

Primjer 2. Ispitivanje stabilnosti metodom Ljapunova. Idući primjer ilustrira osnovnu karakteristiku metode Ljapunova, prema kojoj se zaključak o stabilnosti naboja, struja i naponā nelinearne sklop može donijeti direktno iz razmatranja odnosa veličine članova u diferencijalnoj jednadžbi, a da nisu poznata njezina tačna rješenja. Određeno je u kojim se granicama kreću naboja, struja i napon čija se stabilnost ispituje, i da su te granice konačne. Pretpostavimo da nabojski sklop zadovoljava diferencijalnu jednadžbu

$$\dot{q} + g(q) = 0, \quad (112)$$

gdje $g(q)$ ima prvu derivaciju različitu od nule. Ovo je općenitiji slučaj jednadžbe (71), koja je opisivala dinamičku ravnotežu naboja u nelinearnom titrajućem krugu, sastavljenom od linearne inuktivitete i nelinearne kapacitete.

Uvođenjem zamjene $r = \dot{q}$ gornja se jednadžba može svesti na sistem

$$\dot{q} = r, \quad \dot{r} = -g(q). \quad (113)$$

Neka $g(q)$ prolazi kroz ishodište tako da je $q \cdot g(q) > 0$ za $q \neq 0$, a $g(0) = 0$. Označimo sa $G(q)$ integral od $g(q)$:

$$G(q) = \int_0^q g(q) dq.$$

Energija u magnetskom polju proporcionalna je kvadratu struje $r^2/2$, a energija električnog polja funkciji naboja $G(q)$. Kao funkciju Ljapunova možemo uvesti

$$V(q, r) = \frac{r^2}{2} + G(q) = k^2, \quad k = \text{konst.}, \quad (114)$$

budući da zadovoljava sve uvjete navedene na str. 84. Posebno za nelinearne sklope koji se svodi na jednadžbe (112) ili (113) vrijedi

$\dot{V}(q, r) = 0$ svagdje unutar područja definicije funkcije $g(q)$. Dakle je prema prvom teoremu Ljapunova ishodište O stabilno.

Razmatrana funkcija Ljapunova istovetna je s ukupnom energijom sklopova, što ne vrijedi općenito. U ravni qOr na slici 78 prikazan je tok rješenja sistema jednadžbi (113) za poznati $g(q)$. Iz jedn. (114) izlazi da je putanja reprezentativne tačke u ravni qOr određena jednadžbom

$$r = \pm [2[k^2 - G(q)]]^{1/2},$$

što znači da se radi o ovalnim krivuljama koje okružuju ishodište. Ishodište je singularna tačka koja ima svojstvo centra reprezentativnih krivulja u ravni qOr .

Izložen je jednostavni primjer primjene metode Ljapunova za određivanje stabilnosti naboja nelinearne sklopove. Ista metoda može se upotrijebiti pri određivanju stabilnosti naboja, struja i naponā složenih nelinearnih i perturbiranih sklopova.

R. Mutabžija

LIT.: K. Küpfmüller, Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung, Stuttgart 1949. — E. A. Guillemin, The mathematics of circuit analysis, New York 1951. — W. R. Le Page, S. Seely, General network analysis, New York 1952. — E. A. Guillemin, Introductory circuit theory, New York 1953. — W. Cauer, Theorie der linearen Wechselstromschaltungen, Berlin 1954. — M. E. Van Valkenburg, Network analysis, Englewood Cliffs 1955. — J. L. Stewart, Circuit theory and design, New York 1956. (Njemački prijevod: Theorie und Entwurf elektrischer Netzwerke, Stuttgart 1958). — A. Guillemin, Synthesis of passive networks, New York 1957. — D. F. Tuittle, Network synthesis, New York 1958. — N. Balabanian, Network synthesis, Englewood Cliffs, N. Y. 1958. — W. J. Cunningham, Introduction to nonlinear analysis, New York 1958. — R. L. Cosgriff, Nonlinear control systems, New York 1958. — S. Seshu, N. Balabanian, Linear network analysis, New York 1959. — D. Švarc, Električni titrajući krugovi, Zagreb 1959. — R. Horvat, Teorija električnih kola, Beograd 1959. — A. A. Andronov, A. A. Buni, II. E. Šarkin, Teorija kolobanja, Moskva 1959. — W. H. Louisell, Coupled mode and parametric electronics, New York 1960. — M. E. Van Valkenburg, Introduction to modern network syntheses, New York 1960. — R. M. Kerchner, G. F. Corcoran, Alternating current circuits, New York 1960. — J. La Salle, F. Lefschetz, Stability by Liapunov's direct method, London 1961. — G. Wunsch, Theorie und Anwendung linearer Netzwerke, 2 Teile, Leipzig 1961/64. — W. Klein, Grundlagen der Theorie električnih Schaltungen, Berlin 1961. — S. Seshu, M. Reed, Linear graphs and electrical networks, New York 1961. — H. J. Reich, Functional circuits and oscillators, Princeton 1961. — L. Weinberg, Network analysis and synthesis, New York 1962. — G. Wunsch, Moderne Systemtheorie, Leipzig

1962. — R. Feldkeller, Vierpoltheorie, Stuttgart 1962. — J. Lagasse, Étude des circuits électriques, Paris 1962. — W. A. Taft, Fragen der Theorie der Netzwerke mit veränderlichen Parametern (prijevod s ruskog), Leipzig 1962. — G. Bosse, Synthese elektrischer Schaltungen, Stuttgart 1963. — W. H. Chen, The analysis of linear systems, New York 1963. — E. Philippow, Nichtlineare Elektrotechnik, Leipzig 1963. — E. A. Guillemin, Theory of linear physical systems, New York 1963. — W. H. Chen, Linear network design and synthesis, New York 1964. — C. Hayashi, Nonlinear oscillations in physical systems, New York 1964. — R. Horvat, Specijalna električna kola, Beograd 1964. — R. Feldkeller, Schaltungstheorie, Stuttgart 1965. — S. I. Pearson, G. J. Maher, Introductory circuit analysis, New York 1965. — H. H. Skilling, Electrical engineering circuits, New York 1965. — M. Sh. Ghausi, Principles and design of linear active circuits, New York 1965. — R. J. Smith, Circuits, devices, and systems, New York 1966. — F. F. Kuo, Network analysis and synthesis, New York 1966. — R. E. Scott, Elements of linear circuits, Reading, Mass. 1966. — E. A. Faulkner, Principles of linear circuits, London 1966. — R. Lowe, J. W. Mansell, Basic electric circuit theory, London 1967. — F. A. Benson, Electric circuit problems and solutions, London 1967. — B. A. Borovikov, B. K. Kocapsev, II. A. Hodom, Električne mreže i sistemi, Leningrad 1968. — S. K. Mitra, Analysis and synthesis of linear active networks, New York 1969. — D. Siljak, Nonlinear systems: the parameter analysis and design, New York 1969. — P. M. Chirlian, Basic network theory, New York 1969. — D. P. Leah, Basic electric circuits, N. Y. 1969. — Ch. A. Desoer, E. S. Kuh, Basic circuit theory, New York 1969. — C. W. Fox, W. L. Reuter, Circuits, signals and networks, New York 1969. — H. A. Mel'nikov, Električne mreže i sistemi, Moskva 1969. — Kalman, De Claris, Aspects of network and system theory, New York-London 1970. — M. Plohl, R. Mutabžija

ELEKTRIČNI KUĆANSKI STROJEVI, APARATI I NAPRAVE služe za obavljanje kućanskih poslova u stanovima i drugdje. Danas se takvi aparati upotrebljavaju za hlađenje, konzerviranje i spremanje hrane i pića; za pripremanje i kuhanje jela; za zagrijavanje vode za razne namjene; za pranje rublja i suda; za grijanje, ventilaciju i hlađenje prostorija; za čišćenje prostorija; za održavanje lične higijene; za uređivanje vrta i za vršenje različnih popravaka i obrtničkih radova u kući.

Za pogon nekih kućanskih aparata mogu se upotrijebiti također čvrsta, tekuća i plinovita goriva kao pogonska sredstva, ali je u mnogim slučajevima pogon električnom energijom prikladniji i udobniji, mada nije uvijek i najekonomičniji. S obzirom na to da ekonomičnost kod kućanskih strojeva i naprave ima često tek sekundarnu ulogu, električni kućanski strojevi i naprave brzo osvajaju tržište i nalaze sve masovniju primjenu u svijetu.

Električna se energija počela primjenjivati za osvjetljenje već 1880., a prvi su te kućanski aparati (kuhala i glaćala) počeli upotrebljavati krajem prošlog stoljeća. Znatno kasnije pojavili su se štednjaci, usisatiči prašine, hlađnjaci, grijalice vode i male sobne grijalice. Tek u najnovije vrijeme došlo je do šire primjene strojeva za pranje rublja i posuda, manjih naprava kao što su električni brijaci aparati i miješalice, i električnog grijanja stanova kao osnovnog grijanja prostorija.

Ukoliko posjeduje sve uobičajene kućanske strojeve, aparate i naprave, prosječno kućanstvo troši danas priličnu količinu električne energije (tabl. 1). Prednosti primjene električne energije u usporedbi s drugim izvorima energije u kućanstvu dovele su do odnosā njihovog učešća u ukupnoj potrošnji za ove svrhe prikazanih u tabl. 2.

Tablica 1
POTROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE U PROSJEĆNOM KUĆANSTVU

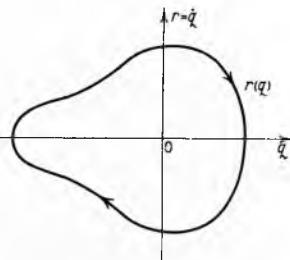
Trošilo	Mjesečni potrošak kWh	Trošilo	Mjesečni potrošak kWh
Osvjetljenje, radio, televizor i različni sitni aparati	75	Grijalo vode u kupaonici (za tuš)	120
Kuhanje	76	Stroj za pranje rublja	48
Hlađenje	28		
Grijalo vode u kuhinji	90	Ukupno	437

Tablica 2
UDIO VRSTA ENERGIJE U UKUPNOJ POTROŠNJI KUĆANSTVA

Izvor energije	Svjetlo	Kuhanje	Topla voda	Grijanje	Ukupno učešće
Čvrsta goriva			10%	10%	25%
Tekuća goriva			20%	50%	17,5%
Plinovita goriva		40%	30%	15%	21%
Električna energija	100%	50%	40%	10%	50%

Kućanstva u Jugoslaviji troše gotovo 1/4 električne energije koja se proizvodi. To je svojevrstan evropski rekord, jer se u istočnim zemljama ta potrošnja kreće oko 8%, a na zapadu oko 20%; jedini iznimku čini Velika Britanija sa 34%.

Veći kućanski strojevi danas se obično izrađuju s okućjima standardiziranih dimenzija (visina 85 cm, dubina 55 i 60 cm), kako bi se mogli uklopiti u standardizirani kuhinjski namještaj.



Sl. 78. Stabilna oscilacija nelinearne sklopove

ELEKTRIČNI STROJEVI ZA HLAĐENJE, KONZERVIRANJE I ČUVANJE HRANE I PIĆA

Da bi hrana zadržala svježinu, da ne bi gubila svoje hranljive sastojke i vitamine i ostala sveže dulje ili kraće vrijeme, danas se ona u kućanstvu, ugostiteljstvu i drugdje čuva uglavnom u električnim hladnjacima (koji se nazivaju još i »hladionici« ili »frižideri«). Kako dugo se hrana može čuvati u spremniku hladnjaka zavisi od temperature u hladnjacima (ova se kreće između +10 °C i -18 °C).

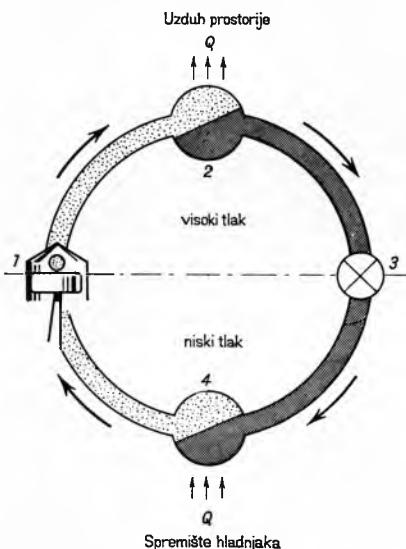
Hladnjaci (frižideri) toplinski su dobro izolirani ormari ili sanduci u kojima se s pomoću rashladnog uređaja postiže i održava temperatura niža nego što je imao okolni uzduh. Opis u nastavku izvršen je ne upuštajući se u teoriju hlađenja, koja je obradena na drugom mjestu (v. *Hlađenje i Termodinamika*).

Rad hladnjaka zasniva se na činjenici da svaka tekućina prilikom isparavanja troši tzv. latentnu toplinu. Ako ona tu toplinu oduzima od svoje okoline, ova se time hlađi. Na taj način tekućina koja se isparava služi kao *rashladno sredstvo*. Kao rashladna sredstva upotrebljavaju se u hladnjaku tekućine koje imaju što nižu temperaturu klučanja (vreliste). Općenito se osim toga od rashladnih sredstava za kućne aparatе traži da ne gore, da nisu eksplozivna ni otrovna i da imaju po mogućnosti neki specifični miris koji odmah, ako ih rashladni sistem negdje propušta, ukazuje na nastali kvar.

Proces hlađenja rashladnim sredstvima u hladnjacima provodi se s pomoću ugradenih uređaja za hlađenje. Kapacitet tih uređaja izražava se količinom topline koju oni na sat moraju oduzeti spremištu hladnjaka. Kapacitet manjih hladnjaka kreće se od 0,8 do 2,0 GJ/h ($\sim 20\cdots500$ kcal/h).

Prema načinu kako se u njima izaziva i posjepuje isparavanje rashladnih sredstava, hladnjaci se dijele na kompresijske i absorpcijske.

Kompresijski hladnjaci. Termokompresijski kružni proces kompresijskih hladnjaka prikazan je shematski na sl. 1.



Sl. 1. Shematski prikaz termo-kompresijskog kružnog procesa. 1 Kompressor, 2 kondenzator, 3 regulacijski sistem, 4 isparivač; řafrirano: rashladno sredstvo u tekućem stanju, tačkan: pare rashladnog sredstva

U isparivaču 4 sredstvo za hlađenje isparuje se (prelazi iz tekućeg u plinovito stanje) i ekspandira. U toj fazi procesa rashladno sredstvo apsorbira toplinu Q iz okoline i time hlađi spremište hladnjaka. Elektromotorom zagonjeni kompresor 1 usisava nastale pare, sniže pritisak u isparivaču 4 i time znatno ubrzava isparavanje. U kompresoru para se komprimira i time jako zagnije. Prolazeći kroz kondenzator 2 koji se nalazi izvan hladnjaka, plin predaje toplinu Q okolnom uzduhu ili rashladnoj vodi i time se kondenzira u tekućinu. Nakon toga nastaloj tekućini sniže se tlak prigušivanjem u regulacijskom ventilu ili u kapilarnim cijevima 3, te se ona pod sniženim tlakom vraća u isparivač.

Kao rashladno sredstvo u kompresijskim se hladnjacima danas u prvom redu upotrebljavaju freoni (halogenski derivati metana i etana, v. *Fluor*).

Kompresijski rashladni stroj prenosi, dakle, toplinu sa mesta niže temperature na mjesto više temperature, uz utrošak mehaničke energije. (Takav smjer kretanja topline suprotan je prirodnom, pa se katkada govori o »rashladnim uređajima kao o »dizalicama topline« ili »toplinskim pumpama«.)

Kompresijski hladnjaci sastoje se od kompresora sa motorom, kondenzatora, uređaja za ekspanziju (prigušivanje), isparivača, regulacijskog uređaja za održavanje određene temperature i ormara hladionika s topinski izoliranim spremištem (sl. 2).

U suvremenim rashladnim uređajima upotrebljavaju se različiti tipovi kompresora; za visoki stupanj kompresije služe brzohodni stupni višecilindarski kompresori, za srednje i niske stupnjeve kompresije upotrebljavaju se uglavnom samo rotacijski (centrifugalni) kompresori. Kompresori kućnih hladnjaka ugrađuju se u zajedničku hermetički zatvorenu okuću sa elektromotrom snage 70···200 W i mjesечnim potroškom energije od 18···50 kWh. Rad tih agregata gotovo je bešuman i ne prenosi skoro nikakve vibracije na svoje ležište. Suvremeni kompresori za freon hlađe se uzduhom; raniji amonijačni kompresori hladili su se vodom. Termodinamički procesi koji se odvijaju u kompresoru i njegova konstrukcija opisani su u članku *Kompresori*.

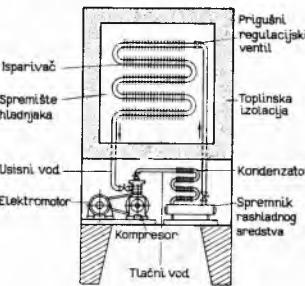
Kondenzatori manjih i srednjih hladnjaka hlađe se prirodnom cirkulacijom uzduha, a u većim rashladnim uređajima primjenjuje se rashladivanje vodom. Višestepeni uređaji mogu imati hlađenje i samim rashladnim sredstvom, pri čemu se kondenzacija vrši pri nepromijenjenom pritisku. Kondenzatori se sastoje od čeličnih, bakrenih ili aluminijskih cijevi na koje su, radi povećanja rashladne površine, navučena rashladna rebra. U kućnim hladnjacima kondenzator se zajedno s dodatnim rashladnim površinama obično nalazi na stražnjoj stijeni.

Uredaj za ekspanziju (prigušivanje) naprava je koja propušta tekuće rashladno sredstvo iz kondenzatora u isparivač pod niskim pritiskom, i to u tolikoj količini da se ne prekorači predviđena razina u isparivaču. U većim aparatima za tu svrhu najčešće služe ekspanzijski ventili čiji se rad regulira pomoću plovka ili drugim napravama, ali se sve više primjenjuju i termostatski uređaji. U kućanskim hladnjacima ovu funkciju preuzima tačno kalibrirana i dimenzionirana kapilarna cijev (promjera 0,6···1,5 mm).

Isparivač se obično sastoje od uvijenih cijevi, koje ponekad imaju i rebra, ili od sistema ploča s ugradenim kanalima. Od pločastog isparivača u kućanskim se ormarama formira prostor različitog oblika i zapremine, u kojem jedino vladaju temperature ispod 0 °C (većinom -6 do -12 °C, a ponekad i do -18 °C).

Budući da se isparivači stalno nalaze u vlažnoj atmosferi, oni se zaštićuju protiv korozije pocinčavanjem ili nekom drugom prikladnom površinskom prevlakom.

Uredaji za kontrolu i regulaciju imaju u rashladnim sistemima različite funkcije kao što su: signalizacija, kontrola, zaštita, upravljanje i reguliranje. Sve ove funkcije djelomično su ili potpuno automatizirane. Veći uređaji zahtijevaju stalnu kontrolu temperature i pritisaka u svim dijelovima postrojenja i signalizaciju svih promjena štetnih za rad svakog dijela uređaja. U kućanskom hladnjaku postoji samo zaštita elektromotora od preopterećenja i upravljanje rashladnog kruga uklapanjem i isklapanjem motora kompresora, kako bi se u ormaru održavala stalna temperatura s tolerancijom od $\pm 0,5\cdots1$ °C. Za tu svrhu služi termostat koji upravlja sklopkom motora kompresora. Termostat reagira bilo na promjenu volumena plina u kapilarnoj cijevi bilo na promjene temperature u rashladnom prostoru. Na automatskom regulatoru temperature (termostatu) ručno se postavi željeni stupanj rashladivanja. Jasno je da termostat može održavati određenu



temperaturu u hladnjaku samo unutar raspona svojih radnih temperatura. Kućanski hladnjaci, već prema tipu, obično mogu da sniže temperaturu u rashladnom prostoru za $25\text{--}45^{\circ}\text{C}$ ispod temperature okoline.

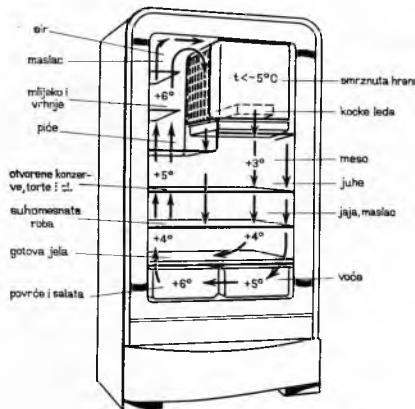
Ormari hladnjaka sastoje se od toplinski izoliranog rashladnog prostora, u kome vlada snižena temperatura, i prostora u kome su smješteni rashladni uređaji. Oblici i veličine hladnjaka prilagodene su njihovoj namjeni. Tako postoje veći i manji hladnjaci za potrebe industrije, obrta i trgovine, rashladne vitrine za trgovinu, kućanski hladnjaci različitih veličina i tipova i kućni hladnjaci za duboko smrznutu hrani. Veličina rashladnog prostora kućanskih hladnjaka za spremanje hrane izražava se u litrama i kreće se između 80 i 400 l.

Za toplinsku izolaciju stijena rashladnog prostora i vratâ hladnjaka upotrebljavalo se ranije pluto, ploče od umjetnih pjenastih masa i staklena vuna, a u najnovije vrijeme neke plastične mase kao polistiren (npr. Stiropor, trgovacki naziv za spužvastu izvedbu) i poliuretani. Ormari hladnjaka grade se danas ponajčešće izravno od poliuretana, jer taj materijal ima najmanju toplinsku vodljivost ($\lambda = 0,02 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$), te to omogućuje izvedbu tankostjenog ormara. U plastičnu masu ugraduju se izravno i pojedini metalni dijelovi konstrukcije. Za izolaciju većih modela još se upotrebljavaju ploče od staklene vune ($\lambda = 0,04 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$) ili polistirena ($\lambda = 0,03 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$). Vanjske i unutarnje površine ormara zapravo su samo oplate; unutarnja je od plastične mase (izraduje se toplinskim oblikovanjem folije ili postupkom štrcanja), vanjska, ukoliko se ne radi o modelu namijenjenom da bude ugrađen u pokućstvo, pokrivena je tankim čeličnim limom ili također pločama od neke plastične mase. Vrata se tjesno prislanjaju na okvir ormara gumenim profilima i u njih se sada umjesto brave obično ugradjuje magnetska traka koja drži vrata zatvorena bez ikakvog mehanizma. Unutrašnjost ormara pregrađena je pretinima od žičane mreže, da se prostor može što bolje iskoristiti.

