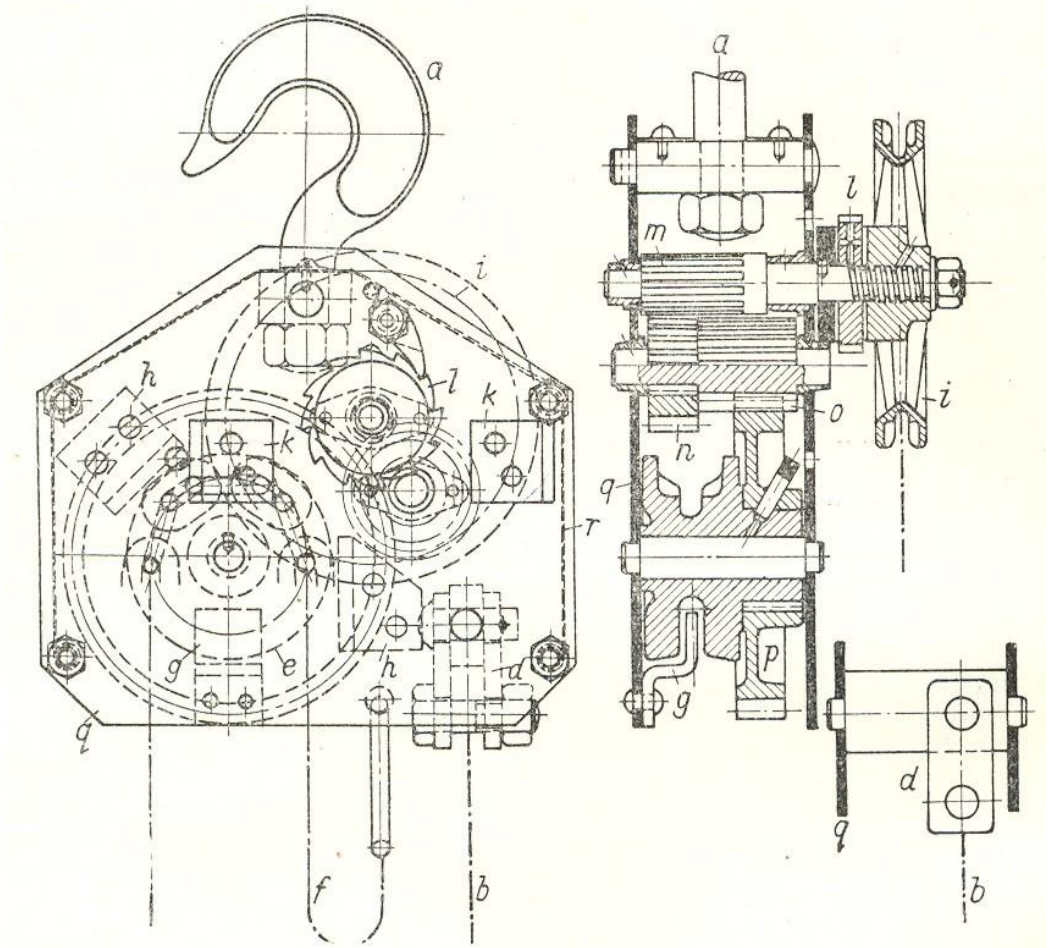
Mívají převod dvěma nebo třemi páry čelních ozubených kol, vytvořených po případě i jako planetová soukolí.

Účinnost η = 0,75 až 0,85.

Vyrábějí se pro nosnosti od 0,25 do 10 t, pro zdvihy do 10 m; při nosnosti přes 2,5 t mívají volnou kladku.
Zvedacím orgánem je svařovaný řetěz.

Proti šroubovým kladkostrojům jsou při stejném převodu zpravidla dražší a těžší, mají však lepší účinnost, takže vyžadují menší poháněcí síly.