Apsorpcijski hladnjaci rade na principu apsorpcijskog kružnog procesa. U tim se hladnjacima pare rashladnog sredstva ne pretvaraju ponovo u tekućinu komprimiranjem i hlađenjem, kao u kompresijskim hladnjacima, nego apsorpcijom u pogodnoj tekućini. Imaju više mogućih kombinacija rashladnih i apsorpcijskih sredstava, ali se najčešće upotrebljavaju amonijak i voda.

Procesi hlađenja na principu apsorpcije podrobije su obrađeni u članku *Hlađenje*. Apsorpcijski hladnjaci, u stvari, ne moraju biti električni uređaji, jer grijalo, jedina električna naprava u električnom apsorpcijskom hladnjaku, može biti i plinsko, petrolejsko, itd.

Električni kućanski hladnjaci danas se konstruiraju tako da im je ukupni rashladni prostor podijeljen u nekoliko odjeljaka u kojima zbog cirkulacije zraka vladaju različite temperature između $+10$ i -12 (ili -18) $^{\circ}\text{C}$. Smještaj hrane prilagođuje se temperaturi u pojedinim dijelovima spremišta hladnjaka (sl. 3). U prostoru unutar ili iznad isparivača vlada temperatura niža od -5°C ,

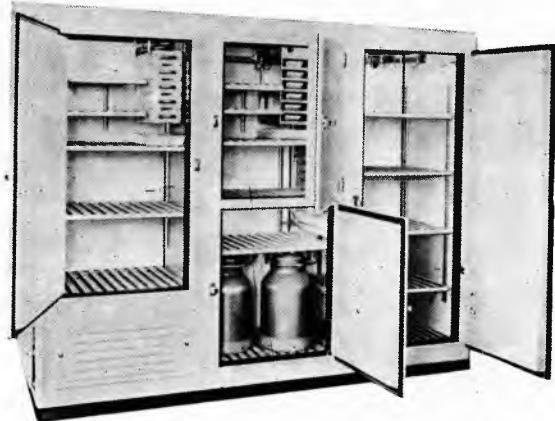


Sl. 3. Cirkulacija zraka u hladnjaku i (u vezi s time) raspored pojedinih vrsta jela u njemu

on služi za pravljenje leda i sladoleda i za kratkotrajno čuvanje dubokosmrznute hrane, ali nije pogodan za spremanje svježe hrane jer joj kakvoća pri tome opada zbog presporog smrzavanja (v. dalje). Otvoreni prostor ormara i vrata predviđen je za hlađenje i čuvanje hrane iz koje se ne isparavaju veće količine vode, također pića u boca. Zatvoreni prostor u ormaru služi za hlađenje i održavanje voća i povrća u svježem stanju; zatvoreni prostor u vratima služi za maslac i sl.

S obzirom na rashladne karakteristike, proizvođači su tipizirali tri kvaliteta koja se označuju zvjezdicama. Jedna zvjezdica znači da u isparivaču temperatura nije iznad -6°C ; dvije iznad -12°C ; tri zvjezdice trebalo bi da jamče stalnu temperaturu isparivača nižu od -18°C .

Uobičajene su tri osnovne izvedbe kućanskih hladnjaka: stolni, stoeći i ugradbeni modeli. U najnovije vrijeme postaju sve značajniji posebni hladnjaci za čuvanje dubokosmrznute hrane. *Stolni modeli* izrađuju se do zapremine od 175 litara i standardiziranih su dimenzija (vidi naprijed). *Stoeći modeli* proizvode se sa sadržajem od 175 do 400 litara i znatno su viši od stolnih. Ponekad imaju i zaseban prostor za čuvanje dubokosmrzute hrane na niskoj temperaturi. Taj prostor zauzima ponekad i do polovine zapremine spremnika. Prostor za dubokosmrzunu hrani može biti izveden ili samo za temperaturu od -18°C ili s mogućnošću da se ona povremeno snizi i do -35°C , što omogućuje vlastito konzerviranje hrane dubokim smrzavanjem. *Stoeći modeli hladnjaka* koji se upotrebljavaju u ugostiteljstvu i za druge slične namjene mogu imati sadržaj od 200 do 2000 l (sl. 4). *Ugradbeni modeli* izrađuju se u različitim veličinama i ugrađuju se u sobno ili kuhinjsko pokućstvo ili u pojedine gradevinske elemente stana ili poslovnih prostorija.

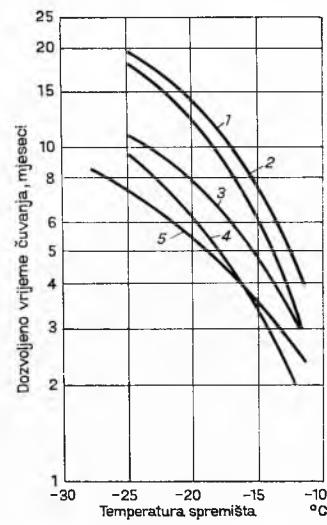


Sl. 4. Veliki hladnjak za ugostiteljstvo, sadržaja 1750 l

Hladnjaci za čuvanje dubokosmrznute hrane. Obični kućni hladnjaci predviđeni su za hlađenje i održavanje svježe hrane samo kroz kraće vrijeme (ribe 12 h, mesa 1…3 dana itd.) jer njihove najniže temperature, koje se kreću na isparivaču između -6°C i -12°C , nisu dovoljne za dugotrajno spremanje dubokosmrznute hrane; svježa hrana, pak, na tim temperaturama gubi kvalitet, a na višim temperaturama se s vremenom kvari.

Duboko smrzavanje hrane, koje je uveo Amerikanac Birdseye 1924 i koje se primjenjuje u praksi od 1929, danas postaje sve značajnije i sve se više primjenjuje za konzerviranje. Bit mu je u tome da se svježa hrana ili već pripremljeno jelo odmah nakon berbe, klanja, ulova ili pripreme stavi u hladnjak, gdje se, već prema vrsti prehrambenog artikla, smrzava na temperaturi između -25°C i -35°C . Pri tome smrzavanje mora napredovati u dubini hrane brzinom od $\sim 10 \text{ mm/h}$. Time se postiže da od vode sadržane u hrani nastaju sitni kristali koji ne oštećuju stanice, što bi imalo za posljedicu gubitak hraničnih sokova, vitamina i okusa. Bakterije i glijevice, koje su glavni uzročnici kvarjenja hrane, dubokim se smrzavanjem doduše ne uništavaju, ali se obustavlja njihovo razmnožavanje. Prednost je duboko smrznute hrane što ona zadržava sva svojstva svježe i što je treba kuhati samo $1/3$ od uobičajenog vremena.

Da ne bi došlo do rekristalizacije vode i stvaranja velikih kristala koji, kako se to dešava kod običnog smrzavanja, oštećuju stanice, duboko-



Sl. 5. Dozvoljeno vrijeme čuvanja smrznute hrane u zavisnosti od temperature spremišta. 1. Grasak, 2. mladi grah, 3. perad, 4. svinjetina, 5. mršavo meso

ELEKTRIČNI KUĆANSKI STROJEVI

smrznuta hrana mora se čuvati stalno na dovoljno niskoj temperaturi, tj. u specijalnim hladnjacima i hladnjacima u kojima vlada temperatura najviše -12°C , a po mogućnosti i -18°C , sve od proizvodnje pa do potrošnje.

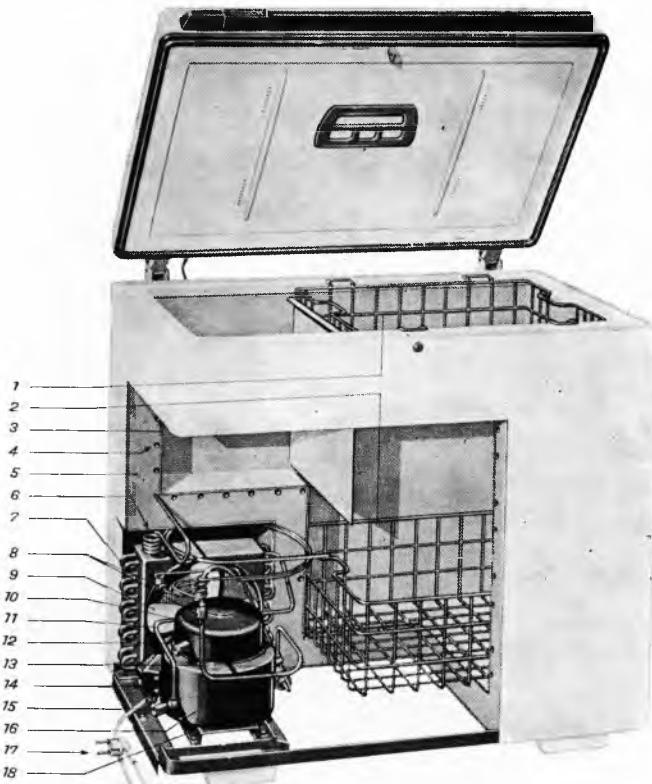
Da bi se dubokosmrznuta hrana zaštita od pristupa zraka, često se prije smrzavanja pakuje u ambalažu od plastike ili metalnih folija kaširanih papirom ili plastikom.

Dubokosmrznuta hrana može se čuvati i kroz dulje vrijeme, 2...19 mjeseci već prema vrsti hrane (sl. 5). Ona se mora odmrzavati istom brzinom kojom je smrznuta.

Aparati za spremanje i čuvanje dubokosmrznute hrane u kućanstvu, obrtu, ugostiteljstvu i poljoprivredi grade se ili kao škrinje ili kao ormari, sadržaja od 50 do 500 l. Kad se otvara škrinja, ne dolazi u dodir s vanjskim uzduhom cijeli njezin sadržaj ako se on vadi s vrha, ali je zato otežano vadenje robe sa dna. Da bi se to izbjeglo, škrinju treba puniti tačno prema planu vadenja. S ormarom je obrnuto: vadenje je jednostavno, ali je pri otvaranju vrata cijelokupna unutrašnjost u dodiru s vanjskim uzduhom.

Kad se u hladnjaku za čuvanje dubokosmrznute hrane provodi samo duboko smrzavanje, ne smije se odjednom ispuniti više od 10% prostora raspoređivog u hladnjaku za spremanje hrane, kako bi se i pri sniženju temperature na -35°C osigurala brzina smrzavanja od 10 mm/h.

Potrošak električne energije takvog aparata srednje veličine (sadržaja 250 l) iznosi mjesečno do 50 kWh.



Sl. 6. Škrinja za dubokosmrznutu hrani. 1 Košara za vješanje na gornji rub spremnika, 2 košara za ulaganje u spremnik, 3 spremnik za dubokosmrznutu hrani, 4 uljevi isparivač, 5 topilinska izolacija, 6 prigušna cijev, 7 kondenzator, 8 usisna i prigušna cijev, 9 ventilator, 10 usisna cijev, 11 tlačna cijev, 12 priključak za pražnjenje i punjenje rashladnog sredstva, 13 sušilo, 14 relej za pokretanje i zaštitni prekidač, 15 povratni tlačni ventil, 16 električni starni kompresor, 17 priključni gađtan, 18 osnova

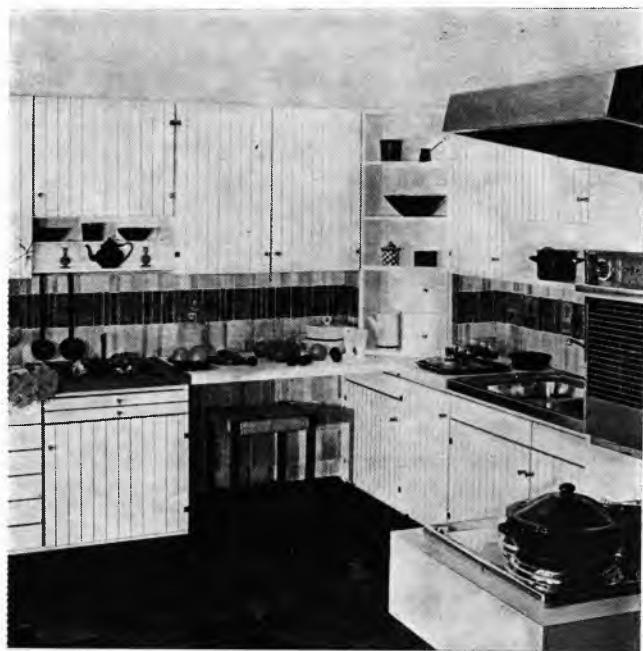
Ovi se aparati konstruiraju i izoliraju slično kao obični hladnjaci. Cijeli prostor za spremanje hrane izgrađen je kao isparivač, a cijevi isparivača ugrađene su u unutrašnji dio škrinje (sl. 6) ili ormara. Zbog lakšeg vadenja robe škrinje se opremanju i s po nekoliko košara od žice, a ormari se grade s višedijelnim vratima, kako se ne bi uvijek morao otvarati cijeli prostor.

Rukovanje hladnjacima. Na cijevima isparivača u hladnjaku nakuplja se led. Budući da led usporava prelaz topline sa zraka spremnika na isparivač, potrebno je od vremena na vrijeme (otprilike svakog mjeseca), ili kad njegova debljina prijeđe 5 mm, led odstraniti otapanjem. Led se može otopiti isklapanjem rashladnog uređaja, a na nekim hladnjacima i poluautomatski. U hladnjacima s poluautomatskim otapanjem termostat je hladnjaka opremljen dugmetom kojim se privremeno dezaktivira. Po završenom otapanju, kad temperatura u hladnjaku postigne određenu pozitivnu vrijednost, termostat automatski aktivira uređaj za hlađenje. Prije svakog otapanja treba isprazniti prostor isparivača, a poslijе otapanja isprazniti vodu koja se nakupila u za ovu svrhu predviđenom sabirniku. Veći se hladnjaci mogu odrediti i obrtanjem smjera rashladnog ciklusa, tako da kondenzator i isparivač izmijene uloge.

ELEKTRIČNI APARATI ZA PRIPREMANJE HRANE I SPREMANJE JELA

Pripremanje hrane (sjećanje, gulenje, miješanje, itd.) i spremanje jela (kuhanje, prženje, itd.) predstavlja za domaćicu prilično naporan rad i oduzima joj mnogo vremena. Primjenom električnih kućanskih pomagala i strojeva znatno se olakšava rad, a vrijeme potrebno za pripremanje obroka skraćuje za približno 25%.

Iako je prva elektrificirana kuhinja prikazana već na svjetskoj izložbi u Chicagu 1893., do potpune afirmacije električnih aparata i pomagala u kuhinji došlo je tek pola stoljeća kasnije. Tek u najnovije vrijeme pristupilo se i studijskoj analizi kućinskih poslova kako bi se olakšao posao domaćicama. Pravilnim



Sl. 7. Suvremena kuhinja opremljena električnim kućanskim aparatom

dimenzioniranjem i rasporedom kućinskog namještaja i svršishodnim razmjештаjem kućinskih strojeva i pomagala nastojaće se postići da domaćica na svom radnom mjestu obavi što više radnih operacija sa što manji tjelesnog naprezanja. Rezultat takvih nastojanja je tzv. moderna kuhinja (sl. 7) opremljena standardiziranim namještajem i kućanskim aparatima (vidi naprijed navedene dimenzije). U njoj višeći ormari, a također ugradeni hladionici i pećnice, moraju biti postavljeni u visini oko osobe koja stoji uspravno, a aparati koji služe jednom radnom procesu grupiraju se obično zajedno.

Ovakav razvoj uvjetovao je i porast potrošnje električne energije za kuhanje u domaćinstvu. Ona je u početku, krajem prošlog stoljeća, bila mala, jer se korištenje električnom energijom ograničavalo samo na pomoćne operacije. Danas je ona važan, a u nekim zemljama i isključivo izvor energije za kuhanje. Zato je u suvremenoj kuhinji potrebna i primjereno dimenzionirana električna mreža; s obzirom na to da se instalirana snaga u potpunu elektrificiranom kućanstvu kreće do $\sim 60\text{ kW}$ s faktorom istodobnosti od 0,8, najprikladniji je trofazni priključak; u kućama s 6 stanova faktor istodobnosti pada na 0,2. Radi udobnosti i preglednosti korisno je da svaki aparat ima svoj poseban priključak na električnu mrežu i također svoj dovod i odvod vode.

Priprema jela kuhanjem i pečenjem na otvorenoj vatri ili plamenu koji daje često i vrlo visoke temperature (povremeno do 2000°C) zahtijeva mnogo vode ili masti. Takav način spremanja hrane više ne odgovara suvremenim koncepcijama o ljudskoj ishrani. Posredstvom otporskih grijajućih električna energija kao izvor topline za kuhanje omogućava spremanje jela na nižim i stalnim temperaturama koje se mogu mijenjati i održavati po želji. Tako npr. na grijajućoj ploči električnog štednjaka vlada temperatura od $\sim 500^{\circ}\text{C}$, pa stoga za spremanje jela nije potrebno ni mnogo vode ni mnogo masti. Električni infra-grijajući daju još nižu temperaturu, pa omogućuju prženje uopće bez masti. Njihovi toplinski valovi ne prodiru u dubinu hrane već se apsorbiraju na samoj površini, a toplina se prenosi u dubinu kondukcijom. Kod »elektronskog« kuhanja u tzv. elektronskim pećnicama, koje su se odnedavno počele upotrebljavati u USA, Japanu, pa i u Evropi, elektromagnetski valovi prodiru dublje u hrani i tek se tamo pretvaraju u toplinu. Time se skraćuje vrijeme pripremanja, a da se površina hrane uopće ne zapriži kao što se to inače događa.

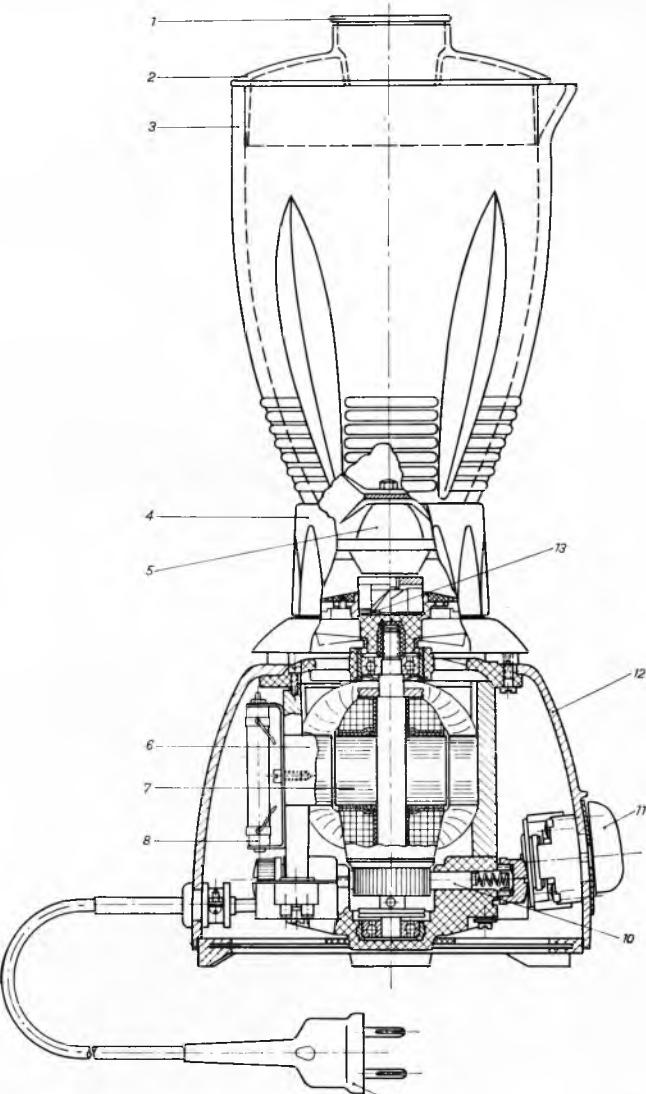
Univerzalni kućinski aparati služe za obavljanje većine kućinskih poslova: miješanja, usitnjavanja, mljevenja, sjekanja (faširanja) mesa i drugih radova u vezi s priređivanjem hrane.

Svaki univerzalni kuhinjski aparat sastoji se od elektromotora, zupčanog prijenosnog mehanizma za smanjenje broja okretaja i dodatnih alata za obavljanje pojedinih operacija. Ovi aparati izrađuju se u ručnoj i stolnoj izvedbi.



Sl. 8. Ručni univerzalni kuhinjski aparat

univerzalan ne samo s obzirom na vrste poslova koje može obavljati već i s obzirom na pokretljivost. Držeći ga u ruci domaćica

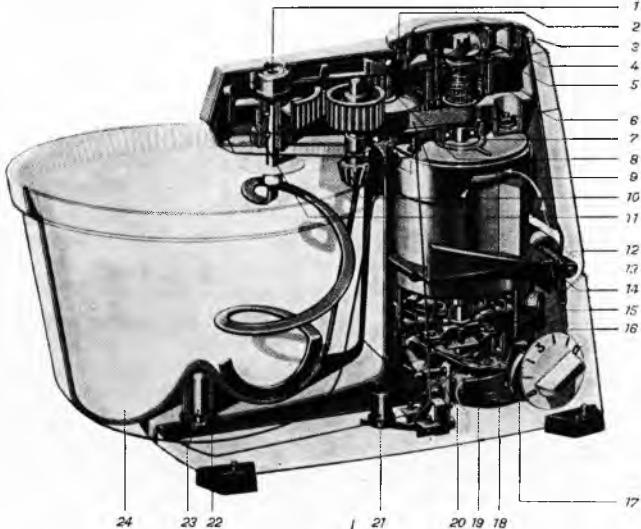


Sl. 9. Stolni aparat za usitnjavanje i miješanje (mikser) u presjeku. 1 Otvor za punjenje, 2 poklopac staklenic posude, 3 staklena posuda, 4 osnova staklene posude, 5 nož za usitnjavanje, 6 stator motora, 7 rotor motora, 8 otpornik, 9 priključni gajtan, 10 uglejena četkica elektromotora, 11 sklopka, 12 kućište, 13 pribušna opruga

ga može unositi izravno u posudu u kojoj želi nešto obaviti, pa i za vrijeme kuhanja na štednjaku. Elektromotor troši ~ 100 W. Masa aparata iznosi $\sim 1,5$ kg sa svim priborom zajedno.

Stolni mikseri (sl. 9) jesu aparati koji služe samo za usitnjavanje, siječeњe, raskašavanje i miješanje.

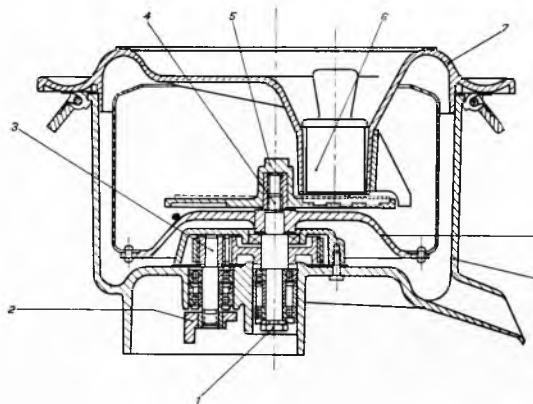
Stolni univerzalni aparati (sl. 10) rade na istom principu, samo su veći, imaju jači motor i više pojedinačnih alata: pored



Sl. 10. Univerzalni stolni kuhinjski aparat (priključen je rotirajući lonac s alatom za miješanje). 1 Šuplje vratilo za pogon dodatnih alata, 2 bajonetni spoj za usaviranje dodatnih naprava, 3 poklopac priključka za mikser, 4 cahura za isklapanje pogonskog mehanizma, 5 priključak za mikser i druge brzohodne naprave, 6 dijelovi spojke, 7 gornji ležaj motora, 8 dvostrano nazubljeni remen, 9 jednostrano nazubljeni remen, 10 konusni zupčanik za okretanje posude, 11 pogon alata za miješanje, 12 opruga motora, 13 ulaz uzdaha za hlađenje motora, 14 ploča za usmjerivanje rashladnog uzdaha, 15 ventilator, 16 donji ležaj motora, 17 uređaj za promjenu brzine vrtnje, 18 poluga regulatora brzine vrtnje, 19 centrifugalni regulator brzine vrtnje, 20 dugme za iskreštanje motora prema gore, 21 pero za učvršćenje, 22 osnovica aparata, 23 osnac posude za miješanje, 24 posuda za miješanje

navedenih, još alate za guljenje, rezanje i cijeđenje povrća i voća, za mljevenje mesa, povrća i voća, za miješanje tjestova. Priključna vrijednost tih aparata iznosi ~ 350 W.

Aparat za ocjedivanje povrća i voća reže i centrifugira i time bez trljanja i tiskanja izlučuje cjelokupnu tekućinu i odvaja ce-



Sl. 11. Aparat za cijeđenje voća (presjek izvedbe za priključak na univerzalni kućanski aparat). 1 Matica za držanje vratila bubenja za centrifugiranje i ploče za struganje, 2 spojka za priključak naprave na univerzalni kućanski aparat, 3 pogonsko vratilo sa prenosom s pomoću nazubljenih remena, 4 vratilo bubenja za centrifugiranje i ploče za struganje, 5 ploča za struganje, 6 čep za utiskivanje voća, 7 poklopac, 8 bubanj za centrifugiranje, 9 kućište

lulozne ostatke (sl. 11). Elektromotor ima brzinu 6000 min^{-1} i uzima ~ 250 W.

Električni nož za rezanje svih vrsta prehrabbenih artikala predstavlja noviju konstrukciju. U dršku noža nalazi se električni oscilator koji stalno pomiče sječivo noža i time olakšava rezanje. Po želji mogu se utaknuti različita sječiva. Taj nož u kućanstvu

ELEKTRIČNI KUĆANSKI STROJEVI

vrši funkciju većeg aparata za rezanje koji je u trgovini već dugi niz godina prijevo potrebno pomagalo.

Električni otvarač konzervi otvara kutije svih veličina i svih oblika. Njime se može rukovati držeći ga u ruci, položenim na stol ili obješenim o zid. Pritiskom na ručku uklopi se elektromotor koji okreće okrugli nož za rezanje poklopca. Masa aparata je 1,6 kg, a snaga elektromotora ~ 100 W.

Električno kuhalo za jaja radi automatski. Njime se jaja kuju u pari. Kad se sva voda iz donjeg spremnika ispari, grijajući se isklupi. Količinom vode određuje se do koje se tvrdoće skupa određeni broj jaja (1...4). Snaga grijajuća je ~ 300 W.

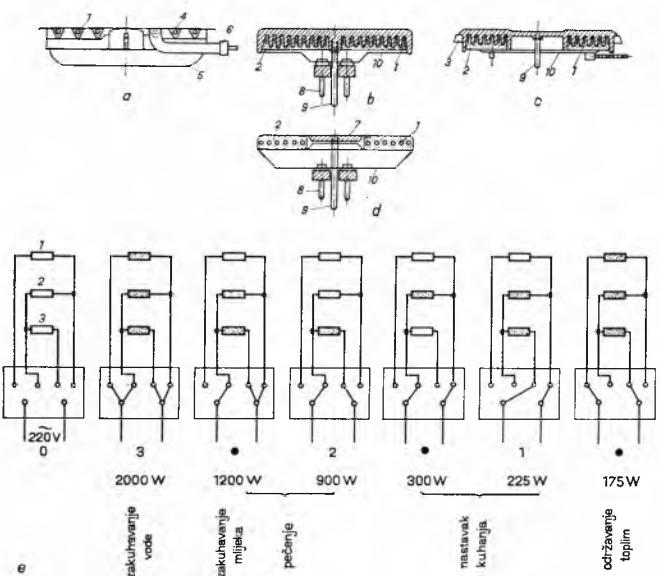
Električni mlinac za kavu ili drobi zrna kave kidanjem i dalje ih sitni između nepomičnog i pomičnog elementa za usitnjavanje (kao u ručnim mlincima) ili ih usitnjava udarcima noževa koji se vrlo brzo okreću. U mlincu koji radi po prvom principu kava se pri mljevenju manje zagrije i stoga manje gubi aromu. Električni mlinci za kavu grade se u velikom rasponu veličina.

Automatski aparati za kuhanje kave u kućanstvu grade se prema različitim principima. U jednima se ključala voda protiskupe pod tlakom svojih para kroz sloj samljevene kave (»espresso«), u drugima voda zagrijana u jednoj posudi polaganog kapa na samljevenu kavu koja leži na papirnatom filteru iznad perforiranog dna druge posude (»filter-kava«).

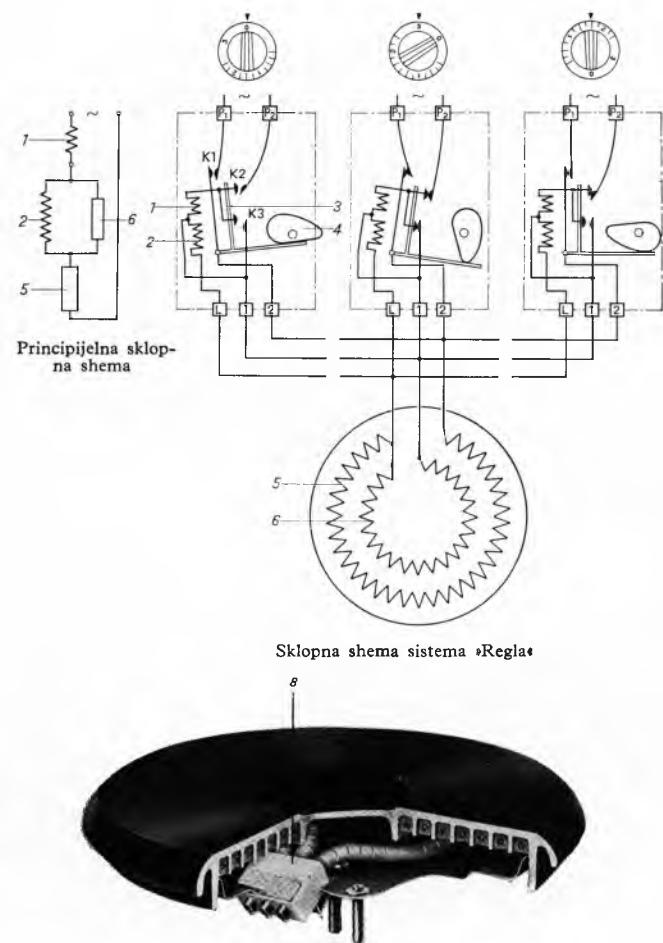
Električni aparati za priređivanje jela

Kuhalo (tzv. »rešo«) najstariji je električni kućanski aparat. Ono je dugi niz godina bilo i jedini električni aparat za priređivanje jela. Stara otvorena kuhalo imala su grijajući otpornik od žice uvijene u spiralu i umetnute u keramičnu ploču sa žlebovima. Užarena žica zagrijavala je dno posude bez dodira, samo isijavanjem. Takvi grijajući imali su snagu od 300 do 800 W, već prema veličini ploče. Danas su takva otvorena kuhalo zbog opasnosti od udara struje zabranjena, pa se za kuhanje upotrebljavaju samo zatvorena grijajuća tijela u obliku cijevnih grijajuća ili ploča.

Cijevni grijajući napravljen je od spiralno savijene grijajuće cijevi. Ova se sastoji od profilirane cijevi od krom-nikal-čelika i u nju ugradene spirale od žarne otporske žice izolirane s pomoću sitnozrnatog čistog magnezita (sl. 12 a). Ovakvo grijajuće tijelo samo dijelom dodiruje dno posude tako da se toplina prenosi većim dijelom isijavanjem a manje dodirom. Zbog male mase mala mu je i akumulacija topline. Toplinske promjene zbijavaju se u njemu brže nego u pločama; zato mu je manja i uklonja snaga. Regulacija se pri tome vrši kontinuirano preko sklopke koja u određenim intervalima uklapa i isklapa električni napon.



Sl. 12. Cijevno grijalo i grijajuće ploče. a) Cijevno grijalo, b) grijalo s ravnom ljevenom pločom, c) grijalo s ljevenom pločom koja ima okruglo udubljenje u sredini, d) grijalo s limenom prešanom kućištem, e) sklopna shema grijajuće ploče. Pri različnim položajima sklopke uključeni su paralelno ili u seriji različiti dijelovi grijajuće spirale — označeni tačkanom — pa se time mijenja snaga. 1) Grijajuća spirala ili traka, 2) zalijsiva masa, 3) preljevni prsten, 4) cijevasto grijalo, 5) reflektor, 6) priključak, 7) ploča od krom-čelika, 8) priključak, 9) držač, 10) zaštitni lim.



Sl. 13. Prikaz sistema »Regla« za automatsku regulaciju temperature grijajućih ploča

Ova grijajuća tijela upotrebljavaju se na sjeveru Evrope i u Americi.

Grijajuće ploče, koje prevladavaju u Evropi, izraduju se od tankostjenog željeznog liva (sl. 12 b, c). One su na gornjoj strani obradene tako da su potpuno ravne i glatke ili s okruglom udubinom u sredini, a na donjoj strani imaju spiralne utore u koje su s pomoću keramičke mase i magnezita ugradene u spiralu uvijene žice otpornika (v. i sl. 13). Postoje i grijajuće ploče u kojima su izolirane grijajuće spirale ugradene samo u limeni oklop (sl. 12 d).

Danas su standardizirane tri veličine ploče: $\varnothing 14,5$ cm, snage 1000 W; $\varnothing 18$ cm, snage 1500 W i $\varnothing 22$ cm, snage 2000 W. Da bi se mogla regulirati snaga, žica otpornika sastavljena je od tri dijela (1, 2 i 3) koji se sklopkom od 4 ili 7 položaja mogu prespajati u različne kombinacije (sl. 12 e). Na pločici sklopke nalaze se za pokazivanje njezina položaja uvijek brojke 0, 1, 2, 3, a na sklopkama od 7 položaja nalaze se između brojki još 4 tačke bez označke. Kuhalo s jednom pločom sve se rjeđe proizvode; danas prevladavaju kuhalo s dvije ploče. Grijajuća ploča ugradena je u okrugli otvor na ploči kuhalo ili štednjaka. Metalni, obično poniklovan prelivni obruc zapriva ivice ploče i sprečava ulazak tekućine ispod ploče kuhalo kad lonac prekipi.

Ploče s automatskom regulacijom temperature (tzv. brzogrijajuće ploče) upotrebljavaju se sada ponekad umjesto obične grijajuće ploče s ručnom regulacijom snage. U Evropi primjenjuju se uglavnom tri sistema za automatsku regulaciju grijajućih ploča: REGLA, SIEMENS i EGOMAT. Prva dva sistema mogu upotrebom varijabilnih otpora zavisnih od temperature ploče kontinuirano regulirati željenu snagu priključne vrijednosti od 2100 do 100 W, a EGOMAT prekida struju s pomoću hidrauličnog prijenosa zavisnog od promjena temperature na dnu lonca. Sl. 13 prikazuje gore shemu sistema REGLA, a dolje izgled brzogrijajuće ploče.

Sklopkom P_1P_2 namjesti se temperatura koja treba da se automatski održava na površini ploče. Postavljanjem te sklopke na određeni položaj zakrene se za određeni kut ekscentrična pločica 4; ona time više ili manje pomakne držać

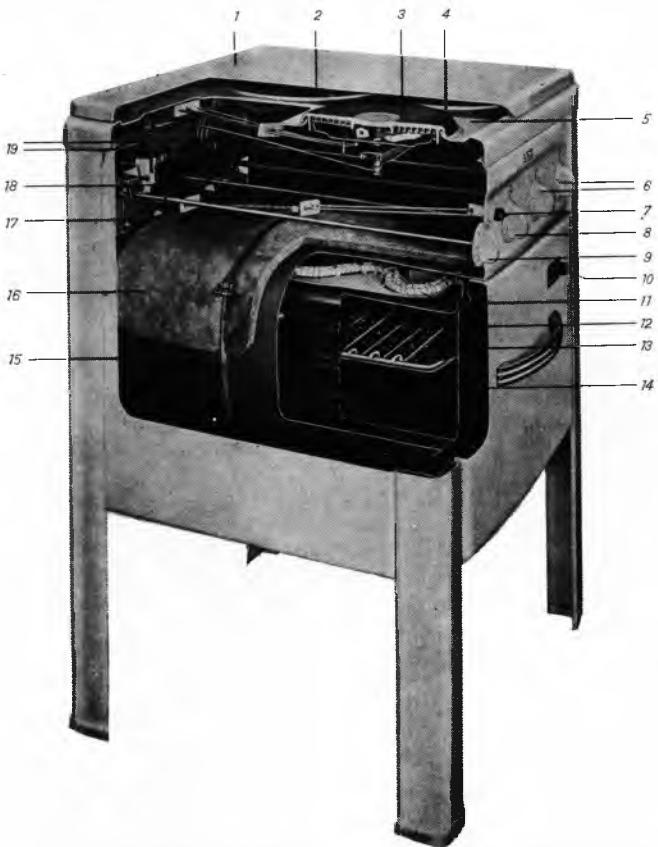
3 kontakata bimetalne sklopke tako da se zatvore kontakti K1 i K2, a za više temperature i K3. Nakon uklapanja struje ova teče kroz mali grijaci namot 1 bimetalne sklopke, zatim paralelno kroz veliki namot 2 te sklopke i pomoćnu spiralu 6 u grijajućoj ploči, pa konačno kroz grijajuću spiralu 5. Zbog zagrijavanja ploče zagrije se pomoćna spiralna 6, koja služi za utvrđivanje temperature ploče, pa kako njezin otpor raste, sve veća struja teče kroz veliki grijaci namot bimetalne sklopke i ona se time aktivira, te kad se postigne namještena temperatura, prekine strujni krug. Uklapanje i isklapanje struje se stalno ponavlja. Grijajuća spirala i pomoćna spirala spojene su s regulacionim sklopom s pomoću priključnica L1 2 (8).

Umjesto regulacijske automatičke može se kod grijajućih ploča primijeniti i jednostavni ograničavač unaprijed određene maksimalne temperature ploče (500°C) u obliku bimetalne sklopke koja prekida struju u jednoj ili svim grijajućim spiralama ploče.



Sl. 14. Lonac-kuhalo s ugradenim grijalom

Ako se pri kuhanju na grijajućim pločama želi postići najveći prelaz topline sa ploče na dno lonca, a time i najveća ušteda elek-



Sl. 15. Električni štednjak. 1 Poklopac, 2 obične grijajuće ploče, 3 brzogrijajuća ploča, 4 zaštitni obrub (protiv prelijevanja), 5 udubljenje za skupljanje preljevene tekućine, 6 ručice sklopki, 7 signalna žarulja, 8 ručica sklopke za ploču „Reglat“, 9 ručica sklopke za pećnicu s automatskom regulacijom temperature, 10 otvor za ventilaciju pećnice, 11 grijajuća spirala pećnice izolirana keramičkim perlama, 12 roštilj, 13 tava, 14 pećnica, 15 vanjsko okuće pećnice, 16 toplinska izolacija, 17 nosač sklopki, 18 sklopka za ploču „Reglat“, 19 sklopka za pećnicu

trične energije, treba cijelokupnu toplinu prenositi kondukcijom, tj. izravnim dodirom, a izbjegavati prenos isijavanjem. To se može postići samo kuhanjem u posebnim željeznim ili aluminijskim loncima s pojačanim i ravno obrađenim dnem.

Lonci-kuhalo s ugradenim grijajućem, regulacijskom sklopkom i bimetalnom zaštitom za ograničavanje temperature (sl. 14) upotrebljavaju se najviše za kuhanje čaja.

Električni štednjak služi za kuhanje i pečenje, a ima 3 ili 4 grijajuće ploče i pećnicu (sl. 15). Od četiri grijajuće ploče tri su standardne a četvrta je često brzogrijajuća s automatskom regulacijom temperature ($\varnothing 18\text{ cm}$, snage sve do 2100 W). Ako je na štednjaku predviđen sat za automatsko uklapanje i isklapanje, veći je i broj reguliranih ploča, jer se jedino one mogu priključiti na vremenski automat.

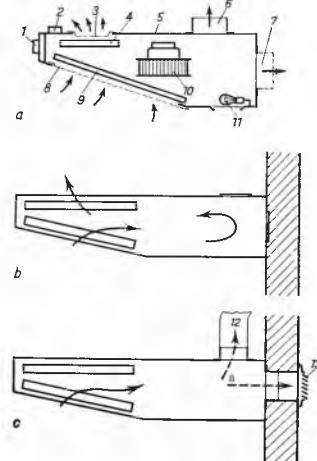
Dimenzije štednjaka također su standardizirane: uz navedenu dubinu i visinu standardnog namještaja (vidi naprijed) najveća im je širina 60 cm .

Najveće mjere njihove pećnice jesu: širina 40, visina 30, dubina 50 cm. Grijajući pećnice ugrađuju se iznad gornje i ispod donje stijene, a ukupna im priključna vrijednost iznosi do 2200 W . Ako pećnica ima još i infra-grijajući za prženje, on je ugrađen ispod gornje stijene. Infra-grijajući ima priključnu vrijednost do 2000 W . S pomoću odgovarajućih sklopaka može se prema želji prespajati grijajući pećnice tako da djeluju ili samo donja vatra (1250 W) ili i gornja i donja vatra (2200 W), ili samo gornja vatra (950 W) i infra-grijajući (2000 W) sa promjenljivom temperaturom od 150°C do 300°C . Željenu namještenu temperaturu u pećnici održava (isklapanjem i ponovnim uklapanjem grijajuća) termostat koji reagira na razlike od $\pm 5^{\circ}\text{C}$ u prosjeku.

Veliki kompletne štednjaci imaju i mehanizam za okretanje ražnja koji se može postaviti u pećnicu. Oni imaju priključnu vrijednost do $\sim 10\,000\text{ W}$, što zahtijeva u svakom slučaju trofazni priključak.

Termostati se izrađuju ili kao bimetalna pločica koja se pod utjecajem topline progiba i time aktivira sklopku, ili kao kapilarna cijev u kojoj se određeni fluid (npr. živa) širi uslijed topline i tako djeluje na membranu koja pokreće pregibnu sklopku. *Uklopni sat* u namješteno vrijeme uklapa i isklapa grijajuće ploče, pećnicu ili ražanj. To je sinhroni sat koji sam aktivira sklopku u vremenskom razdoblju do 12 sati.

Ventilator s prečistačem uzduha (napa) (sl. 16 a). Za vrijeme kuhanja i pečenja stvaraju se pare i šire se često i vrlo neugodni mirisi, pa je donedavna kuhinja morala biti odvojena od ostalog stana. Danas se iznad štednjaka ugrađuju aparati (v. i sl. 7) koji omogućuju da se ove neprilike izbjegnu. Ventilator usisava iz okoline štednjaka sve pare i okolni uzduh i tjerih ili kroz veliki površinski filter pa opet natrag u prostoriju (sl. 16 b) ili u dimnjak (otvor za ventilaciju, sl. 16 c). Prije vraćanja u prostoriju mehanički očišćeni uzduh izlaze se u nekim aparatima



Sl. 16. Ventilator s prečistačem uzduha (napa). a Razmještaj pojedinih dijelova, b rad nape kao prečistač zagadenog uzduha u prostoriji, c sisanje uzduha s pomoću nape iz prostorije i njegovo izbacivanje u dimnjak ili ventilacioni otvor; 1 sklopka, 2 programsko dugme, 3 mreža na izlaznom otvoru, 4 filter za skupljanje čestica masnoće, 5 kućiste, 6 i 7 izlaz uzduha, 8 mreža na ulaznom otvoru, 9 filter za odstranjuvanje dima i mirisa, 10 ventilator, 11 žarulja za osvjetljenje štednjaka, 12 izlaz u dimnjak, 13 izlaz u ventilacioni kanal

ultravioletnom zračenju, uslijed čega nastaje ozon, mirisi se neutraliziraju, a klice unište. Ugradene filtre treba s vremenom na vrijeme isprati od nakupljene nečistoće.

Pržilo za kruh snage $\sim 500\text{ W}$ koje nakon određenog vremena automatski izbaci prženu krišku kruha i istovremeno isklapa grijajući (sl. 17) također se ubraja među kućanske aparate ove skupine. Željeno trajanje prženja može se kontinuirano regulirati.

ELEKTRIČNI KUĆANSKI STROJEVI



Sl. 17. Pržilo za kruh

Električni ražnjevi s infra-grijačem služe za najkvalitetnije pečenje mesa, jer pri tome svi sokovi ostaju u mesu i pečenje se može provesti bez dodavanja masti (sl. 18). Električni ražnji sastoje se od elektromotora s mehanizmom za okretanje ražnja koji je smješten u zatvorenoj kutiji s prozirnim vratačima, u kojoj se nalazi i infra-grijač. Da bi pečenje bez dodatnih masti zaista bilo moguće, hlađenje mesa za vrijeme prženja riješeno je specijalnom konstrukcijom.



Sl. 18. Električni ražanj

Tople ploče služe za to da se topo gotovo jelo održava na temperaturi od $\sim 37^{\circ}\text{C}$. One obično imaju korisnu površinu od $20 \times 40\text{ cm}$ s priključnom vrijednošću od $\sim 175\text{ W}$.

Električna oprema velikih kuhinja. Jednaki ili slični električni aparati za pripremanje jela, samo većih dimenzija, upotrebljavaju se u ugostiteljstvu. Velike kuhinje na električni pogon rentabilne su, jer se električnim kuhinjskim aparatima većih dimenzija mnogo racionalnije pritežuju obroci hrane i jer omogućavaju povoljniji raspored opreme nego ako se upotrebljava bilo koja druga vrsta energije. Dimnjaci i spremišta za gorivo nisu potrebni, a zračenje kuhinje je jednostavnije.