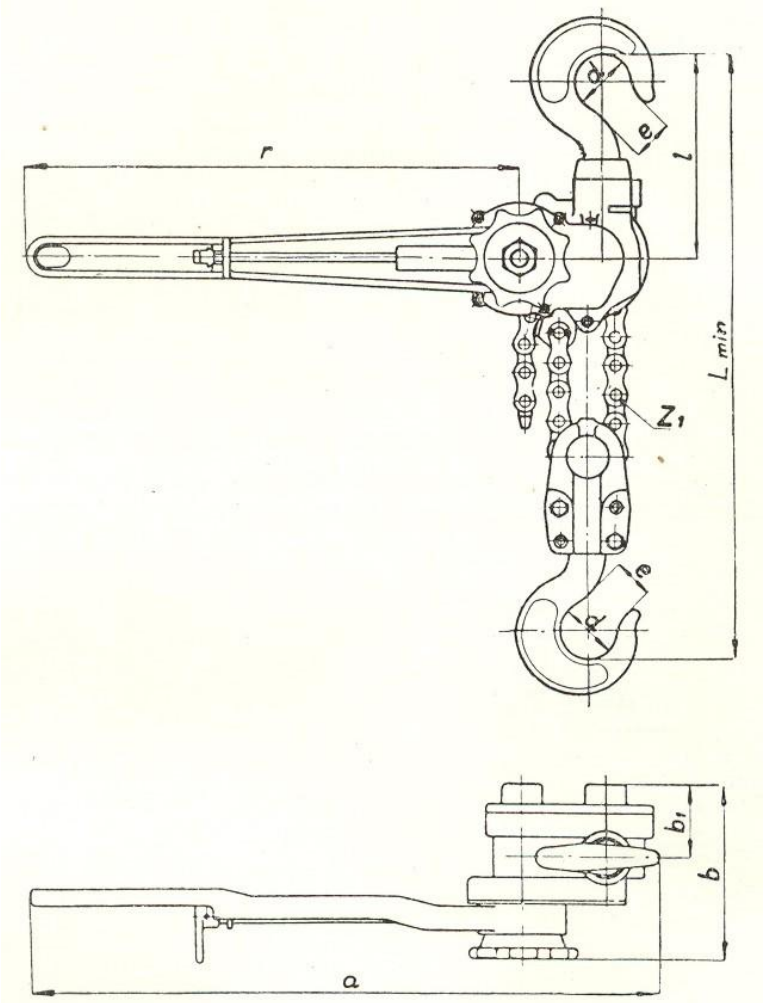
Na obr. je naznačen kladkostroj, jehož převody *m-n* a *o-p* jsou uloženy mezi postranicemi *q z* tlustého plechu, spojenými příčníkem, jímž prochází závěsný hák *a*. Zvedací řetěz *b-f*, zachycený jedním koncem na držáku *d*, se navíjí na ořech e, veden obloukem *h* a stíracím držákem *g*. Řetězka i s vodicím obloukem *k* je nasazena na závitu, takže působí na deskovou brzdu *l* (vytvořenou jako rohatka se západkou) osovým tlakem. Převody chrání ochranný plech r.



Obr. 7-33. Kladkostroj s čelními koly.

Ke kladkostrojům s ručním pohonem lze zařadit i tzv. kladkostroje řehtačkové (nazývané někdy též řehtačkové zvedáky).

Typizované provedení kladkostroje nosnosti 2t ukazuje obr. a příslušné technické údaje podává tab.



Obr. 7-34. Kladkostroj řehtačkový (tab. 7-11).

Řehtačkové kladkostroje Tabulka 7-11

(podle obr. 7-34)

Typ	Nosnost [t]	Zdvih [m]	Rozměry [mm]								Řetěz Z_1	Síla na páce [kg]	Zvedací rychlost [m/min]	Váha [kg]
			L_{min}	l	d	e	r	a	b	b_1				
Z 10	2	1,5	460	180	50	37	440	565	155	70	$1'' \times \frac{1}{2}''$	35	0,69	22

Kladkostroje s elektrickým pohonem

Vyrábějí se pro nosnosti od 200 do 5000 kg, zdvíhací rychlost je odstupňována podle nosnosti od 5 do 20 m/min, výška zdvihu až 14 m.

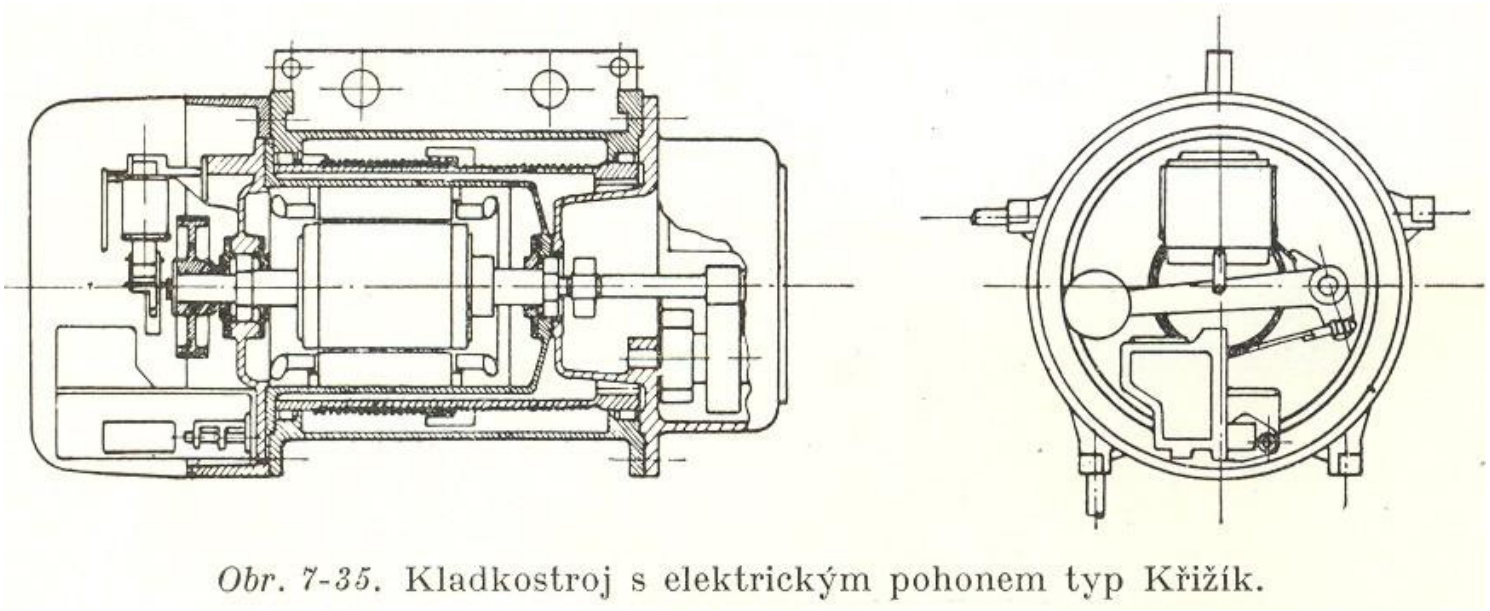
Mají mít co nejmenší výšku i ostatní rozměry, malou vlastní hmotnost, dobrou účinnost a být provozně spolehlivé; motor i soukolí musí být chráněno proti vnikání vody i prachu a součásti mají být lehce přístupné.

Proti překročení obou krajních poloh břemen (nejnižší a nejvyšší) má být kladkostroj zajištěn koncovými vypínači.

Kladkostroje s elektrickým pohonem čili tzv. ,,elektrokladkostroje" se vyvinuly během asi 40 let z naléhavého požadavku vyššího výkonu (hlavně vyšší zdvíhací rychlosti), než se mohlo dosáhnout kladkostroji poháněnými ručně.