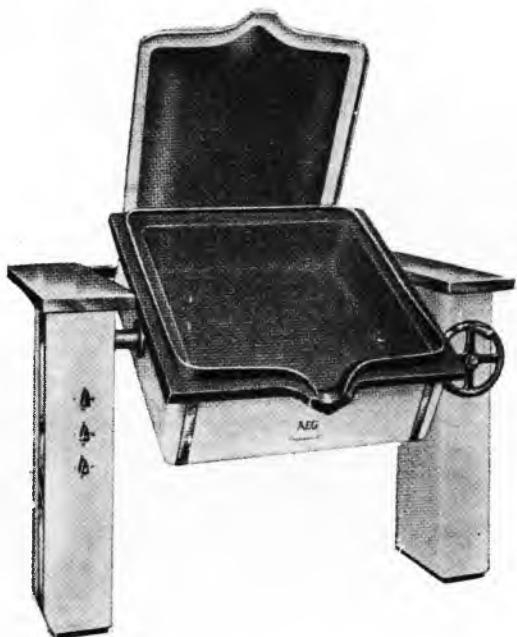
Prosječni potrošak električne energije za jedan obrok iznosi u tvorničkim kuhinjama $0,3\cdots 0,4\text{ kWh}$, u javnim restauracijama $0,4\cdots 0,8\text{ kWh}$, a u bolničkim kuhinjama $0,8\cdots 1,0\text{ kWh}$. Ako se topla voda priprema vlastitim električnim aparatima, povisuje se potrošak električne energije za $0,1$ do $0,15\text{ kWh}$ po jednom obroku.

Za pripremanje obroka u velikim kuhinjama upotrebljavaju se ovi aparati: štednjaci sa 4, 6, 8 ili više grijajućih ploča $30 \times 30\text{ cm}$, od čega je određeni broj brzogrijućih za kuhanje posebnih jela ili jela po narudžbi (sl. 19); nekoliko velikih pećica $50 \times 70 \times 28\text{ cm}$ (za $20\cdots 25\text{ kg}$ mesa); nekoliko tava na iskretanje $60 \times 80\text{ cm}$ (320 porcija na sat: gulaš, pirjanog mesa ili pečenog krumpira, sl. 20); više friteza za prženje u ulju; kotao $40 \times 40\text{ cm}$

(mesa, peradi, ribe: 300 porcija na sat; krumpira: 35 kg na sat i posebne vrste peciva 300 kom. na sat); nekoliko električnih kotlova veličine $20\cdots 150\text{ l}$ (juhe, povrće i jednoobrazni obroci) s pretežno elektrodnim posrednim grijanjem (sl. 21). Grijanje hrane



Sl. 19. Električni štednjak za ugostiteljstvo s 8 ploča $30 \times 30\text{ cm}$, svaka snage do $2,5\text{ kW}$ i 2 pećnice svaka snage do 6 kW



Sl. 20. Tava za iskretanje otporski grijana žarnim štapovima



Sl. 21. Električni kotao za kuhanje s elektrodnim grijanjem. Kotao se sastoji od unutarnjeg i vanjskog kotla. Unutarnji kotao grijuje se parom od vode zagrijavane strujom koja prolazi kroz nju između više pari elektroda. Snaga se regulira ventilom kojim se mijenja količina povratne kondenzirane vode

provodi se u tom slučaju pomoću vodene pare koja u posebnoj posudi oplakuje elektrode priključene na električnu mrežu. Ta voda određene specifične vodljivosti ($400\text{--}1000 \Omega \text{ cm}$) grijе se strujom koja prolazi kroz nju (v. *Elektrotermija*). Nadalje imaju takve kuhinje nekoliko električnih ražnjeva (za 9 do 12 komada peradi); veći broj pržila za kruh; posebne aparate za održavanje hrane u toploj stanju, često u kombinacijama sa štednjakom ili stolom za serviranje; tople stolove ($1 \times 3 \text{ m}$) za predgrijavanje posuda ili održavanje serviranih jela toplima; postolja (čvrsta ili pomicna) za lonce iznad 50 l sadržaja. Strojevi za guljenje krumpira, aparati za rezanje, miješanje, miješanje i mljevenje, strojevi za pranje posuda, stolovi, panjevi i veći broj sливника upotpunjaju opremu ovakve kuhinje. Na svim aparatima ugradena je automatska regulacija kao i zaštitni uredaji svih oblika (električni, termički i tlaci). Tlocrt kuhinje jedne restauracije sa samoposluživanjem pokazuje sl. 22.

Kuhanje s pomoću elektromagnetskih valova. Pri tzw. električnom kuhanju hrana se grijе uz upotrebu elektromagnetskih mikrovalova čija se energija u unutrašnjosti hrane (koja tu predstavlja dielektrikum) pretvara u toplinu. Time se postiže da se površina hrane ne isprži i da za pripremanje nisu potrebne ni masti ni voda. Dubina prodiranja mikrovalova varira u zavisnosti

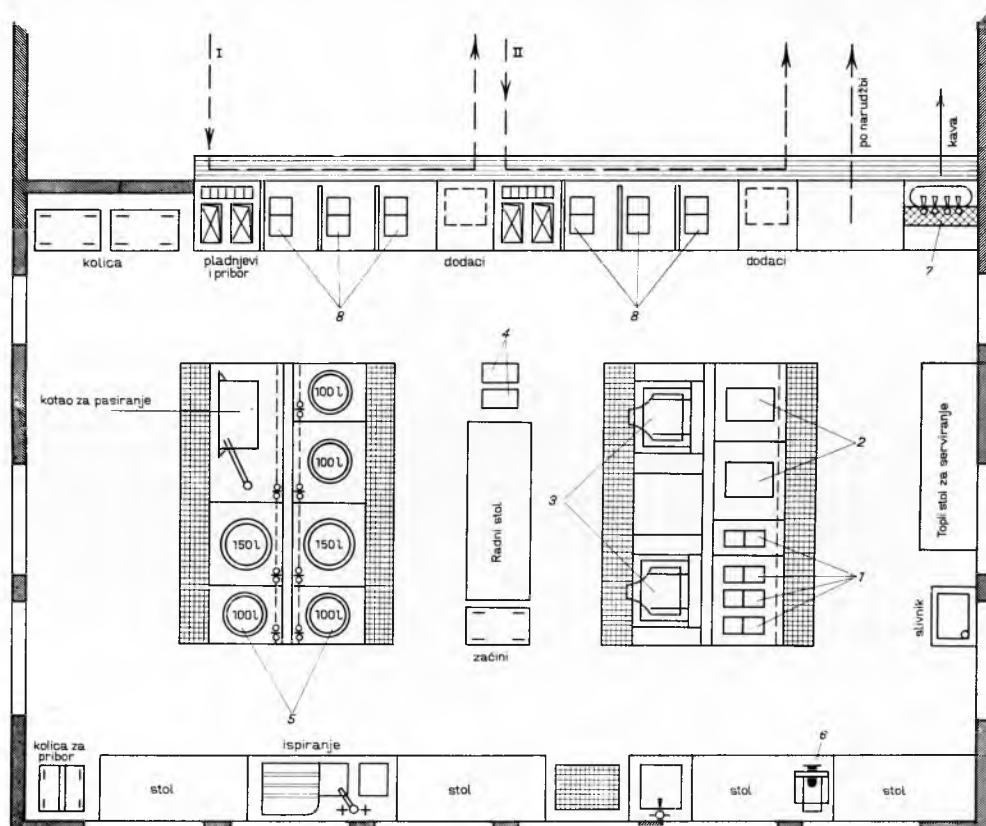
od frekvencije i dielektričnih svojstava hrane. Da naprave za električno kuhanje ne bi ometale rad visokofrekventnih telekomunikacijskih uredaja, dozvoljen je u USA za njih rad samo na sedam frekvencijskih pojasa kojima je srednja frekvencija otprilike: 14, 27, 41, 915, 2450, 5850 i 18 000 MHz. Snaga takvih uređaja ograničena je probojem i stvaranjem luka. Navodno je frekvencija 2450 MHz vrlo povoljna za kuhanje i dozvoljava primjenu snage do 4 kW, što znatno skraćuje vrijeme spremanja hrane.

Tablica 3
POTREBNA KOLIČINA TOPLJE VODE ZA PROSJEČNO KUĆANSTVO

Namjena	Potrebna temperatura vode °C	Potrebna količina vode l	Količina vode iz aparata 85°C l	Utrošak električne energije kWh
Tjelesna higijena: jedno kupanje	37	150	50	5
jedno tuširanje	37	40	13	1,3
umivaonik	37	5	2,5	0,25
jedno pranje muške glave	37	5	2,5	0,25
jedno pranje ženske glave	37	10	5	0,5
Kuhanje: obitelj od 4 člana, dnevno	50	24	12	1,2
Cišćenje: Pranje prozora, podova ili slično	50	20	10	1

Zavisno od primjenjene radne frekvencije upotrebljavaju se u takvim uredajima različne vrste oscilatora i pećnica. Za zračenje elektro-magnetskih valova na nižim radnim frekvencijama služe okvirne antene ugrađene u pećnicu, a na najvišim radnim frekvencijama za zagrijavanje se primjenjuje polje stvarano u rezonatoru koji služi izravno kao pećnica. U takvim se uredajima primjenjuju kao oscilatori magnetroni koji su vrlo prikladni za ovu svrhu. Rezonatori su snabdjeveni malim rupicama (promjera manjeg od 1/8 valne dužine) radi izlaska pare. Da zbog eventual-

natoru koji služi izravno kao pećnica. U takvim se uredajima primjenjuju kao oscilatori magnetroni koji su vrlo prikladni za ovu svrhu. Rezonatori su snabdjeveni malim rupicama (promjera manjeg od 1/8 valne dužine) radi izlaska pare. Da zbog eventual-



Sl. 22. Tlocrt elektrificirane kuhinje restaurana sa samoposluživanjem. 1 Štednjaci, 2 velike pećnice, 3 tave za iskretnjanje, 4 friteze, 5 električni kotlovi, 6 pomoći strojevi, 7 kuhalo za kavu, 8 stolovi za održavanje hrane u toploj stanji; I i II linije samoposluživanja

nih stojećih valova hrana ne bi zagorila na nekim mjestima, treba je vrtjeti kao na ražnju. Umjesto toga može se vrtjeti antena, odnosno reflektor mikrovalova.

ELEKTRIČNI APARATI ZA PRIPREMU TOPLJE VODE

Mada se topla voda najjeftinije proizvodi u toplanama ili u specijalnim kotlovima koji se griju loživim uljem, ugljenom ili plinom, ipak se posljednjih godina voda sve više zagrijava i s pomoći električne energije, naročito ako su posrijedi male količine. Pripremanje tople vode s pomoći električnih aparata ima više prednosti: nije potrebna zasebna kućna toplovodna instalacija, električnim grijalima nije potreban dimnjak, nema otpadaka izgaranja, električni aparati rade potpuno automatski i rukovanje njima vrlo je jednostavno. Grijanje vode električnom energijom primjenjuje se danas prvenstveno u kućanstvima, ali također u ugostiteljstvu i u nekim obrtničkim i industrijskim pogonima.

Potrebna količina tople vode za prosječno kućanstvo prikazana je u tabl. 3.

S 1 kWh može se dobiti 30 l vode od $\sim 37^\circ\text{C}$ ili 20 l vode od $\sim 50^\circ\text{C}$ ili 10 l vode od $\sim 85^\circ\text{C}$ (uz pretpostavku da je hladna voda imala 12°C). Upotreba električnih grijala vode ekonomski je opravdana samo u slučaju povoljne cijene električne energije, npr. za vrijeme dok se struja naplaćuje po jeftinijoj tarifi.

Za zagrijavanje vode električnom energijom danas skoro isključivo služe otporski grijaci. Pri tome 1 kWh električne energije daje količinu topline od 3,6 MJ (860 kcal).

Za pripremanje tople vode upotrebljavaju se različite električne naprave kao: obični i ekspressni lonci s električnim grijanjem, grijaća ronila, niskotlačni i visokotlačni spremnici tople vode i protočna grijala.

Obični električni lonci imaju grijać ugrađen u dno lonca, a tzv. ekspressni lonci još i u bočnu stijenu. Ovakvi lonci služe samo

ELEKTRIČNI KUĆANSKI STROJEVI

za pripremanje manjih količina tople vode radi spremanja čaja ili kave, za sterilizaciju medicinskih instrumenata i za neke druge svrhe.

Grijajuća ronila urone se u tekućinu koja se želi zagrijati (sl. 23). Na dršku od neke umjetne mase učvršćen je grijajući izrađen u obliku prstena, cilindra ili spiralno uvijene cijevi. Snaga grijajuća kreće se između 0,6 i 6 kW. Grijajuća ronila imaju jako visoku toplinsku korisnost, ali nisu prikladna za pripremanje većih količina tople vode. Grijalom snaže 1 kW može se zagrijati 1 l vode na 100 °C za ~ 8 min.



Sl. 23. Grijajuće ronilo

Spremnici tople vode su naprave u kojima se voda polagano zagrijava s pomoću električnog grijajuća, a zatim čuva do upotrebe. Ovakva akumulacijska grijala omogućuju da se voda zagrije jeftinom noćnom strujom, a da se troši tek po danu.

Bez obzira na vrstu, svako se akumulacijsko grijalo sastoji načelno od kotla, toplinske izolacije, vanjskog okućja, grijajuća i regulatora temperature.

Kotlovi akumulacijskih grijala imaju zapreminu od 5 do 2000 l, a izrađuju se obično od pocinčanog bakrenog lima. Ako voda nije agresivna (obično tvrde vode nisu agresivne), kotlovi mogu biti i od pocinčanog čeličnog lima. Na dnu kotla priključene su cijevi za dovod i odvod vode; cijev za odvod vode seže sve do vrha kotla (v. sl. 24). Na donju je stranu kotla privarena prstenska prirubnica na koju je vijcima učvršćena temeljna ploča s električnim grijajućem, regulatorom topline i eventualno još nekim drugim uređajem. Kroz ovaj otvor odstranjuje se svake druge godine kotlovnji kamenac koji se stvara u kotlu, naročito ako je voda tvrda i ako se zagrijava preko 60 °C.

Cijeli kotao omotan je debelim slojem dobre toplinske izolacije (npr. zrnastog puta, staklene vune) i smješten u vanjsko okuće od bojadisanog ili emajliranog čeličnog lima. Kotlovi sadržine do 200 l vješaju se o zid s pomoću držača na vanjskom okućju, a veći se postavljaju na vlastite nogare.

Električni grijajući ovi spremnici obično su cjevastog tipa, a sastoje se od žarne spirale izolirane magnezitom i uvučene u poniklovanu svinetu bakrenu cijev. Budući da je grijajući smješten u donjoj trećini kotla, moraju se spremnici montirati u uspravnom položaju. Snaga je grijajuća akumulacijskih grijala, za razliku od grijajuća protičnih grijala, mala i kreće se između 1 i 6 kW. Postoje i grijala s dva grijajuća; jedan služi za polagano grijanje vode (npr. noću), a drugi, jači, uklopiti se u slučaju većeg dnevnog potroška. Vrijeme potrebno da se voda zagrije grijajućima različitih snaga na temperaturu od 85 °C pokazuju tabl. 4.

Tablica 4

VRIJEME POTREBNO ZA ZAGRIJAVANJE VODE

Sadržaj kotla grijala 1	Snaga grijajuća W	Vrijeme potrebno da se voda zagrije do 85 °C, min
5	2000	15
10	2000	30
15	4000	20

Automatski regulator temperature (termostat) služi za održavanje stalne unaprijed namještene temperature vode, obično između 35 i 85 °C. Regulator automatski isklapa grijajući čim temperatura vode prekorači namještenu vrijednost i opet ga uklapa čim se spusti ispod nje. Temperatura vode održava se s tačnošću od 4 do 8 °C, već prema vrsti reguatora. U grijalima vode danas se upotrebljavaju štapni, bimetalični i kapilarni regulatori.

Štapni regulator sastoji se od cijevi od materijala malog koeficijenta toplinskog rastezanja, koja ulazi u kotao a učvršćena je na osnovnu ploču, i šipke od materijala velikog koeficijenta toplinskog rastezanja, koja je uvučena u tu cijev i privarena na nje-

zin gornji kraj. Razlika u promjeni duljine štapa i cijevi prenosi se preko sistema poluga na živin prekidač ili na pribjegnu sklopku i na taj se način uklapa ili isklapa grijajući. Bimetalični priljubljeni regulatori montirani su na vanjskoj stijeni kotla a aktiviraju prekidač s pomoću bimetalične polužice koja se savija pod utjecajem topline i time pokreće mehanizam sklopke. Kapilarni regulatori imaju kapilarnu cijev ugradenu u kotao ili na njegovu vanjsku stranu. Tekućina u kapilari mijenja svoj volumen pod utjecajem topline i pokreće mehanizam prekidača. Prekidači regulatora grade se za jedno ili višepolno isklapanje strujnog kruga i za nazivne struje od 10, 15 ili 30 A, što zadovoljava i za najveće trofazne grijajuće.

Termički zaštitnik ugrađuje se danas u sva grijala ovih spremnika uz regulator temperature. Taj osigurač proradi i trajno prekine strujni krug grijajuća čim temperatura u kotlu pređe 110 °C. To se može dogoditi npr. ako se pokvari regulator ili ako u vodovodnoj mreži nestane vode.

Kontrolna sijalica (tinjalica), koja je priključena paralelno s grijajućem i montirana na donjoj ploči, pokazuje svojim svjetlom da je grijalo uklapljen.

Za uklapanje i isklapanje grijala postavlja se između aparat i električne mreže još i posebna ručna sklopka.

Vrste spremnika tople vode. Prema načinu priključenja na vodovodnu mrežu i prema načinu pražnjenja spremnici tople vode dijele se na tri vrste: a) niskotlačne preljevne, b) niskotlačne s pražnjenjem i c) visokotlačne.

Niskotlačni preljevni spremnici (sl. 24) za vrijeme dok se ne troši topla voda potpuno su odvojeni od vodovodne mreže, pa

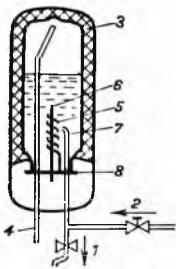
se stoga ne nalaze pod njenim pritiskom, već su u izravnom spoju s vanjskim uzduhom preko odvodne cijevi za toplu vodu u kojoj nema ventila. Čim se otvori ventil tople vode na izljevnom mjestu ili bateriji za miješanje hladne i tople vode, hladna voda iz mreže ulazi u kotao, zbog toga diže se nivo u kotlu i topla se voda preljeva kroz stalno otvorenu odvodnu cijev i izlazi na iz-

Sl. 24. Niskotlačni preljevni spremnik tople vode prikazan shematski. 1 Limeno okuće, 2 odušnik, 3 toplinska izolacija, 4 kotao spremnika vode, 5 priključak za pražnjenje trećine kotla, 6 prirubnica osnovne ploče sa svim priključcima, 7 dovod električne energije, 8 dovod vode iz mreže, 9 pipac za topalu vodu (on je ujedno i jedino mjesto za otvaranje tople vode i za druga mesta potrošnje), 10 pipac za hladnu vodu, 11 uzemljenje radi zaštite od električnog udara, 12 električno grijalo, 13 regulator temperature vode (štapni), 14 preljevna cijev za topalu vodu (stalno slobodno spojena s pipcem)

Izljevnom mjestu. Takva grijala imaju redovito samo jedno izljevno mjesto, ali se može izvesti i priključak za dva bliska mesta (npr. sudoper i tuš). Preljevni spremnici mnogo se upotrebljavaju za manja grijala (do 80 l), npr. za kuhinje, ordinacije i sl.

Niskotlačni spremnici tople vode s pražnjenjem (sl. 25) razlikuju se od preljevnih po tome što se i punje i prazne kroz donju kraću cijev. Ponekad postoji za pražnjenje još i dodatna cijev postavljena nešto više od dovodne. Gornja cijev služi samo za odvod i dovod zraka pri punjenju i pražnjenju i mora biti otvorena. Jedan ventil služi za punjenje a drugi za pražnjenje. Da bi se znalo koliko ima vode u kotliću, na njemu je često i vodokaz. Ova grijala prazne se gravitacijski pa ih stoga valja postaviti što više. Upotrebljavaju se u selima gdje nema vodovoda i gdje se kotao puni ručnom ili električkom pumpom i tamo gdje je potrebna određena količina tople vode iste temperature. Poseban zaštitnik isklapa struju čim se kotao isprazni.

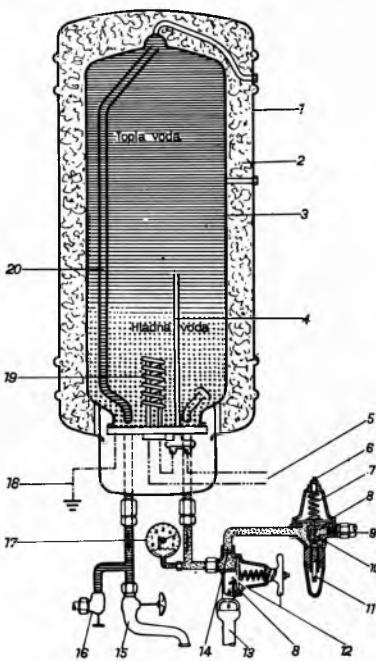
Visokotlačni spremnici tople vode (sl. 26) priključeni su izravno na vodovodnu mrežu, pa u kotlu stalno vlada njen pritisak. Zato kotač mora biti dimenzioniran za radni pritisak od najmanje 6 at. Čim se otvori ventil za ispuštanje tople vode, ona pod pritiskom istječe na izljevnom mjestu, a hladna voda ulazi u kotač odozdo.



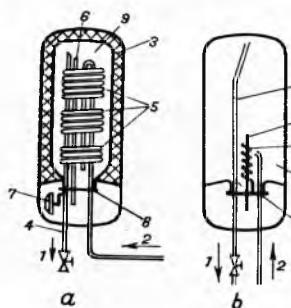
Sl. 25. Niskotlačni spremnik tople vode s pražnjnjem.
1 Ispusni ventil tople vode, 2 ventil za punjenje spremnika, 3 topilinska izolacija, 4 odvjetna prelivna cijev, 5 električno grijalo, 6 štarni regulator temperature vode, 7 spremnik vode, 8 prirubnica s osnovnom pločom

Na ovakva grijala može se priključiti i više izljevnih mesta, koja mogu biti i na višem nivou nego spremnik. Da se topla voda zbog termičkog mijenjanja ne bi vraćala u mrežu, u dovodni cjevod postavlja se povratni ventil, a da prilikom kvara na regulacijskom uređaju ili termičkom zaštitniku ne bi došlo do eksplozije kotla, svaki takav aparat mora imati u dovodnom cjevodu još i ugrađen sigurnosni ventil koji obično čini cjelinu zajedno s povratnim. Povremeno se mora provjeriti da li sigurnosni ventil ispravno funkcioniira. Ako je tlak u vodovodnoj mreži viši od 6 at, valja predvidjeti i reduksijski ventil.