Na obr. je poloschématicky naznačeno jedno z posledních provedení tzv. Křižík

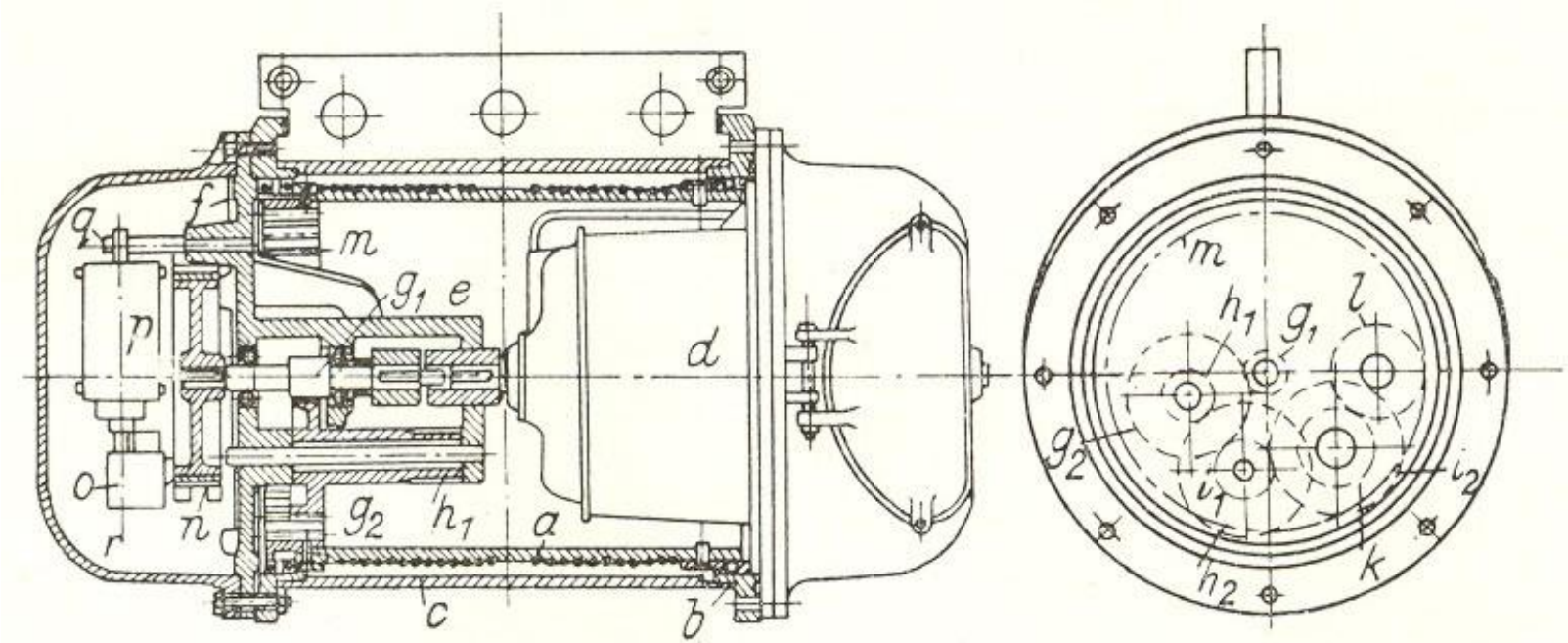
Třífázový zdvíhací motor, uzavřené konstrukce, je montován v souosém bubnu, jejž pohání přes čelní převody, uložené ve skříni. Tato skříň je přišroubována ke skříni kladkostroje; s druhé strany je připojena skříň, obsahující elektromagnet s pásovou brzdou, koncový vypínač, stykače (vzduchem chlazené) a ostatní elektrické příslušenství i s koncovkou pro přívod proudu.
Zdvíhací ocelové lano prochází při svém navíjení na buben nebo odvíjení z něho dobře těsněnými otvory. Kladkostroj se ovládá tlačítky, proud se přivádí kabelem. Kladkostroj může být též řízen dálkově.



Obr. 7-35. Kladkostroj s elektrickým pohonem typ Křižík.

Obr. znázorňuje řez kladkostrojem zahraničního původu (Demag).

Buben *a* má valivé uložení b v tělese kladkostroje c, k jehož přírubě je s jedné strany přišroubován motor d, s druhé strany těleso f čelních převodů g_1-g_2, h_1-h_2, k-l a pásové brzdy *n;* buben má vnitřní ozubení *m.* Brzda je ovládána elektromagnetem p, kyvné zavěšeným v místě *q,* na který působí závaží o. Soukolí i brzdu chrání kryt *r.*



Obr. 7-36. Kladkostroj s elektrickým pohonem typ Demag.

Hlavní výhody kladkostrojů s elektrickým pohonem jsou: malá hmotnost, malé rozměry, snadná obsluha, jednoduchá údržba.
Nevýhodou je poměrně nesnadná regulace zdvíhací rychlosti (je-li použito asynchronního motoru, a to bývá zpravidla); proto byly vykonstruovány tzv. elektrokladkostroje s mikrozdvihem.

Kladkostroje se zavěšuji na nosnou konstrukci; v tomto provedení jsou u nás typizovány pro jmenovité nosnosti 0,2 až 5 t a v katalozích uváděny pod označením LI

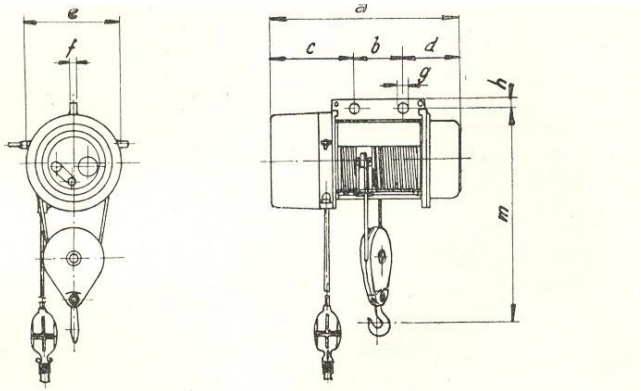
Tabulka 7-12

Kladkostroje s elektrickým pohonem, se závěsem

(podle obr. 7-37)

Typ	L I 4/2	L I 4	L I 8	L I 15/8	L I 15	L I 30/15	L I 30	L I 50/30	L I 50
Nosnost[1]) [kg]	200	400	750	750	1500	1500	3000	3000	5000
Zdvih [m]	14	10	10	13	10	12	7,5	14	11
Zdvihací rychlost [m/min]	20	10	10	18	8	11	5,5	9	5
Výkon motoru [kW]	1,1	1,1	1,8	3,1	3,1	4,2	4,2	6,5	6,5
Váha [kg]	100	100	140	258	258	340	340	576	576
Rozměry [mm]:									
a	655	655	700	810	810	920	920	1080	1080
b	230	230	230	230	230	230	230	350	350
c	250	250	270	340	340	400	400	400	400
d	175	175	200	240	240	290	290	330	330
e	300	300	325	385	385	450	450	540	540
f	15	15	20	25	25	30	30	40	40
g	25	25	30	30	30	45	45	55	55
h	25	25	30	30	30	45	45	50	50
m	650	650	745	760	800	910	990	1085	1240

[1]) Řada nosností podle ČSN 27 0010: 125; 250; 500; 1000; 2000; 3200; 5000 kg.



Obr. 7-37. Rozměrové schema kladkostroje s elektrickým pohonem (k tab. 7-12).

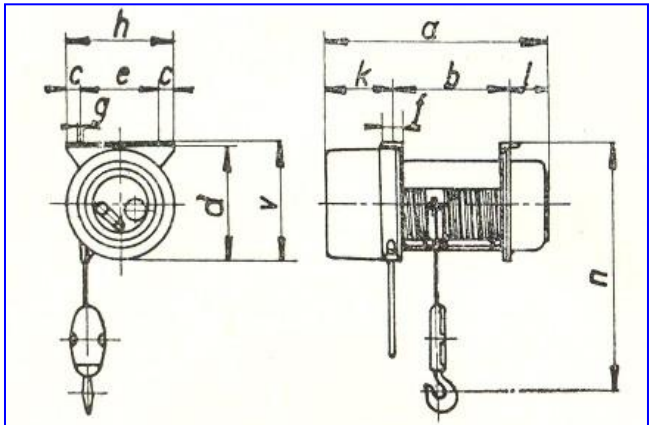
Poněkud odlišným typem jsou kladkostroje s patkami. Mohou být řešeny jako zavěšené (zespodu, obr.7-38) nebo uložené (na ploše vodorovné, šikmé nebo svislé, obr.7-39); jsou typizovány pro jmenovité nosnosti 0,1 až 5 t a v katalozích uváděny pod označením L Ip. V tab. jsou příslušné rozměry.

Tabulka 7-13

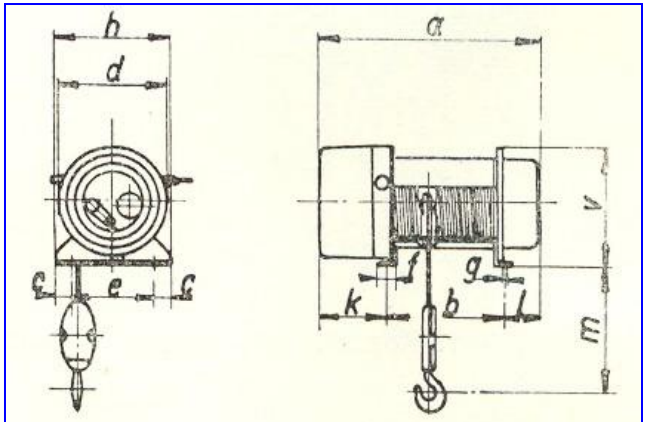
Kladkostroje s elektrickým pohonem, s patkami

(podle obr. 7-38 a 7-39)

Typ	L Ip 4/2	L Ip 4	L Ip 8	L Ip 15/8	L Ip 15	L Ip 30/15	L Ip 30	L Ip 50/30	L Ip 50
Nosnost [kg]	100	200	400	400	770	770	1500	1500	2500
Zdvih [m]	28	20	20	26	20	24	16	28	22
Zdvihací rychlost [m/min]	40	20	20	35	16	22	11	18	11
Výkon motoru [kW]	1,1		1,8	3,1		4,2		6,5	
Váha [kg]	100		140	258		340		576	
Rozměry [mm]:									
a	655		700	810		920		1085	
b	360		385	450		475		635	
c	25		25	25		25		30	
d	300		325	385		450		540	
e	250		300	330		400		480	
f	25		25	25		25		30	
g	18		18	22		22		25	
h	300		350	380		450		540	
k	185		190	225		280		260	
l	110		125	135		165		190	
m	270		290	320		370		420	
n	580		660	730		845		990	
v	311		367	405		465		565	



Obr. 7-38. Rozměrové schema zavěšeného patkového kladkostroje s elektrickým pohonem (k tab. 7-13).