Protočna grijala ne akumuliraju toplu vodu, već je u trenutku kad se otvori slavina zagriju na namještenu temperaturu. Radi toga se u takve aparate moraju ugraditi grijaci velike snage (3...30 kW), što jako opterećuje električnu mrežu. Grijac je obično smješten u manjem topilinskom izoliranom kotlu zapremine 0,5...1,5 l (slika 27 a). Protočna grijala bez izolacije (slika 27 b) nazivaju se (prema standardu JUS) i bojlerima. Grijac se uključuje automatski, obično s pomoću regulatora temperature. Temperatura tople vode ovih grijala obično iznosi između 35 i 65 °C, a održava se regulatorom na termičkom, tlačnom ili kombiniranom principu. Ugrađeni automatski dozatori ograničavaju (prema snazi grijaca) najveću ukupnu količinu tople vode koju grijalo može davati na



Sl. 26. Visokotlačni spremnik tople vode.
1 Limeno okuće, 2 topilinska izolacija, 3 kotač spremnika vode, 4 regulator temperature vode, 5 dovod električne energije, 6 ventil za smanjenje tlaka (stavlja se za tlak vode u mreži viši od 6 at), 7 tlačno pero, 8 membrana, 9 sita u dovodu vode iz mreže, 10 vreteno regulacijskog ventila, 11 ventil za zatvaranje dovoda vode, 12 sigurnosni ventil (podešen da propusti vodu ukoliko u kotlu tlak naraste preko 6 at), 13 odvodna cijev (vodi u kanalizaciju), 14 povratni ventil (ne dozvoljava odlazak tople vode u vodovodnu mrežu), 15 ispuštni vod, 16 koljeno za priključak na ostala mesta potrošnje, 17 tlakometar, 18 uzemljenje, 19 električno grijalo, 20 prelivna cijev



Sl. 27. Protočno grijalo vode.
a) Protočno grijalo s topilinskom izolacijom i elektičnim grijajalom veće snage, b) bojler, topilinski neizolirano protočno grijalo; 1 ventil za ispuštanje tople vode, 2 dovod hladne vode, 3 topilinska izolacija, 4 prelivna cijev za toplu vodu, 5 električno grijalo, 6 regulator temperature, 7 ograničivač temperature, 8 prirubnica s osnovnom pločom, 9 spremnik vode

jednom izljevnom mjestu ili istovremeno na više njih. Protočna grijala priključena su uvjek izravno na vodovodnu mrežu, pa stoga u kotlu vlada njezin pritisak. Ovi aparati moraju također biti snabdjeveni sigurnosno-povratnim ventilom.

Protočno grijalo s jednim grijacem od 18 kW može u minuti zagrijati 9 l vode na 40 °C, a najveća količina vode koja se može uzeti ograničena je na 10 l/min npr. dozatorom. Postoje i protočna grijala s dva grijaca (npr. 3 i 18 kW), od kojih je jedan za mali a drugi za veliki potrošak, i eventualno sa dva odvoda. Prave se i grijala s malom akumulacijom za početak rada.

Kombinacija akumulacijskog grijala s protočnim za malu potrošnju djeluje kao akumulacijsko grijalo, a čim se voda potroši ili ako je treba više, ona radi kao protočno grijalo s pojačanim grijaćem.

ELEKTRIČNI APARATI ZA PRANJE RUBLJA

Specijalni strojevi za pranje rublja danas se upotrebljavaju u mnogim kućanstvima i skoro u svim obrtničkim praonicama i servisima za pranje. Današnji strojevi peru na taj način što se rublje na koje djeluje vodena otopina detergenta još i mehanički okreće, gnjeći i trlja.

Po posljednjih 200 godina bilo je više pokušaja da se konstruiraju strojevi za pranje na različitim principima (izravnim mijenjanjem rublja ili okrećanjem rublja u bači koja se ljujila ili okreće) i s različitim vrstama pogona (ručnim, vodenim, parnim i električnim). Strojevi današnje konstrukcije pojavili su se u Americi tek krajem tridesetih godina, a u Evropi tek poslije drugog svjetskog rata.

Osim strojeva koji rade na mehaničko-kemijskom principu upotrebljavaju se posljednjih 15 godina za pranje rublja i *ultrazvučni vibratori*. Oni se urone u vodenu otopinu detergenta u kojoj je namočeno rublje. Ultrazvučni vibrator izaziva brze promjene tlaka u otopini pa se raskvašene čestice prljavštine same odvoje od vlastaknog rublja za relativno kratko vrijeme, bez trljanja i gnjećenja. Međutim, ovi uređaji za pranje nisu našli široku upotrebu, čemu je jedan od razloga i taj što se s nečistoćom iz rublja odstrane i čestice bojila, pa se pomoću ultrazvučnih vibratora ne može prati šareno rublje. Osim toga, određenim vibracijama uklanjanju se samo čestice prljavštine odredene mase, a regulacija vibracija nije moguća.

Svestrano primjeni električnih strojeva za pranje znatno su pridonijeli i sintetski detergenti koji su se počeli mnogo upotrebljavati oko 1954. Sintetski detergenti ne pjene se mnogo, ali kako snizuju površinski napon vode i time pojačavaju kvašenje tkiva i pospješuju dispergiranje čestica nečistoće, što sve skupa znatno olakšava pranje (v. Detergenti).

Današnji strojevi za pranje dijele se prema stupnju primijenjene automatske na obične neautomatske, poluautomatske, automatske i superautomatske strojeve. Prema konstrukciji uređaja za kretanje rublja u kotlu stroja razlikuju se strojevi s bubnjem, s turbinskim kolum i s mješalom.

U strojevima s *bubnjem* rublje je smješteno u horizontalnom kratkom bubnju od nerđajućeg čelika, ugrađenom u kotliću s vodom, tzv. praoniku. Rublje se stavlja u bubanj ili odozgo kroz vratašca ili od sprijeda kroz prozorčić. Bubanj je djelomično uronjen u zagrijanu otopinu i za vrijeme pranja okreće se brzinom vrtnje od 30...40 min⁻¹. Unutrašnja rebra u bubnju podižu rublje, koje zatim pada u otopinu i izdašno se namače. Pri tome se rublje gnjeći i trlja. Da se rublje ne bi zamrsilo, bubanj se okreće samo 4...5 puta u jednom smjeru, zatim se zaustavi i nakon toga promjeni smjer vrtnje.

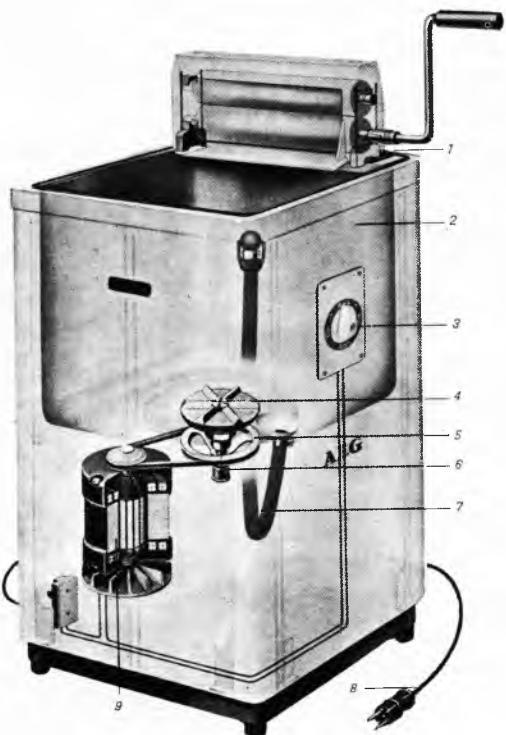
Strojevi s *turbinskim kolum*, tzv. pulsatorom (sl. 28), imaju na dnu ili u stražnjoj stijeni kotla tanjurasto turbinsko kolo koje elektromotor okreće brzinom od ~450 min⁻¹. Kotao je napunjen otopinom u kojoj lebdi rublje. Uslijed okrećanja turbinskog kola otopina se kružno giba, a s njome se zajedno okreće i rublje i pri tom se trlja.

Strojevi s *mješalom*, tzv. agitatorom, miješaju rublje s pomoću naprave smještene u sredini kotla. Ta se naprava sastoji od vertikalno postavljenog stupa sa 2 ili 3 krilca (obično od plastične mase) i od zagonskog elektromotora. Preko odgovarajućeg prenosnog mehanizma elektromotor zaokreće stup lijevo—desno oko vertikalne osi, i to 60...80 puta u minuti. Gibanje rublja u kotlu, koji je napunjen otopinom, polaganje je, a oplakivanje povoljnije nego u stroju s turbinskim kolum. Zato i vrijeme pranja u ovom stroju može biti dulje, količina otopine razmijerno manja, a rublja veća.

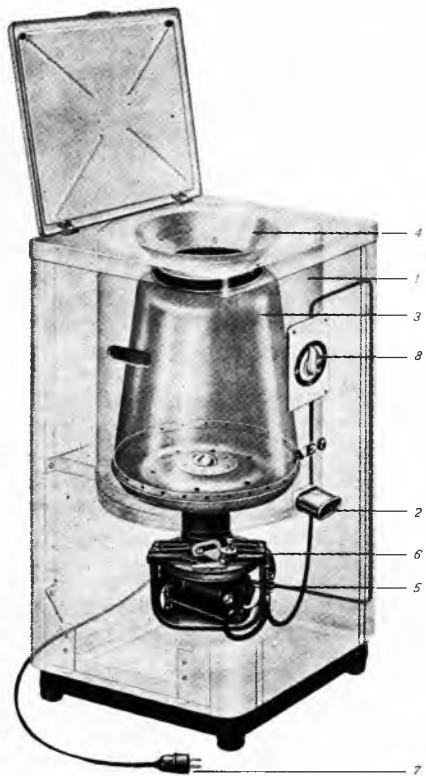
S obzirom na potrebnu količinu otopine, te na utrošak detergenta i električne energije, najekonomičniji su strojevi s bubnjem, zatim dolaze strojevi s mješalom, a na posljednje mjesto strojevi s turbinskim kolum. Strojevi s

ELEKTRIČNI KUĆANSKI STROJEVI

turbinskim kolom troše na 1 kg suhog običnog rublja ~ 20 l otopine, strojevi s mješalom ~ 12 , a strojevi s bubnjem samo ~ 5 l. Sintetske tkanine koje se peru u hladnijoj otopini kroz kraće vrijeme zahtijevaju nešto veću količinu otopine. Nakon 50 pranja smanji se čvrstoća tkiva rublja pranog u strojevima s turbinskim točkom za $\sim 30\%$, u strojevima s mješalom za ~ 25 , a u strojevima s bubnjem samo za $\sim 12\%$, što je čak manje nego pri klasičnom pranju rukom, gdje iznosi $15\cdots 20\%$.



Sl. 28. Stroj s turbinskim kolom. 1 Valjci za cijedenje rublja, 2 kotač, 3 sklopka, 4 turbinsko kolo, 5 remenica za klinasti remen, 6 britva, 7 gumeni cijev za ispuštanje vode, 8 priključni gajtan, 9 pogonski motor



Sl. 29. Stroj za centrifugiranje rublja. 1 Skupljanje vode, 2 odvod vode, 3 bubanj za centrifugiranje, 4 lijevak kroz koji se umijeće mokro rublje, 5 pogonski elektromotor, 6 držać bubnja s mehaničkim frictionskim prenosom, 7 priključni gajtan, 8 sklopka

Obični neautomatski strojevi za pranje sastoje se od kotla (praponika) sadržine ~ 40 l, izrađenog od nerđajućeg ili emajlijiranog čeličnog lima, mehanizma za prevrtanje rublja koji je zagonjen elektromotorm preko prenosnog uređaja, cjevastog grijajućeg otopine ugrađenog u dno kotla, uređaja za ispuštanje otopine iz stroja, nekoliko sklopki, signalnih sijalica i vanjskog okućja standardiziranih dimenzija. U ovim strojevima primjenjuju se sve tri naprijed opisane vrste uređaja za okretanje rublja. Za ispuštanje prljave vode predviđena je na nekim strojevima samo gumena cijev kroz koju voda izlazi gravitacijski, a drugi imaju posebnu pumpu koja se po potrebi priključi na elektromotor.

U neautomatskim strojevima mora poslužilac sam provesti svaku fazu rada (punjenje vodom, grijanje detergentne otopine, pranje) i uključiti i opet isključiti i stroj.

Nakon pranja i ispiranja u neautomatiziranom stroju voda se iz rublja ocijedi ili ručno s pomoću ručno pokretanih valjaka (v. sl. 28) ili s pomoću zasebne centrifuge.

Stroj za centrifugiranje rublja (sl. 29). Da bi se ocijedilo, mokro se oprano rublje stavi u perforirani uspravni buben za centrifugiranje. S pomoću elektromotora valjkasta se posuda vrta brzinom 1450 (2900) min^{-1} . Voda istjerana centrifugalnom silom iz rublja istječe kroz rupice perforiranog valjka. Ovako centrifugirano rublje sadrži vode samo još $25\cdots 30\%$ od ukupne težine rublja i toliko je suho da se može glačati nakon kraćeg provjetravanja.

Jedino u strojevima s bubnjem može se taj iskoristiti i za centrifugiranje. Međutim, u tom slučaju on se ne smije vrtjeti tako brzo kao buben odvojene centrifuge jer bi, zbog velikog promjera bubenja, nastale prevelike centrifugalne sile. Stoga se takvi bubenjevi okreću s najviše $400\cdots 700$ okretaja na minutu. Takvim se centrifugiranjem voda ne iscijedi tako dobro kao u odvojenoj centrifugi, pa rublje sadrži vode još $\sim 50\%$ od ukupne težine rublja i mora se dosušiti prije glačanja. Postoje i strojevi za pranje koji imaju u istom okućju ugrađenu i posebnu centrifugu i strojevi u kojima se mješalo može zamijeniti centrifugom.

Poluautomatski strojevi za pranje rublja po konstrukciji su vrlo slični neautomatskim i imaju ugrađen samo još satni kontaktni mehanizam koji po isteku određenog unaprijed namještene vremena automatski isključi motor uređaja za pokretanje rublja i centrifuge, ako ona postoji.

Automatski strojevi za pranje rublja automatski obavljaju proces pranja i ispiranja; superautomati, tj. potpuno automatizirani strojevi, obavljaju automatski i sve ostale radne operacije kao što su: prepranje, uzimanje detergenta, pranje, ispiranje, cijedenje, a ponekad i sušenje. U buben takva stroja stavlja se suho rublje sortirano po vrsti, boji i stupnju prljavštine, u određene pretince sipa se detergent za prepranje i pranje, eventualno i škrub za škrobljenje; sve ostalo odvija se automatski. Po završenom pranju treba samo izvaditi ocijedeno rublje iz stroja. Prije upućivanja poslužilac naravno treba da odabere program pranja, tj. broj i vrstu radnih operacija, a kod nekih strojeva i temperaturu otopine.

Puni program stroja obuhvaća sve radove i faze koji su potrebni da se jako prljavo pamučno rublje dobro opere. Za pranje manje prljavih ili osjetljivijih tkanina, npr. sintetskih, predviđeni su drugi programi, u kojima se ispuštaju ili skraćuju pojedine radne operacije ili se one provode otopinom na nižoj temperaturi. Jednostavniji strojevi obično imaju ~ 8 programa, a složeniji i do 18. Tabl. 5 prikazuje radne operacije pojedinih tipičnih programa.

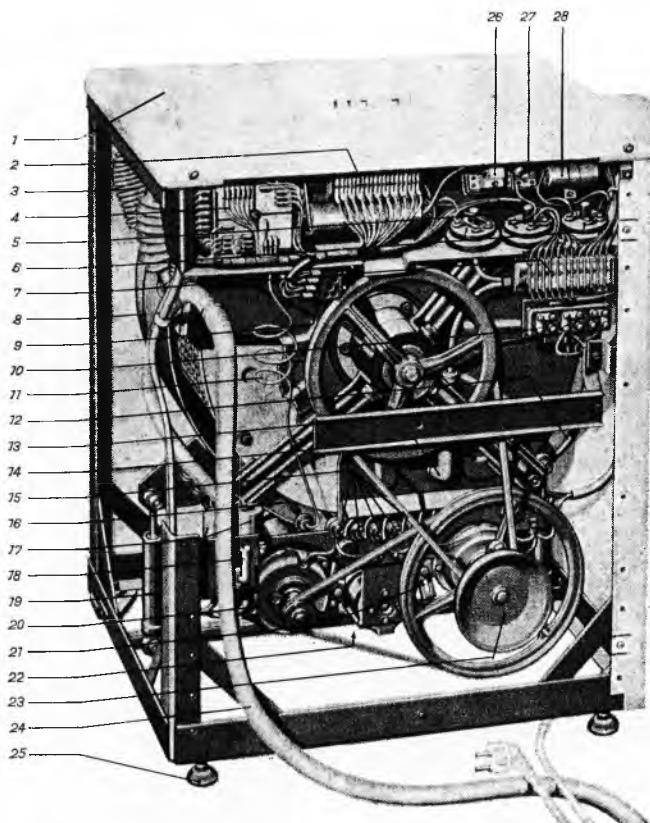
Automatski strojevi za pranje mogu načelno imati bilo koji od opisanih uređaja za prevrtanje rublja. Međutim, kako su automatski strojevi za pranje s mješalom ili turbinskim kolom komplikirani i skupi, danas se proizvode gotovo isključivo strojevi s bubnjem, koji, uz povećani broj okretaja, služi i za centrifugiranje. Za pogon bubenja služi dvoobrzinski polno preklapljeni jednofazni asinhroni elektromotor. Pri centrifugiranju motor radi s dva pola, a pri pranju uključeno ih je više, npr. 12. Prenos motor-bubanj vrši se s pomoću remenica i klinastog remena u odgovarajućem omjeru (sl. 30).

Programator je programski satni uređaj koji uklapanjem i isklapanjem svojih izvršnih organa upravlja odvijanjem odabranog radnog procesa. S pomoću dugmadi i tipkala na komandnoj

Tablica 5
PREGLED RADNIH OPERACIJA U TOKU NEKIH TIPIČNIH PROGRAMA PRANJA RUBLJA

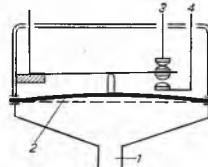
Program pranja	Približno trajanje cijelog pranja min	Temperatura		Ispiranje	Završno produženo centrifugiranje	Punjene bubnje
		Pretpranje	Pranje			
Jako prljavo bijelo rublje (pamuk, lan, konoplja)	135	30…45 °C	85…90 °C (produženo)	5 ispiranja sa 4 kratka centrifugiranja	da	ne pretrpati
Umjereno prljavo bijelo rublje (pamuk, lan, konoplja)	115	hladnom vodom	85…90 °C	5 ispiranja sa 4 kratka centrifugiranja	da	potpuno
Malo uprljano bijelo rublje (pamuk, lan, konoplja)	95	—	70…75 °C	5 ispiranja sa 4 kratka centrifugiranja	da	potpuno
Šareno rublje osjetljivih boja (pamuk, lan, konoplja)	75	—	50…55 °C	5 ispiranja sa 4 kratka centrifugiranja	da	do 1/2
Bijele sintetske tkanine	55	Samo jako prljavo rublje 30…45 °C	50…55 °C	3…5 ispiranja	ne, samo cijedenje	do 1/3
Vuna, svila; miješana i obojena sintetika	55	—	25…30 °C	5 ispiranja	ne, samo cijedenje	do 1/3

ploči stroja namješta se odabrani program a ponekad i vrijeme početka rada. Električni satni uredaj programatora okreće svojim

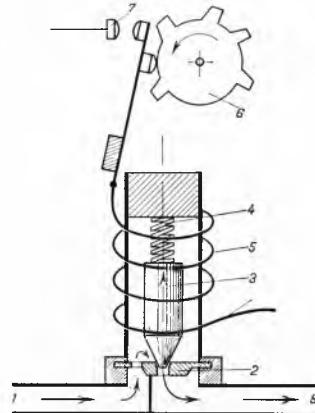


Sl. 30. Automatski stroj za pranje rublja (Bosch), pogled u unutrašnjost odostraga. 1 Poklopac kotla, 2 sklopke tipkala za biranje programa, 3 oyjesne opruge, 4 programator, 5 sigurnosna tlačna sklopka, 6 tlačni membranski regulatori nivoa vode (za 25 i 40 l), 7 spojna letva, 8 kotao s otopinom detergenta, 9 četverostepeni termostat, 10 letva za prespajanje na postojeći mrežni napon (220 ili 380 V), 11 bubanj za pranje, 12 cijev za priključak tlačnih membranskih regulatora, 13 letva za učvršćenje mehanizma stroja za vrijeme transporta, 14 savitljiva cijev za priključak sigurnosne tlačne sklopke, 15 grijala, 16 osjetilo termostata, 17 dvostruki elektromagnetski ventil, 18 priključak savitljive cijevi za priključak na vodovodnu mrežu, 19 amortizer, 20 pogonski elektromotor, 21 naprava za natezanje klinastog remena, 22 pumpa za pražnjenje kotla, 23 motor za centrifugiranje rublja sa spojkom, 24 savitljiva cijev za otjecanje vode nakon pranja i ispiranja, 25 nožice za dovodjenje stroja u stabilan položaj, 26 kondenzator protiv radiosmetnji, 27 ispravljač, 28 relej za stavljanje u pogon

vratilom više nazubljenih ploča, koje svojim zubovima uklapaju, drže uklapljenima i opet isklapaju kontakte, čime se aktiviraju pojedini izvršni organi, kao što je pogonski elektromotor, pa elektromagnetski ventil (sl. 32), releji, pumpe, grijalice, termostati, tlačni re-



Sl. 31. Shema tlačnog membranskog regulatora nivoa. 1 Cijev za priključak tlačnog regulatora na kotao, 2 sjedalo ventila, 3 jezgra elektromagneta koja služi kao zatvorni organ ventila, 4 tlačno pero, 5 uzbudni namot elektromagneta, 6 kolpo programatora, 7 kontakt za uključivanje elektromagnetskog ventila



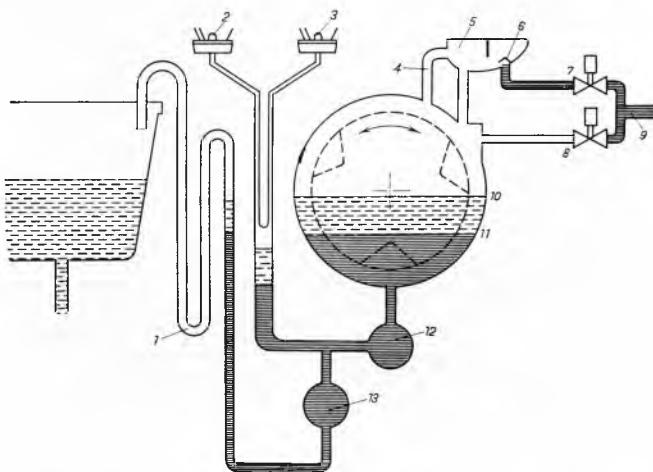
Sl. 32. Shema elektromagnetskog ventila. 1 Dovod vode iz vodovodne mreže, 2 sjedalo ventila, 3 jezgra elektromagneta koja služi kao zatvorni organ ventila, 4 tlačno pero, 5 uzbudni namot elektromagneta, 6 kolpo programatora, 7 kontakt koji aktivira zupci kola programatora, 8 odvod vode u kotao ili spremnik za detergent

Tablica 6
KARAKTERISTIKE KUĆANSKIH STROJEVA ZA PRANJE

Vrsta stroja	neautomatski i poluautomatski			automatski s bubnjem
	turbinski	s mješalom	s bubnjem	
Kapacitet suhog rublja, kg	1,5…2	3…5	4…5	5
Količina vode za jedno punjenje, l	30…40	30…40	20…25	15…22
Količina vode za ispiranje, l	—	—	—	70…100
Snaga motora pri pranju, W	300…400	200…300	50…80	50…80
Snaga motora pri centrifugiranju, W	100	100	100…200	100…200
Snaga grijača, kW	2	2	2…3	2…3
Trajanje cijelog programa, min	—	—	50…80	50…150

ELEKTRIČNI KUĆANSKI STROJEVI

gulatori razine otopine (sl. 31) i drugi. Funkcioniranje automatskog stroja za pranje, dotok i odvod vode, shematski prikazuje slika 33.



Sl. 33. Shematski prikaz dotoka i odvoda vode u automatskom stroju za pranje rublja. 1 Cijev za pražnjenje, 2 tlačni regulator najvišeg nivoa, 3 tlačni regulator najnižeg nivoa, 4 odusna cijev, 5 posuda za detergent, 6 glava za raspršivanje, 7 i 8 elektromagnetski ventili, 9 dovod vode iz vodovodne mreže, 10 najviši nivo pri normalnom pranju, 11 najniži nivo pri štednom pranju, 12 sitko koje sprečava ulazak predmeta, nečistoća i vlakana u pumpu za pražnjenje (13).

Neki superautomati imaju u okviru programa predviđeno još i bijeljenje, plavljenje, omešavanje, dezinficiranje, parfimiranje, impregnaciju za sprečavanje statickog naboja i škrobljenje rublja. U većim i skupljim strojevima rublje se može i sušiti, i to s pomoću ventilatora sa grijачem koji strujom toplog uzduha suši rublje.

Pokretni dijelovi stroja tako su prigušeni da se što manje vibracija prenosi na okuće. Prilikom postavljanja na mjesto ipak treba stroj postaviti tačno u povoravni položaj s pomoću okretnih nožica, jer se samo tako može spriječiti njegovo vibriranje, suviše bučan rad i pomicanje stroja za vrijeme rada.

Svaki stroj za pranje mora biti uzemljen preko priključnog ili posebnog gajtana radi osiguranja od previskog napona dodira.

Tabl. 6 daje pregled osnovnih karakteristika različitih vrsta kućanskih strojeva za pranje.

ELEKTRIČNI STROJEVI ZA PRANJE SUĐA

Moderno kućanski strojevi za pranje suđa ne rade na principu pranja četkom, ispiranja i brisanja, kao što je to uobičajeno pri ručnom pranju suda, već se njihovo djelovanje zasniva samo na mehaničkom ispiranju vodom uz kemijsko djelovanje otopine detergenta.

Koncem prošlog stoljeća konstruirani su na principu ručnog pranja prvi strojevi za pranje suda, npr. tanjura u velikim restoranima. Međutim, taj način rada nije moguće ostvariti i s malim kućnim aparatima jer u kućanstvu nema velikog broja jednoobraznog suda ni posudu. Prvi kućanski aparati za pranje suda pojavili su se u Americi prije 25 godina, a u Evropi počeli su se primjenjivati tek posljednjih 10 godina. Dok su drugi kućanski aparati prošli dug razvojni put, kućanski stroj za pranje suda građen je odmah kao prilično složen automatski aparat.

Siroj primjenjeni tih strojeva pridonijeli su mnogo i novi detergenci izrađeni i prilagođeni specijalno pranju suda. Na prljavom suđu zadržava se, naime, znatna količina ostataka hrane koji se sastoe od bjelančevina, masti, škroba, šećera itd. Osim toga mogu se na čašama, šalicama i drugom priboru naći ostaci kozmetičkih preparata, kao npr. ruž za usne. Međutim, najnezgodniji su dio onečišćenja nagoreni i uz stijenke suđu prigoreni ostaci hrane. Zato je za pranje suda trebalo pronaći detergente koji su kadri da otope i odstrane vrlo različite nečistoće, a da pri tome ne budu suviše agresivni i ne oštete glazuru porculana, metalne predmete i sude od plastičnih masa (v. Detergenti).

Strojevi za pranje suda peru slično kao i strojevi za pranje rublja, tj. po fazama koje se kod različitih tipova ponešto razlikuju. Nakon jednog ili dva pretrpanja dolazi glavno pranje, a zatim slijede dva ili tri ispiranja, eventualno sterilizacija i sušenje. U toku pretrpanja otplove se grublji ostaci hrane i razmoći zasušena nečistoća hladnom ili mlakom vodom ($\sim 50^{\circ}\text{C}$) koja se jakim mlazom štrca na posuđe. U toku glavnog pranja ispira se nečistoća jakim mlazovima otopine detergenta u vodi temperature $60\cdots70^{\circ}\text{C}$. Prvom ispiranju, hladnom vodom, svrha je da skine ostatke nečistoće i detergenta i da ohladi suđe kako se ne bi osušilo i da se ne bi na njemu taložio kamenac. Taloženje kameneca sprečava se i malim dodatkom kiseline. Iza toga slijedi još jedno ili dva ispiranja. U nekim strojevima posljednje ispiranje vrši se vrućom vodom od 90°C s dodatkom specijalnog praška koji

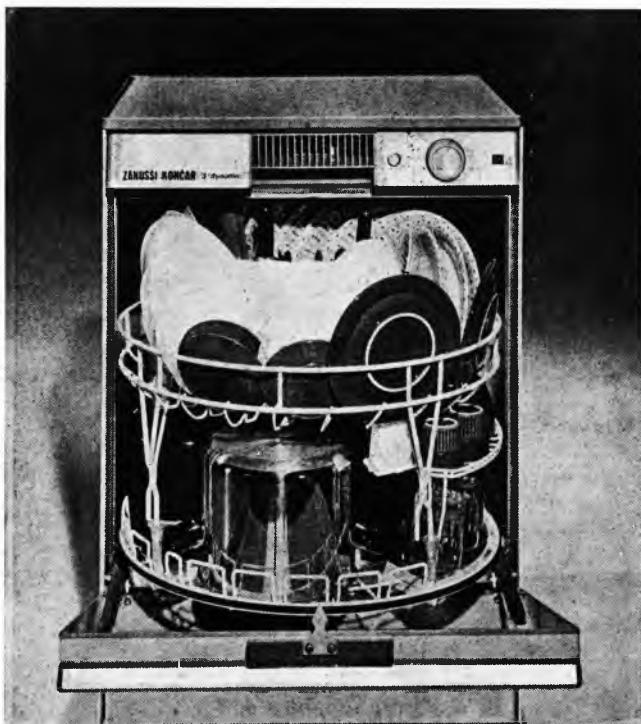
pomaže da se zagrijano posuđe nakon ispiranja samo osuši. U drugim strojevima suđe se nakon posljednjeg ispiranja hladnom vodom sterilizira pregrijanom parom (110°C) i time ujedno zagrije radi sušenja. Postoje i strojevi u kojima se nakon posljednjeg ispiranja hladnom vodom posuđe suši strujom toplog uzduha. Po završenom ispiranju neki strojevi daju zvučni signal. Trajanje pranja zavisi od programa i vrste stroja i kreće se oko 30 min. Za jedno pranje suđa srednje velike porodice potrebno je $20\cdots30$ g detergenta.

Na tržištu postoje tri vrste strojeva: strojevi s ručnim upravljanjem, kod kojih se početak i kraj svake faze namješta ručno; poluautomatski aparati, kod kojih se pojedine faze pranja uključuju ručno, ali se automatski završavaju; automatski strojevi, kod kojih se cijeli ciklus pranja odvija automatski prema unaprijed odabranom programu. Danas se proizvode uglavnom samo automatski strojevi. Obično se može birati između dugog, srednjeg i kratkog pranja, već prema stupnju onečišćenja suda. Potpuni program sadrži: više pretrpanja, glavno pranje, više ispiranja, sterilizaciju i sušenje. U programima za manje prljavo sude ispuštaju se neke faze.

Strojevi za pranje suda izraduju se danas bilo kao stojeći modeli ugrađeni u standardno okuće dimenzija normiranih za kućanske aparate bilo kao manji stolni aparati. Na tržištu prevladavaju automatski aparati za pranje suda konstruirani na osnovi iskustava sa strojevima za pranje rublja, od kojih su i preuzeti neki sastavni dijelovi i elementi automatike.

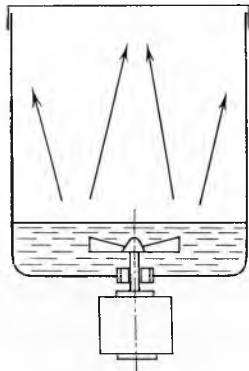
Svaki stroj za pranje suda sastoji se od vanjskog okućja, prama s držaćima suda, uređaja za štrcanje vode i otopine detergenta, uređaja za odvodenje prljave otopine, električnih ventila za dovodenje vode, uređaja za mešanje vode, grijaća i, po potrebi, automatike s izvršnim organima. Strojevi za pranje suda grade se obično u dvije veličine, za 6 odnosno 12 standardiziranih skupova suda i pribora za jelo.

Praonik je četvrtasta posuda od emajliranog lima ili od nerđajućeg čelika zapremine $100\cdots200 \text{ dm}^3$. U toj posudi smješteni su žičani držaci i košare u koje se postavlja posude, sude i pribor po utvrđenom redu, tako da mlaz tekućine za pranje može doprijeti do svakog mesta na površini svih predmeta (sl. 34). U neke

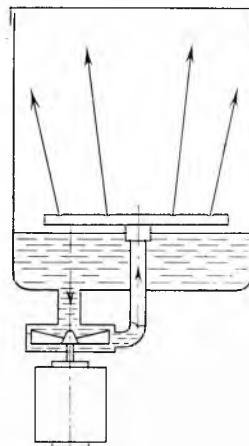


Sl. 34. Praonik stroja za pranje suda sa sudom namještenim u košare i držače strojeve posude se ulaže u držaćima i košarama odozgo, a u druge kroz otvor sa strane. Vrata na vrhu ili sa strane hermetski su zatvorenji.

Uredaj za štrcanje. Mlaz vode ili otopine koji se štrca na suđe proizvodi se ili s pomoću naprave slične propeleru (sl. 35) ili s pomoću pumpe i mlaznice koja rotira (sl. 36). Već prema veličini stroja, ovaj uredaj izbacuje na suđe 150...250 l tekućine u minuti; to znači da se kroz to vrijeme stroj napuni i isprazni 20...40 puta. Pumpu, obično krilnog tipa, zagoni električni motor snage 500 W. U cjevod u pred pumpe ugraden je sklop sita različnih



Sl. 35. Shematski prikaz uređaja za štrcanje vode s pomoću propeleru u stroju za pranje suda

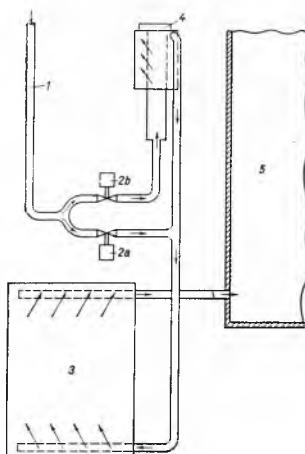


Sl. 36. Shematski prikaz uređaja za štrcanje vode s pomoću pumpe i rotirajuće mlaznice u stroju za pranje suda

finoča koja zadržavaju i najsitniju prljavštinu. Prilikom odvođenja otopine sita se ispiru i otpaci otpave u kanalizaciju.

Grijaci. Toplu vodu za glavno pranje, a ponekad i prepranje i jedno ispiranje, priprema cijevni grijac snage i do 3,3 kW. Taj grijac ili je smješten na dnu praonika ili se nalazi u zasebnom spremniku za spremanje tople vode, odakle se ona uzima u pojedinih fazama pranja. Grijalo vode predviđeno je za dva punjenja (prepranje i glavno pranje), a za vrijeme glavnog pranja i prvog ispiranja grij se voda za glavno ispiranje. Neki strojevi mogu također uzimati vodu iz spremnika tople vode ili iz toplovodne instalacije i dogrijati je.

Uredaj za mekšanje vode. Da se na opranom sudu ne bi taložio kamenac, prije upotrebe treba omekšati vodu za ispiranje. To u skupljim strojevima obavlja ugradeni uredaj za izmjenu iona (sl. 37). Ioni kalcijuma i magnezijuma iz soli otopljenih u vodi zamijene se ionima natrijuma iz izmjenjivača iona. Povremeno je potrebno regenerirati izmjenjivač iona otopinom kuhinjske



Sl. 37. Uredaj za omekšavanje vode s pomoću izmjenjivača iona u strojevima za pranje suda. 1 Dvod vode, 2a elektromagnetski ventil za punjenje aparata vodom, 2b elektromagnetski ventil za uključenje uredaja za regeneraciju izmjenjivača iona, 3 posuda s izmjenjivačem ionâ, 4 posuda za kuhinjsku sol, 5 kotao stroja za pranje suda

soli (pri tome se isti proces vrši u suprotnom smjeru: izmjenjivač iona se oslobođa iona kalcijuma i ponovo veže ione natrijuma). Za tu svrhu povremeno se dodaje kuhinjska sol u poseban spremnik. Cijeli je proces omekšavanja vode i regeneracije izmjenjivača ionâ automatiziran.

Programator i njegovi izvršni organi (pumpa za izbacivanje vode, električni ventili, regulatori razine, uredaji za automatsko uzimanje detergenta) jednaki su ili slični kao na strojevima za pranje rublja.

Uredaj za odvođenje tekućine. Stojeći modeli strojeva za pranje suda grade se s pumpom za odvođenje tekućine, a stolni i zidni s gravitacijskim odvođenjem tekućine.

ELEKTRIČNA GLAČALA I STROJEVI ZA GLAČANJE RUBLJA I ODJEĆE

Električno glačalo („pegla“) služi za glačanje rublja i odjeće. Ono je zamjenilo ranija glačala na ugali i užaren uložak, a ujedno je i prvi električni kućanski aparat koji je u cijelom svijetu našao masovnu primjenu.

Mada je glačalo jednostavan aparat, njegov je razvoj razmjerno dug. Prvo patentirano električno glačalo (Madara Carla Zipernowskoga, 1890) radio je s pomoću topline koja se stvarala u prelaznom otporu između dva metala pri prolazu struje velike jakosti, pa stoga nije bilo praktički primjenljivo. Pokusi s induktivnim i lučnim zagrijavanjem glačala također nisu dali zadovoljavajuće rezultate. Tek otporsko grijanje žicom od platine (Švajcarac Schindler, 1892) omogućilo je proizvodnju upotrebljivih, ali tada još skupih električnih glačala.

Prva glačala imala su otporsku žicu na keramičkom uložku; kasnije se žica namatala na folije od tinjca s električnom izolacijom, također od tinjca, sa donje, a toplinskom izolacijom od azbesta s gornje strane. Poslije toga se grijajući spiralni vodič stavljala u keramičke cjevčice (perle) i ulagala u žlijeb u lijevanom metalnom podnožju glačala. Da se smanji pristup uzduha, takav bi se grijajući još i zatio šamotnom ili keramičkom masom. Najnovija glačala imaju cijevni grijajući privaren na podnožnu ploču.

Ranije se smatralo da je za glačanje rublja potreban osim topline i tlak, pa se u glačala ugradivalo uteg od ljevena željeza; stoga su ona bila prilično teška (do 3 kg). Tek pred desetak godina utvrđeno je da za glačanje primjereno vlažnog rublja nije uopće potreban tlak, već samo toplina. Zbog toga novija glačala nemaju uteg, a donja polirana ploča umjesto od ljevena željeza pravi se često od aluminijuma ili čak čeličnog lima.



Sl. 38. Električno glačalo s bimetalnim termostatom. 1 Priključni gajtan, 2 signalna žaruljica, 3 priključne stezaljke, 4 priključci termostata, 5 keramički izolator, 6 pomični kontakt termostata koji se ručno postavlja a kojim upravlja bimetala traka, 7 fiksni kontakt termostata, 8 bimetala traka s kontaktnim krakom, 9 ploča za glačanje s grijajućom spiralom, 10 osovina regulatora, 11 dugme regulatora

Pamučna i lanena tkiva nisu jako osjetljiva prema višim temperaturama, ali sintetska jesu, a vunena i svilena su po osjetljivosti negdje u sredini. U početku se pri glačanju vunenih, svilenih i sintetskih tkanina (ukoliko se ove posljednje tkanine uopće smiju glijati) temperatura glačala smanjivala ručnim isključivanjem struje, a sada glačala imaju termostat koji s pomoću bimetalnog regulatora isklapa struju čim temperatura prekorači dozvoljenu, unaprijed namještenu granicu (sl. 38 a, b). Da bi se prilikom prekidanja i uklapanja struje sprječilo stvaranje električnog luka, moderna glačala imaju pernu sklopku koju pokreće bimetali regulator. Takvi regulatori mogu održavati konstantnu temperaturu u području od 60 do 220 °C. Da se podnožje ne bi suviše zagrijalo, glačala starijeg tipa imala su grijac snage 200...400 W. Primjena regulacijske automatike omogućila je upotrebu jakih grijaca, snage i do 1000 W, čime se znatno skratilo vrijeme zagrijavanja glačala.

Žaruljica na bakelitnoj ručki glačala pokazuje da li je grijac pod naponom. Pokrovna kapa je od kromiranog čeličnog lima. Gajtan je priključen ili straga s desne strane ili na sredini ručke kako bi glačalo bilo jednakom prikladno i za dešnjake i za ljevake. Radi toga i ručka ima oslonac za palac na objema stranama.

Već vrlo dugo upotrebljava se u Americi glačalo iz kojeg kroz kanale ugrađene u prednjem dijelu podnožja izlazi vodena para i vlažni rublje za vrijeme glačanja. Iznad grijaca, u naročito formi-

ranoj ručki, ugrađen je mali kotlić s vodom iz kojega po želji kapa voda na ugrijano podnožje i stvara paru. U posljednje vrijeme i evropski su proizvođači prihvatali ovako usavršeno glačalo. Time otpada potreba vlaženja rublja i odjeće i glačanja naslijepo, preko vlažne krpe.

Strojevi za glačanje. U obrtu i industriji već se skoro pola stoljeća uspješno upotrebljavaju strojevi za glačanje. To su u početku bili aparati u obliku preše, kojima se gornja ploča zagrijavala parom, a kasnije električnom energijom. Konstrukcija manjih aparatova današnjeg oblika s valjkom (sl. 39) potječe iz 1930.



Sl. 39. Stroj za glačanje, stojeći model

Dužina valjka iznosi u prosjeku 65 cm, promjer 16 cm. Lijevi je kraj valjka slobodan, da bi se lakše glačali ovratnici, rukavi, suknje i slično. Valjak ima mekanu oblogu (najčešće od čelične vune) i presvlaku od platna, a može se okretati različitim brzinama (5, 6 i 7,5 okretaja na minutu, već prema vrsti rublja koje se glačaju), pokretan elektromotorom preko prenosa. Pritisak na nožnu sklopku, na valjak s rubljem spušta se, ili se s njega podiže, valjkasta ljsuka koju zagrijavaju dva grijajuća ukupne snage 2-3 kW. Automatski termostati održavaju odabranu temperaturu unutar granica 50 i 230 °C. Ako rublje nije dovoljno vlažno, ono se mora prije glačanja nakvasiti, kao i pri glačanju glačalom. Takvi se aparati upotrebljavaju mnogo u praonicama, čistionicama, itd., ali zbog svoje ekonomičnosti oni polagano prodiru i u kućanstva.

Specifična snaga potrebna za glačanje iste vrste rublja iznosi pri ručnom glačalu npr. $\sim 5 \text{ W/cm}^2$ glačajuće površine, a u stroju za glačanje samo $\sim 1 \text{ W/cm}^2$. Budući da stroj ima pet puta veću korisnu površinu nego glačalo, na njemu se može za jedan sat izglačati 5,4 kg suhog rublja, a glačalom samo 2 kg. Aparati za glačanje grade se kao stolni ili kao stojeci modeli.

ELEKTRIČNI UREĐAJI ZA GRIJANJE, ZRAČENJE I HLAĐENJE PROSTORIJA

Za grijanje prostorija danas se osim uobičajenih goriva (drveta, ugljena plina i loživog ulja) sve češće upotrebljava i električna energija.

Električno grijanje prostorija vrlo je čisto; ono daje jednakomjernu toplinu, a proradi odmah čim se uklope električne peći. Rukovanje električnim pećima vrlo je jednostavno, jačina grijanja može se regulirati ručno ili automatski, peći su vrlo sigurne u eksploataciji a ne trebaju dimnjak. Nasuprot ovim prednostima električnog grijanja stoji kao glavni nedostatak njegovog relativna skupoca. Osim toga se kao nedostaci navode da je uzduh u električno grijanim prostorijama suh i da je izmjena uzduha u jako naseljenim prostorijama premala. Prvenstveno iz ekonom-

skih razloga električno se grijanje usprkos svojim prednostima još razmjerno malo primjenjuje, naročito kao osnovno i glavno.