Obr. 7-39. Rozměrové schema uloženého patkového kladkostroje s elektrickým pohonem (k tab. 7-13).

Kladkostroje s elektrickým pohonem a s dvojí zdvíhací rychlostí

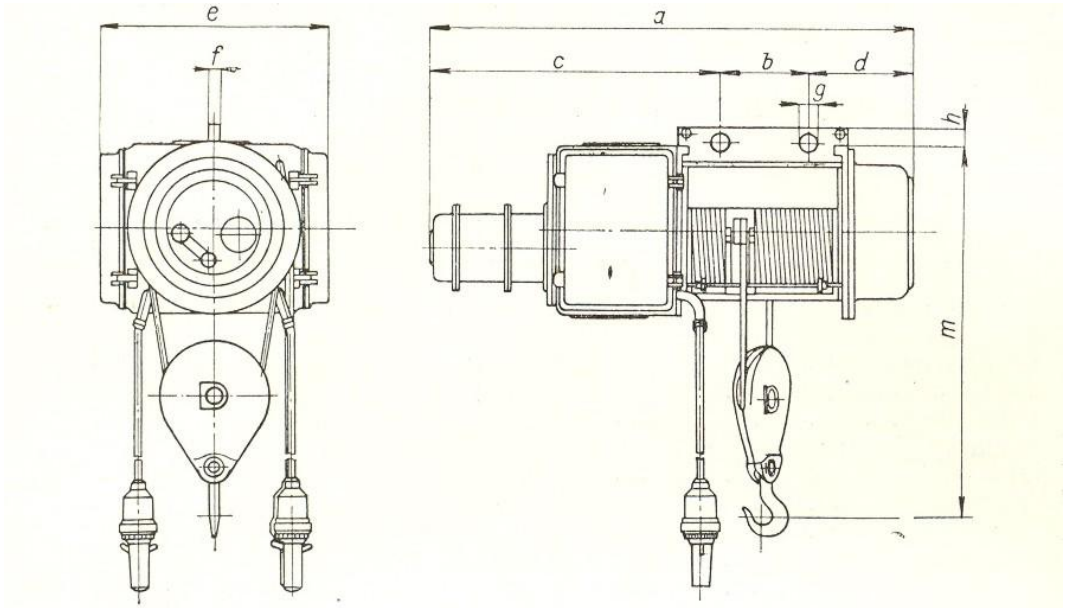
(tzv. elektrokladkostroje s mikrozdvihem)

Kromě normální zdvíhací rychlosti má kladkostroj ještě druhou zdvíhací rychlost (tato bývá asi 7,5% rychlosti normální); kladkostroj má pro tento zdvih (tzv. mikrozdvih) zvláštní elektromotor. Zdvíhací rychlost se volí nebo mění zapnutím jednoho z obou tlačítkových nebo válcových přepínačů.

Tyto kladkostroje jsou velmi vhodné tam, kde je zapotřebí na začátku nebo na konci zdvihu (konaného normální rychlostí) rychlost zmenšit, např. aby se usnadnilo dosedání při montážích, nebo ve slévárnách při vytahování modelů z forem atp.

Jsou typizovány v nosnostech 1,5 a 2,25 t a v katalozích uváděny pod označením LM I.

Schematický náčrt elektrokladkostroje s mikrozdvihem a příslušné údaje



Obr. 7-40. Rozměrové schema kladkostroje s elektrickým pohonem a s mikrozdvihem (k tab. 7-14).