Prve pokusne električne peći pojatile su se s prvim primjenama električne struje. Grijajuća otpornik prvi je patentirao Amerikanac G. B. Simson 1861, ali tek izum dinama osigurao je dovoljno električne energije za električne peći. Svojom su konstrukcijom električne peći krajem prošlog stoljeća bile jako slične današnjim žarnim pećima. U početku se za izradu grijajuća upotrebljavala željezna žica, a tek kasnije su željezo zamjenile različne otpornje legure, npr. krom-nikal. Radna temperatura prvih peći bila je prilično niska, $\sim 200^\circ\text{C}$. Među prve objekte koji su se grijali potpuno električki idu električni vlakovi. Do drugog svjetskog rata smatralo se da je električno grijanje prostorija prikladno samo kod dodatno, mada je već dvadeset godina ovog stoljeća, kad se elektrifikacija rasirala, bilo pokušaj s akumulacijskim pećima, pa čak i s električnim otpornim, lučnim i induktivnim grijanjem vode centralnog grijanja koristeći jeftiniju noćnu tarifu električne energije. Tek poslije drugog svjetskog rata potcoelo se ponovno upotrebljavati električno grijanje kao glavno i jedino.

Toplina proizvedena u grijajuću električne peći prenosi se na okolinu konvekcijom ili isijavanjem (v. *Prenos topline*), ili kombinacijom obaju načina. Koja će se vrsta prenosa topline primijeniti u praksi zavisi od smještaja električne peći i njezine namjene. Tako će npr. za zatvorene i toplinski dobro izolirane prostorije biti najprikladnije peći s pretežno konvekcijskim prenosom topline, dok će za prostorije gdje vlađa promjena, za hladna kupatila ili na otvorenom, npr. za prostore ispred kavana gdje se sjedi i zimi, doći u obzir peći s jakim isijavanjem (v. *Grijanje*).

S obzirom na vrijeme i način upotrebe može se električno grijanje podijeliti na dodatno grijanje i osnovno ili jedino grijanje. Za dodatno grijanje električne peći se upotrebljavaju samo kroz kraće vrijeme u prelazno doba godine, kad se još ne loži, ili kao dodatak osnovnom grijanju za vrijeme jakih hladnoća. Električno grijanje kao osnovno i jedino u toku cijelog dana bilo je preskupo, i primjenjivalo se samo iznimno, jer je trebalo električnu energiju dovoditi grijajuću kroz cijeli dan. Međutim, u posljednje vrijeme usavršene su akumulacijske peći koje u toku noći, dok je električna energija jeftinija, prikupljaju toplinu pa je prenose u prostoriju tokom cijelog dana. Tako je primjenom noćne tarife postalo električno grijanje konkurentno drugim vrstama grijanja. U zemljama gdje postoje i dnevni viškovi električne energije pronađene su i propagiraju također različita druga rješenja ekonomičnog električnog grijanja bez akumulacije, a s pomoću prikladnih tarifa.

Pri ocjeni ekonomičnosti električnog grijanja u poređenju s drugim vrstama grijanja treba osim troškova goriva ili energije za proizvodnju iste količine topline uzeti u obzir i troškove dopreme goriva, loženja, održavanja, čišćenja prostorija itd.

Kao i za druge vrste grijanja, tako se i za električno grijanje dimenzije i kapacitet peći određuju prema zapremini prostorija i razlici između tražene temperature u prostoriji i najniže vanjske temperature (v. *Grijanje*). Tabl. 7 daje potrebnu snagu električne peći u zavisnosti od tih parametara.

Tablica 7
SNAGA ELEKTRIČNE PEĆI U ZAVISNOSTI OD ZAPREMINE PROSTORIJE I RAZLIKE IZMEĐU UNUTARNJE I VANJSKE TEMPERATURE

Zapremina prostorije (m^3) koju treba zagrijati da razlika između vanjske i unutarnje temperature bude				Potrebita snaga električne peći, kW
10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	
30	15	10	—	0,5
60	30	20	10	1
90	45	35	25	1,5
125	60	50	35	2
160	85	65	50	2,5
195	105	80	60	3
235	125	95	70	3,5
280	150	115	85	4
375	200	155	110	5
490	260	200	140	6
610	325	250	175	7
740	390	295	210	8
860	455	345	250	9
1000	520	390	300	10

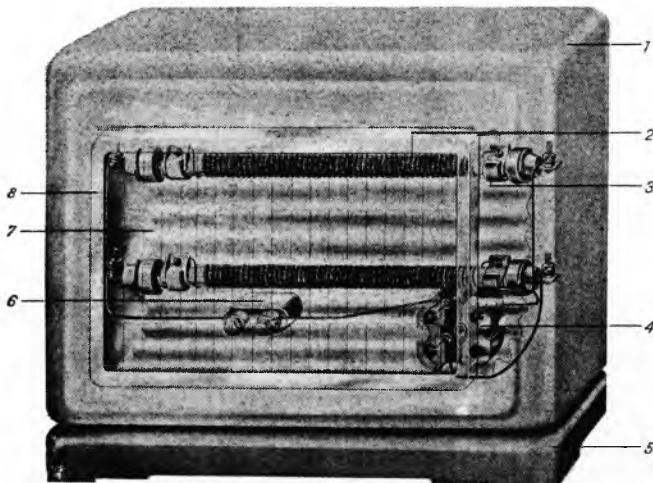
Izvedbe električnih peći i grijalica. Električne peći i grijalice mogu se podijeliti prema načinu na koji prenose toplinu na okolišni prostor i prema stupnju akumulacije topline. Tako postoje radijacijske grijalice, konvekcijske grijalice, kombinirane grijalice, radijatorske peći, akumulacijske peći i specijalni klima-uredaji za zagrijavanje i hlađenje prostorija. Grijalice su redovito prenosive, a električne peći prenosive ili ugradene. (Općenito

govoreći, ne postoje peći koje samo isijavaju ili prenose toplinu samo konvekcijom, već u jednih prevladava prvi a u drugih drugi način prenosa topline.)

Svaka električna grijalica ili peć sastoji se od više grijaća, okućja peći, sklopke za reguliranje snage, i različitih dodatnih uređaja. Grijaci električne peći rade uglavnom samo na principu otporskog grijanja (v. *Elektrotermija*). Sastoje se od trakastog ili spiralnog namotaja grijajuće žice i izolacijskog tijela. Kao materijali za grijajuće upotrebljavaju se danas prvenstveno legure kroma, nikla, aluminijuma i željeza, npr. Cekas 2 (NiCr 80 : 20), koje imaju visoki specifični otpor i visoku temperaturu taljenja a ne oksidiraju se pri radnim temperaturama od 600 do 1000 °C (v. *Elektrotehnički materijali*). Držači grijajućih namotaja izrađeni su od izolacijskog materijala otpornog prema toplini, kao što su npr. magnezijum-oksid, stearit, azbest, tinjac, šamot i druge keramičke mase. Grijaci namotaj može biti neizoliran i samo namotan na štap, šipku ili cilindar od izolacijskog materijala, ili je utisnut u izolacijski materijal. U cjevastim grijajućima namotaj je zajedno s izolacijskom masom utisnut još u metalnu cijev. Takvi grijaci zaštićeni su od pristupa uzduha i vlage, te se danas često primjenjuju.

Radijacijske (isijavajuće) grijalice. Ovamo spadaju žarne peći i tzv. infra-grijalice. Osnovna je karakteristika svih takvih peći i grijalica da se pretežni dio stvorene toplinske energije prenosi na prostor i predmete isijavanjem.

Žarne peći (sl. 40) među njima su najjednostavnije a sastoje se od 2 do 4 štapasta grijajuća snage ~ 500 W smještena horizontalno u limenom okućju. Stražnja strana okućja izrađena je kao reflektor za svaki grijac; prednju stranu zatvara zaštitna rešetka.



Sl. 40. Žarna grijalica. 1 Kućište, 2 grijajuća spirala na keramičkom štalu, 3 kontaktna opruga, 4 sklopka, 5 postolje, 6 utičnica za priključni savijljivi vod, 7 limeni reflektor, 8 zaštitna mreža

S pomoću preklopke može se uklopiti samo jedan grijac ili više njih odjednom. Ove su peći prenosive i mogu se priključiti na bilo koju utičnicu.

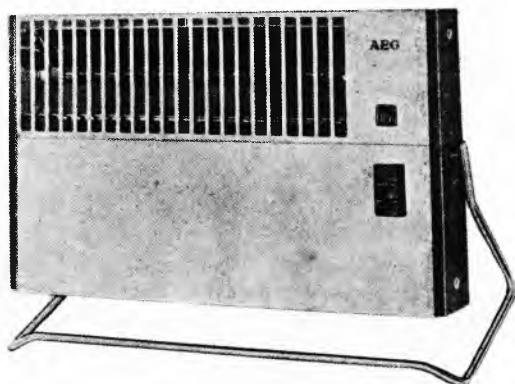
Infra-grijalice (grijalice infracrvenim zrakama) posebna su vrsta radijacijskih peći. Dijele se prema radnoj temperaturi na dvije vrste; prve rade na nešto višoj temperaturi (> 250 °C),



Sl. 41. Infra-grijalica

ponekad i do tamnocrvenog žara; druge rade na nižim temperaturama (između 30 i 80 °C). Infra-grijalice više temperature imaju cjevast grijac učvršćen u metalnom reflektoru koji usmjeruje toplinske zrake u određeni sektor. Grijaci mogu biti savijeni

(sl. 41) ili ravni. Za grijanje u dvoranama i na slobodnom prostoru upotrebljavaju se infra-grijalice s ravnim grijajućima snage 1...5 kW smještenim u kućištu s reflektatom duljine 1 m i više. Primjenom pogodne (niže) radne temperature i izborom odgovarajućeg materijala postiže se najprikladnija valna dužina toplinskih zrakâ, tj. takva da je, s jedne strane, uzduh mnogo ne apsorbira, ali odjeća, čovječeće tijelo i neki drugi predmeti jako apsorbiraju. Grijajući radijacijskih sistema koji rade na najnižim temperaturama ugrađuju se u strop, zidove i/ili pod, te oni griju žbuku, tako da cijela površina stropa, zida ili poda isijava toplinske zrake.

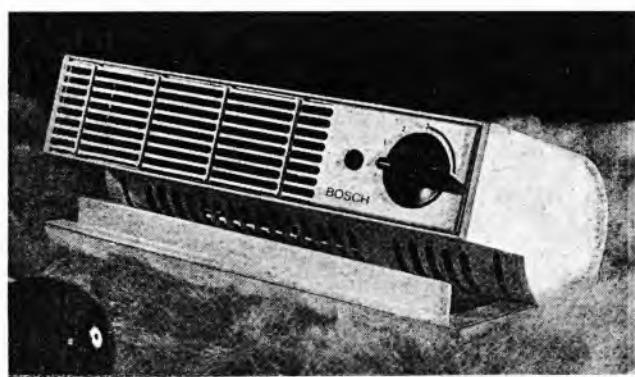


Sl. 42. Kombinirana radijacijska i konvekcijska grijalica

Konvekcijske (konvektorske) peći prenose toplinu pretežno konvekcijom i griju prostorije toplim uzduhom. Grijajući su im ugrađeni u plosnato limeno kućište koje je otvoreno samo na gornjoj i donjoj strani. Kroz donji otvor ulazi hladni uzduh a kroz gornji izlazi topli. Ugrijane čone plohe isijavaju takoder dio topline. Radi održavanja stalne temperature predviđen je obično termostat. Grijajući takvih grijalica imaju snagu 1000...2000 W.

Kombinirane grijalice jesu električne peći u kojima samo gornji grijac radi kao radijacijska grijalica, a svi ostali ispod njega kao konvekcijska peć (sl. 42).

Ventilatorske grijalice (kaloriferi) (sl. 43) idu, u stvari, među konvekcijske peći. Te grijalice obično imaju 2 grijajuća po 1000 W i mali ventilator kapaciteta 2 m³/min koji preko grijajuća tiska uzduh u prostoriju. Zbog toga se uzduh u prostoriji brzo mijesha, pa



Sl. 43. Ventilatorska grijalica (kalorifer)

se ona relativno brzo zagrije. Ventilator može raditi i bez uključenih grijajućih elemenata i služiti za hlađenje ljeti. Termostat regulira temperaturu održavajući je na željenoj visini u području od +5 do +35 °C. Bimetalični zaštitni prekidač isklapa struju kad se prekorači namještена temperatura.

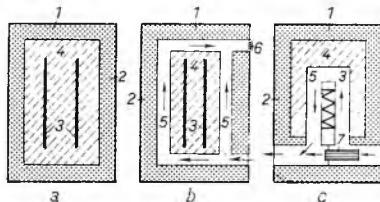
Na istom principu grade se i veće ventilatorske grijalice (kaloriferi) za zagrijavanje izložbenih, radioničkih i drugih hala i prostorija. Take grijalice imaju snagu od 6 do 24 kW a ventilatori odgovarajući kapacitet. Uzduh se u tom slučaju može po želji ili dovoditi samo izvana, ili samo iz prostorije, ili kombinirano. Takvim uređajima mogu se dodati filtri, vlažila i drugi uređaji.

ELEKTRIČNI KUĆANSKI STROJEVI

Radijatorske peći imaju okućje slično radijatorima za centralno grijanje a montirane su na točkovima kako bi se mogle premještati iz jedne prostorije u drugu. U njihova okućja ugrađeni su cijevni grijaci snage 1500···2500 W, koji se mogu uklopiti djelomično ili u cjelinu s pomoću preklopnika. Okuće je napunjeno uljem ili vodom. Prednost se daje ulju jer zbog više tačke ključanja može akumulirati više topline i manje se isparava. Stalnu unaprijed namještenu temperaturu održava termostat. Takve peći prenose 20% topline zračenjem a 80% konvekcijom.

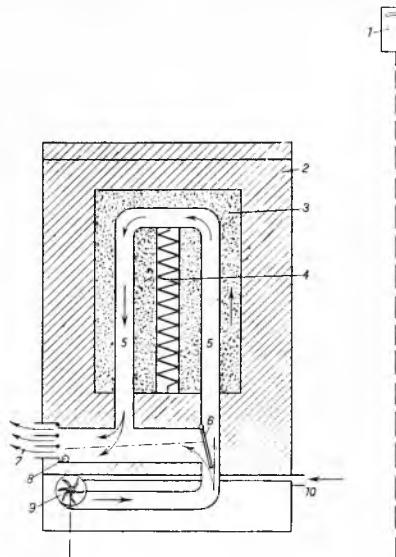
Ponekad se takvi grijaci ugrađuju u specijalno za tu svrhu adaptirane radijatore postojećeg centralnog grijanja i služe za dodatno grijanje prvenstveno u prelaznom periodu.

Akumulacijske peći akumuliraju toplinu koju električni grijaci stvaraju noću, kad je električna energija jeftinija, a tokom dana tu toplinu polagano odaju i zagrijavaju prostoriju. Akumulator topline takve peći sačinjava blok od magnezitne opeke, nekog kamena ili metala u koji su ugrađeni grijaci, obično cjevastog tipa, snage 1,5···7,5 kW. Oko te jezgre ugrijane i do 600 °C postavljen je izolacijski sloj koji sprečava odlazak topline. Kao vanjska obloga peći služi lim ili keramičke ploče. Takve peći služe za osnovno grijanje prostorija. Prema načinu kako predaju toplinu prostoriji razlikuju se tri sistema gradnje. Peći gradene po prvom sistemu imaju takvu toplinsku izolaciju oko jezgre da propušta upravo toliko topline koliko je potrebno za grijanje prostorija (sl. 44 a).



Sl. 44. Shematski prikaz konstrukcije raznih vrsta običnih akumulacijskih električnih peći.
a) Prostorija se grije samo toplinom koju propušta toplinska izolacija peći, b) toplina se prenosi u prostoriju uglavnom konvekcijom posredstvom uzduha koji struji prirodno ili
c) prisilno kroz jezgru peći

U drugoj izvedbi kroz jezgru prolaze kanali kojima uzduh prirodno ili prisilno struji (sl. 44 b, c). U trećoj izvedbi, koja je najčešća (sl. 45), jezgra je vrlo dobro toplinski izolirana, tako da kroz



Sl. 45. Princip akumulacijske peći s automatskom regulacijom. 1 Regulator temperature, 2 toplinska izolacija, 3 keramička žarna jezgra, 4 grijalo, 5 kanali za strujanje uzduha, 6 vratasca za miješanje tolog i hladnog uzduha kojima upravlja bimetalno pero, 8 izlaz tolog uzduha, 9 ventilator, 10 ulaz hladnog uzduha

tovo isključivo konvekcijom s pomoću uzduha koji prisilno cirkulira kroz zagrijevne kanale. Poseban automatski uređaj regulira zagrijavanje jezgre, a da bi se održala određena sobna temperatura, regulatori topline i vremenske sklopke otvaraju prolaz za ugrijani zrak te uključuju i isključuju ventilator.

Po pravilu svi se akumulacijski sistemi grade tako da se u slučaju veće hladnoće mogu priključiti na mrežu i danu. Neke akumulacijske peći imaju i dodatne grijace, snage do 1,5 kW, kojima se kod veće hladnoće i preko dana dogrijava peć. Sobne akumulacijske peći teške su 100···400 kg.

Klimatizacijski uređaji. U ovim uređajima električna energija se također upotrebljava za grijanje s pomoću otporskih grijaca i za pogon kompresora rashladnog stroja (v. *Klimatizacija*).

ELEKTRIČNI APARATI ZA ČIŠĆENJE PROSTORIJA I PREDMETA

Prašina raspršena u uzduhu prodire u kuće i prostorije i tamo se sliježe na podove, zidove i površine predmeta. Pored sitnih čvrstih čestica, prašina ponekad sadrži također sastojke štetne za zdravlje, bakterije i virus. Zbog toga uklanjanjem prašine ne udovoljava se samo zahtjevu za urednošću nego je ono i higijenska potreba. Prašina se ne može potpuno odstraniti metenjem i brisanjem, jer se pri tom znatan dio nje užvitl i zatim pada na drugo mjesto. Stoga se posljednjih nekoliko decenija sve više upotrebljavaju specijalni elektro-mehanički aparati, tzv. usisači, koji s pomoću podtlaka uzduha na sapnici aparata usisavaju prašinu s površina. Usisači su naročito prikladni za odstranjivanje prašine sa neravnih površina i tkanina kao što su zastori, sagovi i tapecirano pokućstvo.

Prvi usisač prašine patentirao je Englez H. C. Booth još 1901; od tada se je upotreba usisača vrlo proširila, pa se oni danas mnogo upotrebljavaju u stanovima, hotelima, bibliotekama, skladištima, željezničkim vagonima, u industriji i drugdje.

Usisač prašine sastoji se od sapnice, vrećastog filtra, uređaja za stvaranje podtlaka (usisnog ventilatora, mlaznice ili vakuumske sisaljke) i okućja. Zbog podtlaka koji se stvara na ušću sapnice, atmosferski tlak tjera uzduh u sapnicu. Ako se ona nalazi dovoljno blizu predmeta koji valja očistiti, mlaz uzduha podiže s njega prašinu i nečistoću i povlači je sa sobom kroz otvor sapnice i cijevni vod u okućje, gdje je vrećasti filter od tkanine ili papira zadrži i time ukloni iz struje uzduha.

Usisači prašine mogu biti stabilni, prevoznii ili prenosni. Prenosni usisači dijele se na ručne usisače, usisače montirane na saonicama i usisače u obliku lonca. Ručni usisači prašine obuhvaćaju danas 80% cijelokupne proizvodnje. Oni se izrađuju ponekad sa štapom za držanje, a često bez njega (sl. 46). Na ručnim usisačima spojena je sapnica s okućjem izravno ili kracom cijevi, a na usisačima sa sanjkama ili loncem, s pomoću gibljivih ili gibljivih i krutih cijevi.

Vrećasti filter ima površinu od 1200···2000 cm² i na ručnim usisačima obično je ugrađen izravno u okućje aparata, ispred aksijalnog ventilatora; u tom se slučaju mlaz uzduha vodi aksijalno. Ako je filter smješten izvan okućja (v. sl. 46), primjenjuje se centrifugalna duhaljka koja usmjeruje mlaz uzduha okomito na os duhaljke u smjeru vrećice.

Za pogon ventilatora koji stvara vakuum u okućju usisača služe danas univerzalni brzohodni kolektorski motori koji se redovito napajaju iz gradske električne mreže. Neki usisači imaju automatski zaštitnik kolektora koji prekida napajanje ako se istroše ćetkice. U posljednje vrijeme izrađuju se za automobile mali usisači čiji se elektromotor napaja iz 6- ili 12-voltnog automobilskog akumulatora.

Dok su se ranije okućja, cijevi i sapnice izradivale od metalova, danas se za tu svrhu prvenstveno upotrebljavaju umjetne mase. Da bi usisač bio što univerzalniji, on je obično opremljen većim brojem izmjenljivih sapnica različitih oblika i veličina, prilagođenih čišćenju različnih vrsta predmeta. Ako se usisna cijev premjesti na otvor kroz koji uzduh izlazi iz usisača, dobiva se duhaljka. S pomoću odgovarajućih sapnica ili raspršivača može se usisač u tom slučaju upotrijebiti za sušenje kose, rasprskavanje i štrcanje boje ili sredstva za uništavanje gamadi, itd.

Karakteristike usisača jesu: snaga elektromotora (150···600 W), broj okretaja 1000···1800/min, podtlak 50···150 cmH₂O, količina usisanog uzduha 1000···2000 l/min. Podtlak i količina

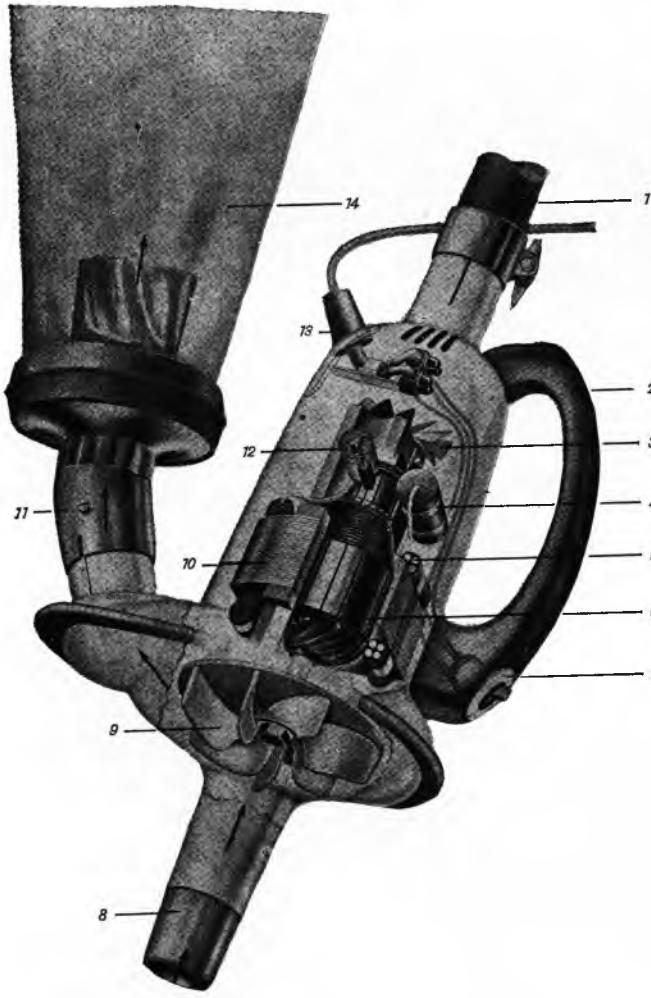
vanjsku oblogu predaje samo neznatne količine topline dovoljne za minimalno zagrijavanje prostorija; ostala toplina odaje se go-

uzduha, a time i usisna moć usisača (podtlak puta količina uzduha na minutu), zavise dakako od oblika pojedinih sapnica.