Tabulka 7-14

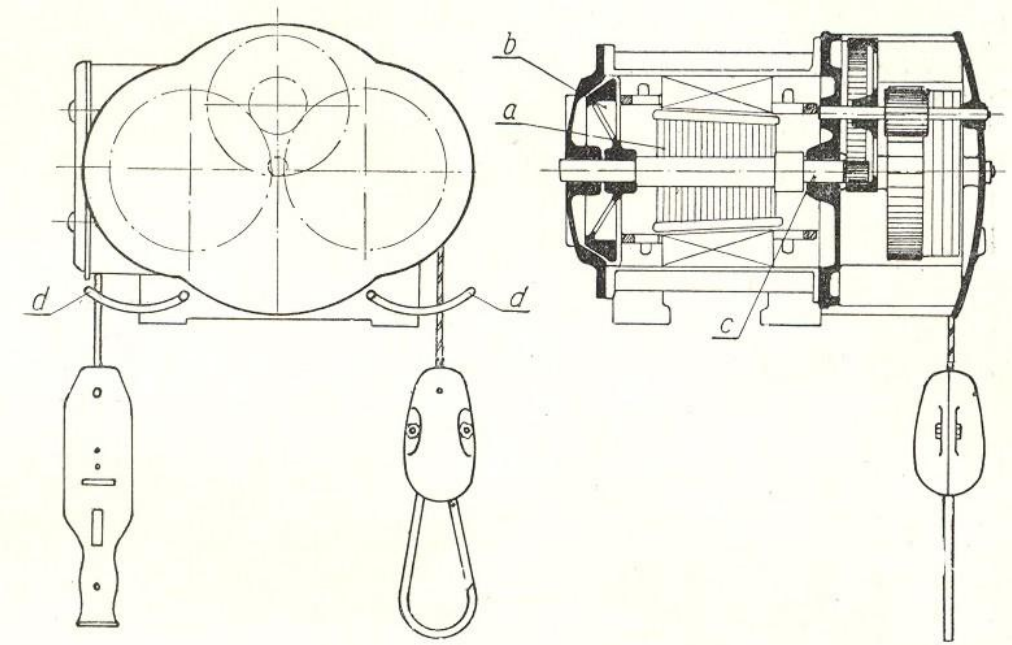
Elektrokladkostroje s mikrozdvihem

(podle obr. 7-40)

Typ	LM I 15	LM I 30
Nosnost [kg]	1500	2250
Zdvih [m]	10	8
Zdvihací rychlost [m/min]	8/0,6	5,5/0,4
Výkon motoru [kW]:		
pro normální zdvih	3,1	4,2
pro mikrozdvih	0,25	0,8
Váha [kg]	320	410
Rozměry [mm]:		
a	1250	1290
b	230	230
c	686	770
d	334	290
e	545	660
f	25	30
g	30	45
h	30	45
m	800	990

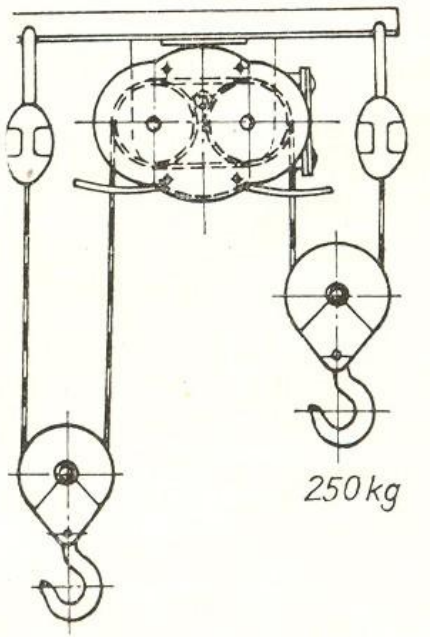
Kladkostroje s elektrickým pohonem dvojité

Mají dva bubny, otáčející se ve stejném smyslu a poháněné společným motorem; oba bubny opásává jediné lano tak, že vždy jeden jeho konec se při otáčení bubnů pohybuje vzhůru, druhý dolů. Motor, převody i bubny jsou ve společné skříni. Posuvná kotva *a* je spojena s kotoučem b brzdy, který je perem c držen v poloze „zabrzděno“, pokud je elektromotor bez proudu. Jakmile se zapne proud, brzda se axiálním pohybem kotvy uvolní a oba bubny, poháněné přes dva čelní ozubené převody, začnou se otáčet. Koncové vypínače *d* vypínají proud při překročení nejvyšší polohy. Řízení je zpravidla tlačítkové.



Obr. 7-41. Dvojitý kladkostroj s elektrickým pohonem.

Nosnost kladkostroje může být zvětšena na dvojnásobek použitím volné kladky (obr. 7-42) při současném snížení zdvíhací rychlosti na polovinu. Obvyklá zdvíhací rychlost je 22 m/min při nosnosti 125 kg.