Čišćenje podova, sagova i cipela. Za čišćenje i laštenje podova služe električne laštilice parketa. Elektromotor takve laštilice okreće preko prenosa 2 ili 3 okrugle četkice koje se vrte u suprotnim smjerovima brzinom $\sim 800 \text{ min}^{-1}$. Ponekad se ovakvim laštilicama dodaje štrcaljka za laštilo i usisač prašine.

Za čišćenje sagova služe elektromotorom zagonjena mlatila; valjak s udarajkom i četkicom, zagonjen elektromotorom od $\sim 60 \text{ W}$, okreće se brzinom $\sim 400 \text{ min}^{-1}$ a priključeni usisač istodobno usisava prašinu. Tom aparatu može se dodati i štrcaljka za pjenušavi detergent.

Za čišćenje cipela primjenjuju se električne laštilice obuće; elektromotor okreće četke koje skidaju i usisavaju prašinu, a s pomoću uštrcanog laštila poliraju kožu cipela.



Sl. 46. Ručni usisač prašine (AEG-Vampyrette) 1 Štap za držanje, 2 držak, 3 ventilator za hlađenje elektromotora, 4 kondenzator za sprečavanje iskara (radiosmetnji), 5 namot statora, 6 rotor s kolektorom, 7 sklopka, 8 usis uzduh, 9 usisni ventilator, 10 statorski paket limova, 11 ispusna cijev, 12 uglijene četkice, 13 priključni gajtan, 14 vrećica za skupljanje prašine

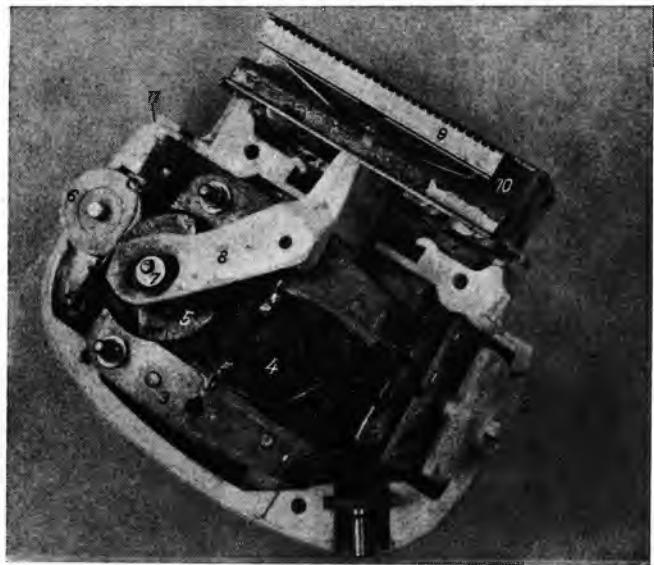
Svi ovi aparati izrađuju se bilo posebno za svaku namjenu bilo kao dodatni pribor usisačima.

ELEKTRIČNI APARATI ZA ODRŽAVANJE LIČNE HIGIJENE

Osim električnih aparata koji zagrijavaju vodu, pa tako služe i za održavanje osnovne tjelesne higijene — umivanje i kupanje —, danas postoje i električna pomagala namijenjena isključivo ličnoj higijeni.

Električni brijaći aparati pojavljuju se u USA dvadesetih, a u Evropi tek tridesetih godina ovog stoljeća, ali su se u većoj mjeri počeli upotrebljavati tek poslije drugog svjetskog rata. Ovi aparati rade na principu škara, slično kao ručni stroj za šišanje.

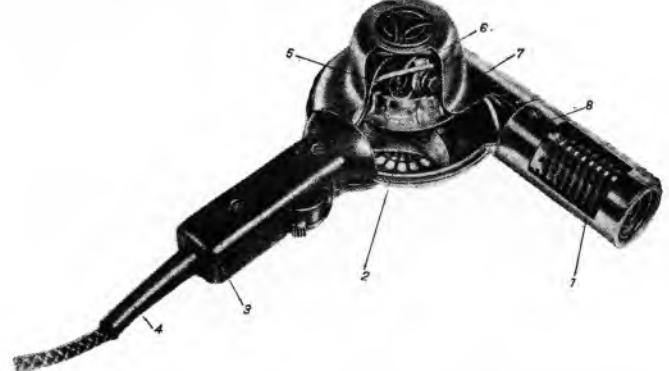
Prema konstrukciji dijele se električni brijaći aparati na dvije vrste. Prvi imaju dva češljasta noža; jedan nož je fiksni i pritiše se uz bradu, a ispod njega je pomični nož pokretan vibratom ili elektromotorom (sl. 47). Druga vrsta ima male roti-



Sl. 47. Električni brijaći aparat (Remington Rolllectric). 1 Utičnica, 2 mjenjač napona, 3 statorski paket, 4 namot statora, 5 rotor s ekscentrom, 6 pokretač rotora, 7 osovina rotora s ekscentrom, 8 poluga za micanje noža, 9 češljasti pomični nož, 10 nepomični nož, 11 kućište

rajuće ili vibrirajuće noževe pokriveno tankom mrežicom koja se pomiče po licu. Elektromotor ili magnetski vibrator dobivaju električnu energiju iz gradske mreže ili iz baterije umetnute u dršku aparata. Većina aparata izvedena je tako da može izravno ili uz poseban dodatak i podšišati kosu na vratu i sljepoočnicama, podrezati brkove, itd.

Aparati za sušenje kose sastoje se od okućja u kome je smješten elektromotor zagonjen ventilator i grijач uzdaha. Njihova okućja ranije su se izradivala od lima a danas se prave od plastike. Proizvode se tri tipa ovakvih aparata: ručni, stolni i zidni. Ručnim aparatom (sl. 48) duše se topli uzdah izravno u kosu; stolni tip tjera uzdah kroz savitljivu cijev u plastičnu kapu s rupicama koja se stavlja na glavu; zidni tip puše topli uzdah u čvrsto zvono koje je obješeno o zid. Temperaturna zaštita isklapa struju kada temperatura u aparatu naraste iznad 70°C . Grijач se može iskopčati, pa duhaljka onda puše hladan uzdah. Temperatura uzdaha za sušenje regulira se automatski po želji od 35 do 70°C .



Sl. 48. Ručni aparat za sušenje kose. 1 Grijalo, 2 krila ventilatora, 3 držak sa sklopkom, 4 priključni gajtan, 5 kondenzator za sprečavanje iskrena (radiosmetnji), 6 elektromotor, 7 kućište, 8 mlaznica

Aparati za sušenje ruku rade na istom principu kao aparati za sušenje kose. Oni se uklapaju nožnom ili ručnom sklopkom koja može imati i vremenski mehanizam za isklapanje ili automatsko uklapanje s pomoću foto-ćelije kad se ruka stavi u aparat. Sušenje s pomoću takvih aparata vrlo je higijensko jer ruke pri tom ne dolaze u dodir ni s kakvim predmetom koji bi mogao biti

nosilac klica. Ako se ruke suviše često suše u toploem zraku, ne-staje prirodna masnoća kože, što može dovesti do kožnih oboljenja. Higijeničari stoga ne preporučuju ove aparate za stalno sušenje ruku; oni se upotrebljavaju uglavnom samo na javnim mjestima.

Električna četka za pranje zubi (sl. 49) aparat je novijeg datuma. Baterija ili akumulator pokreće magnetski vibrator koji miče četkicu gore-dolje. Time se postiže bolje čišćenje zubi i uspešnije masiranje desni. Aparat se isporučuje sa više izmjenljivih četki, tako da ga može upotrebljavati cijela obitelj. Akumu-



Sl. 49. Električna četka za pranje zubi

latorski aparati imaju i uređaj za punjenje akumulatora (2 W) ugrađen u stalku za odlaganje. Takođe aparati grade se i za priključak na mrežu.

Jastuci za grijanje se upotrebljavaju za zagrijavanje pojedinih dijelova tijela, također radi smanjenja bola ili liječenje nekih bolesti, npr. išijasa. U njima je otporna grijaća spirala izolirana azbestom i ušivena u jastuk. Termostatski bimetalni regulator održava konstantnu temperaturu, koja se obično može mijenjati u tri stepena preklopnikom na priključnom gajtanu. Električna snaga iznosi 15, 30 i 60 W. Kako priključni kabel ovih aparata dolazi u neposredni dodir s čovječjim tijelom, i to često još i u vlažnoj atmosferi, za ove aparate važe često posebno strogi propisi o izolaciji. Zaštitni termostat ograničava temperaturu na 85 °C. Postoje i specijalni mali jastuci za grijanje oboljelog oka, uha ili vrata.

Slično kao električni jastuci konstruirani su električni pokrivači i vreće za grijanje nogu, koji, međutim, ne služe tome da do određenog dijela tijela dovedu toplinu, nego treba da zaštite tijelo od gubitka topline. Rade na temperaturama od 40 do 45 °C. Da bi se kod pokrivača smanjila opasnost od strujnog udara, ne upotrebljava se napon od 220 V već samo 42 V (za ovaj napon važi blazi propisi). U regulatoru kojim se podešava rad aparata ugrađen je i transformator napona. Specifična je snaga aparata ispod 100 W/m². Vreća za noge ima uklopnu snagu od svega 40 W.

ELEKTRIČNI ALAT ZA UPOTREBU U KUĆANSTVU

Za različite popravke u kući, a naročito za amatersku izradu novih predmeta, postoje električni alati slični ili jednaki alatima u obrtničkim i industrijskim radionicama. Ovamo se ubrajuju i električni strojevi za uređivanje vrta.

Univerzalni električni alat. Za kućanstvo se proizvodi i univerzalni električni alat kojim se mogu obavljati raznovrsni radovi (sl. 50 i 51). Osnova je tog univerzalnog alata električni stroj za bušenje, koji sa dvije radne brzine i s pogonom za udaranje, u kombinaciji s ostalim priborom, buši, dubi, glođe, pilni, tokari, blanja, brusi i polira drvo, beton, kamen i metale. Za pogon alata služi kolektorski elektromotor (velikog pokretnog momenta i znatne

preopterećljivosti) snage do 400 W, koji predaje ~ 200 W mehaničke snage. Uobičajene su dvije radne brzine pod teretom: ~ 800 i 1500 min⁻¹, a preko pogona za udaranje dobiva se 10 000



Sl. 50. Električni stroj za bušenje (u prozirnom plastičnom kućištu) (Iskra, Kranj)

do 20 000 titraja u minuti. Cjelokupni pribor smješten je u dvo-dijelnom kovčegu i sastoji se od pričvrstnog jarma za bušilicu, male i velike stege na vijak, više spiralnih svrdla i dubila, brusne ploče, čelične četke, gumenog brusnog tanjura, jastuka za poliranje, više brusnih papira, odvijača, pribora za montiranje, ručne i stolne kružne pile s više listova i uredaja za šiljatu pilu.

Osim ovog standardnog pribora postoji i dodatni pribor: stalak za bušači stroj, montažni tokarski stol s priborom za tokarenje, gibljivo vratilo s različitim glodalima, klatni brusač i ručni alat.



Sl. 51. Garnitura univerzalnog alata koji se može priključiti na električni stroj za bušenje

Električni strojevi za uređivanje vrta. Među električne strojeve koji služe za uređivanje vrta spadaju električne kosilice i električne škare za rezanje živice. Za pogon tih strojeva treba na pogodnom mjestu predvidjeti električnu utičnicu tako da napojni kabel ne bude dulji od 30 m.

Električne kosilice služe za njegovanje tratinu koje treba u toku godine kosit nekoliko desetaka puta. Električne kosilice imaju pred motornima prednost što ne prave buku i sigurnije

su u pogonu. Izrađuju se u dvije konstrukcijske varijante: jedne kose travu s pomoću noža valjkasta oblika s horizontalnom osovinom, koji se okreće u čvrstom okviru (princip škara), a druge sijeku travu pločastim nožem koji brzo rotira oko vertikalne osi (princip kose). Visina košenja može se u oba slučaja podešavati.

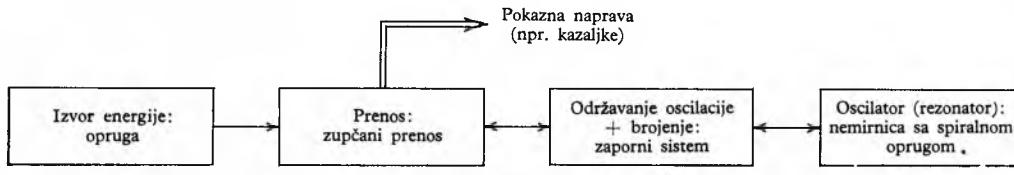
Kosilice s valjkastim nožem ne mogu kositi visoku travu, širina košenja je manja od širine stroja (nije moguće prići do obzidanih rubova). Motor istovremeno pokreće i kosilicu po travnjaku. Električne kosilice s horizontalnim rotirajućim nožem (koje se više upotrebljavaju) mogu kositi i visoku travu; širina košenja je jednak širini stroja (može se kositi sve do zida), ali se stroj mora gurati rukom. Rotirajući ravni nož je dvo- ili četverokraki ili u obliku ploče s izmjenljivim trokutnim noževima. Širina košenja iznosi 25...50 cm. Između motora i noža ugradena je klizna spojka radi zaštite ako bi nož naišao na prevelik otpor. Pogonski elektromotor je jednofazni asinhroni (s kondenzatorom ili pomoćnom fazom), a ima brzinu vrtnje $\sim 2800 \text{ min}^{-1}$.

Električne škare služe za obrezivanje živice i grmlja. Kako je rezanje ručnim škarama vrlo zamoran fizički posao, električne su škare vrlo korisno pomagalo. Električne škare rade ili tako da se pomicu dva niza noževa poredanih na štapu ili da rotira nož ispod mirujućeg srpa.

LIT.: J. F. Wostrel, J. G. Pratz, Household electric refrigeration, New York 1948. — P. Scholl, Kühlchränke und Kleinkälteanlagen, Berlin-Heidelberg-New York 1960. — L. J. Peet, L. S. Thye, Household equipment, New York 1961.

V. Majer

ELEKTRIČNI SATOVI, instrumenti za mjerjenje proteklog vremena. Električna energija primjenjuje se u njima za obavljanje jedne funkcije ili više njih, kao što su navijanje, održavanje oscilacija u oscilatoru (rezonatoru), pogon pokaznog mehanizma i daljinski prenos izmjerene vremenske vrijednosti. Mjerjenje proteklog vremena provodi se u satovima brojenjem vremenskih intervala tačno određenog trajanja koji su protekli (već prema namjeni sata) bilo od početka događaja čije se trajanje mjeri bilo od unaprijed utvrđenog trenutka. Za štoperce počinje brojenje intervala, tj. mjerjenje proteklog vremena, npr. od starta nekog natjecatelja, a za satove opće upotrebe od podneva ili ponoći zonskog vremena koje važi za dotično mjesto.



Sl. 1. Blokshema mehaničkog sata s nemirnicom

Kao osnovni vremenski interval za mjerjenje proteklog vremena služi u svakom satu trajanje jedne njegove oscilacije (jedne perioda njihanja). Za brojenje vremenskih intervala i pokazivanje proteklog vremena najčešće se primjenjuju sistemi s kazaljkama, a ponekad i mehanički, električni i elektronički brojači s pripadnim (obično digitalnim) pokaznim napravama ili zapisnim (registration) aparatima. Proteklo vrijeme ne izražava se, međutim, u tim osnovnim vremenskim intervalima koji su za različne vrste satova često vrlo različiti, već se ti individualni intervali pretvaraju s pomoću mehaničkog (zupčaničkog), električnog ili elektroničkog prenosa u intervale koji odgovaraju međunarodno propisanim jedinicama za mjerjenje vremena, tj. sekundama, minutama itd.

Mehanički sat s pogonom na uteg izumio je, prema predaji, Gerbert d'Auriac 996. sat upravljan nemirnicom i njihalom (ali samo sa satnom kazaljkom) konstruirao je fizik Christian Huyghens 1675, a sat s minutnom i satnom kazaljkom, koji je već bio sličan današnjim mehaničkim satovima, Englez Quare oko 1700. Fizičar K. A. Steihel konstruirao je već 1838 prvi električni uređaj za daljinsko pokazivanje vremena. Taj se uređaj sastojao od centralnog mehaničkog sata koji se izmjereno vrijeme prenosilo električnim putem na udaljene sporedne satove. Početkom ovog stoljeća Amerikanac Warren predlaže da se gradska električna mreža izmjenične struje, u kojoj se održava u prosjeku ista frekvencija, iskoristi za pogon tzv. sinhronih satova koji se mogu bez nekog posebnog voda priključiti izravno na električnu mrežu. On je konstruirao i prikladni mali sinhroni motor za pogon sistema kazaljki tih satova. Upotreba se sinhronih satova u tridesetim godinama ovog stoljeća jako raširila a u manjoj se mjeri ti satovi upotrebljavaju još i danas.

Kao posljedica daljeg razvitka elektronike pojavljuju se sredinom ovog stoljeća prvi precizni električni satovi. To su satovi u kojima kao rezonator služi kristal kvarca ili akustička viljuška. Zbog svoje velike preciznosti oni postepeno

zamenjuju klasične kronometre. Ma da su ti satovi bili u početku glomazni, oni miniaturizacijom električnih sastavnih dijelova postaju sve manji, tako da danas već postoje i ručni satovi upravljeni kvarcom ili akustičkom viljuškom.

Skoro paralelno s razvojem satova upravljenih kvarcom kretao se i razvoj tzv. atomskega satova, u kojima kao rezonator služe uzbudeni atomi. To su satovi najčešće do sada poznate preciznosti, a upotrebljavaju se uglavnom samo kao vremenski standardi u specijalnim naučnim ustanovama. Poslednjih su se godina počeli sve više primjenjivati i elektromehanički satovi s električno pogonjenim nemirnicama različitih izvedbi kao kućni i ručni satovi. U njima se oscilacije mehaničkog rezonatora održavaju s pomoću nekog elektro-mekaničkog sklopa, a za pogon potrebne energije dobiva se obično iz suhe baterije.

Uređaji za mjerjenje vrlo kratkih vremenskih intervala usavršavani su postepeno od početka ovog stoljeća do danas. Oni su opisani u članku *Električna mjerjenja*, TE 3, str. 659.

Razvojem žične i bežične telegrafije kao i visokofrekventnog prijenosa usavršavaju se postepeno metode i uređaji za prijenos tačnog vremena i/ili frekvencije s preciznih satova u naučnim ustanovama na kronometre, satove i oscilatore za širu primjenu.

Kronometrom se naziva precizan sat kojemu je deklarirana tačnost na osnovi ispitivanja u nadležnom zavodu službeno potvrđena atestom.

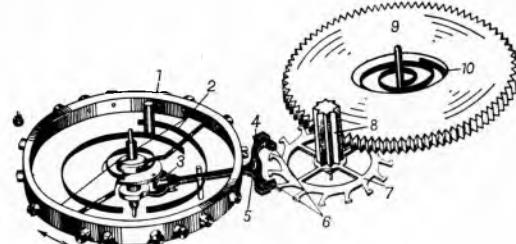
Sastav satova. Svaki mehanički sat sastavljen je od četiri osnovna dijela: rezonatora (oscilatoria), uređaja za održavanje i brojenje oscilacija rezonatora, prenosnog sistema s pokaznom napravom i izvora energije (sl. 1). Takav je u principu i sastav električnih satova.

Rezonator je najvažniji i naprecizniji dio svakog sata, a sastoji se od oscilatoričnog (njihajnog) sistema. U električnim satovima primjenjuju se kao rezonatori: njihala, nemirnice (kružna njihala, tj. mehanički oscilatorični sistemi sa spiralnom oprugom), akustičke viljuške i neki drugi oscilatorični sistemi. U sinhronim električnim satovima preuzima električna (gradska) mreža ulogu rezonatora, a u specijalnim i vrlo tačnim satovima služe kao rezonatori elektronički kvarni i atomske oscilatori.

Uredaj za održavanje i brojenje oscilacija. U svakom oscilatoričnom sistemu, kolikogod on bio savršen, pojavljuju se gubici. Zbog njih se oscilacije rezonatora prije ili kasnije prigušuju ako se izvana ne podržavaju time što se oscilatoričnom sistemu u određenim razmacima vremena dovodi mala količina energije. Za prenošenje tih energetskih impulsu služe već prema vrsti sata: zaporni mehanizmi (zapinjачe, sl. 2), elektromagnetski sistemi u vezi s kontaktima ili elektroničkim upravljačkim krugovima, ili samo elektronički kvarni.

Sam rezonator obično se ne opterećuje pogonom brojila i pogonom pokazne naprave jer bi se time suviše povećali njegovi gubici. U mjestu toga zaporni sistem upravlja pogonom i brojačkog i pokaznog sistema koristeći se pri tome izvorom energije sata.

Prenos na pokaznu napravu. Kako frekvencija rezonatora (broj titraja rezonatora u sekundi) ne odgovara uvijek vremenskim jedinicama, a ponekad je i vrlo visoka (npr. u satu sa akustičkom viljuškom ili s kvarčnim oscilatorom), tu frekvenciju treba pogodnim mehaničkim (zupčaničkim) prenosom i/ili električnim



Sl. 2. Prenos energije s navijene opruge na nemirnicu posredstvom zapornog mehanizma. 1 Nemirnica, 2 spiralna opruga, 3 zatik, 4 kotva, 5 ležaj kotve, 6 kuka, 7 zaporni kotač, 8 vratilo zapornog kotača, 9 pogonski zupčanik, 10 pogonska spiralna opruga

prenosnim napravama (djeliteljima frekvencije) postupno smanjiti i pretvoriti u vremenske jedinice te ih dovesti pokaznoj napravi koja pokazuje proteklo vrijeme s pomoću kazaljki ili digitalnih pokazivača.