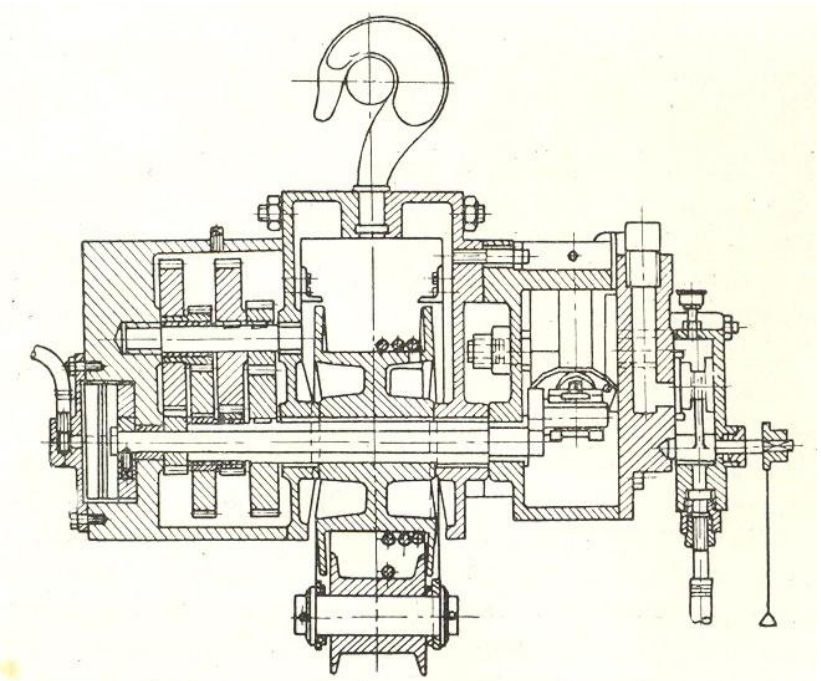


Obr. 7-42. Dvojitý kladkostroj s elektrickým pohonem, s volnou kladkou.

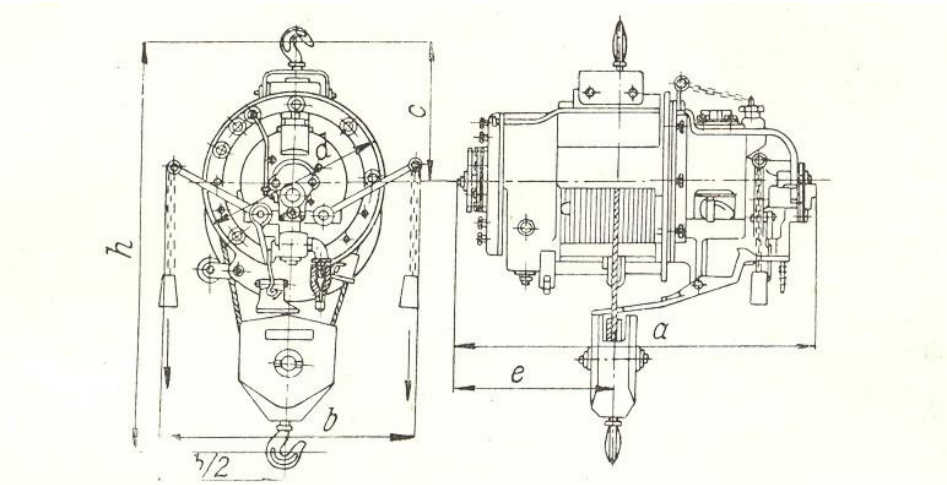
Hlavní výhodou dvojitého kladkostroje s elektrickým pohonem je jednak neomezený zdvih, protože se lano na bubnech nehromadí, jednak téměř dvojnásobný součinitel časového využití, protože lze konat práci při obou smyslech otáčení bubnů. (Lze ovšem pracovat i jen s jedním koncem lana, zatím co se druhý konec navíjí na zvláštní, dodatečně přimontovaný buben, poháněný spirálovou pružinou.)

Kladkostroje s pohonem pneumatickým

Buben může být poháněn místo elektromotorem též stlačeným vzduchem, přes klikový mechanismus a čelní ozubené převody, jak je patrno z obr.7-44. Hlavní technické údaje o tomto typu mechanicky poháněného bubnového kladkostroje podle schématu na obr.7-45 obsahuje tab.7-15.



Obr. 7-44. Pneumatický kladkostroj.



Obr. 7-45. Rozměrové schema pneumatického kladkostroje (k tab. 7-15).

Tabulka 7-15

Kladkostroje pneumatické

(podle obr. 7-45)

Nosnost (při tlaku vzduchu 6 atp) [kg]	Maximální zdvih [m]	Zdvíhací rychlost [m/min]	Vlastní váha [kg]	Rozměry [mm]				
				h	*a*	*b*	*c*	*e*
250	4	24	80	850	650	475	290	284
250*)	4,5	24	66	680	570	430	—	250
500	4	12	80	850	650	475	290	284
500*)	4,5	12	66	680	570	430	—	250
1000	4	11	120	1000	725	490	320	349
1000*)	4,5	11	148	840	705	450	—	310
1500	4	7	130	1100	725	490	320	374

*) typ Ingersoll