KRALJEVINA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA ZAŠTITU INDUSTRISKE SVOJINE

Klasa 6 (6) Izdan 1. Decembar 1931.

PATENTNI SPIS BR. 8484

M. Fischl's Söhne, Wien i Ing. Rosenberg Franz, hemičar, Limmersach bei Klagenfurt, Austrija.

Postupak i naprava za izradu kvasca po postupku provetravanja.

Prijava od 5 decembra 1929. Važi od 1 jula 1930.

Traženo pravo prvenstva od 18 decembra 1928 (Austrija).

Sa prelazom od takozvanog starog bečkog postupka na postupak za izradu kvasca pomoću vazduha počela je tako oko 1890 god. nova epoha u razvritku fabrične proizvodnje kvasca. Kod ovog postupka se vršilo previranje bistrog začina (soka), oslobođenog od komina, duvanjem znatnih količina vazduha; istovremeno su vršena veća razblaživanja da alkohol, koji se razvija, ne bi pre vremena mogao da ograniči umnožavanje kvasca. Na ovaj način je povećavanje u dobijanju kvasca uravnoteženo smanjivanjem u dobijanju alkohola. Oko 1910 god. postao je „novi" postupak za dobijanje kvasca pomoću vazduha sa povećanim dobijanjem kvasca a istovremeno sa daljim smanjivanjem obrazovanja alkohola. Ovi rezultati su bili postignuti na taj način, što su začini (sokovi) još više razblaživani (da bi se potpuno uklonila granica, koju bi alkohol svojim obrazovanjem mogao postaviti umnožavanju kvasaca) i što se vršilo jače provetravanje no što je to tada bilo uobičajeno. Ali ovom postignutom napretku u znatnom povećanju dobijanja kvasca stajala je nasuprot velika nezgoda, što je rad bio veoma otežan velikim količinama razblaženog soka, pa usled toga i bio skuplji.

Dalja epoha u toku razvijanja ove tehnike vraća se na uvođenje takozvanog dolivnog principa u industriji kvasca. Pojavila se nova misao vodilja, da se kvascu ne pruži na preradu sav hranjivi rastvor, koji je namenjen izazivanju reprodukovanja, nego da se kvasac u početku meša radi vrenja sa srazmerno malim delom šećernog rastvora, koji dolazi u upotrebu, a ostatak šećera (i drugih materija potrebnih za razviće kvasaca) prema podatcima o potrošnji životom (življenjem) kvasca da se postepeno dodaje docnijim periodičnim ili kontinualnim dolivanjem (doticanjem). Na ovaj način je bilo postignuto, da se uprkos stalno male sadržine šećera u previrućoj tečnosti nalazi srazmerno velika količina sirovina, u ograničenom prostoru, u preradi u presovani kvasac (Presshefe) i špiritus (ili pak samo u presovani kvasac. Zadržana je niska koncentrisanost šećera, koja je potrebna za visoko iskorišćenje kvasca, bez ikakvog štetnog uticaja na ekonomičnost procesa proizvodnje, što se mora raditi sa veoma velikim količinama razblaženih rastvora. Ovaj „dolivni postupak" pojavio se prilično istovremeno u Nemačkoj, Austriji i Ugarskoj oko 1915 god. i zatim je naročito u Danskoj razvijen do praktično upotrebljivih oblika izvodenja, da bi uskoro potisnuo sve druge postupke. On daje vrlo visoko iskorišćenje sirovine od manje vrednosti u odnosu prema kvascu starog bečkog postupka.

Sa ovim pak postupkom se sad ponovo sasvim napušta dolivni princip. Ovaj novi postupak trebalo bi da se s jedne strane od starih metoda takozvanog postupka

zaostavljanja i s druge strane od dolivnog postupka istaknuto razlikuje nazivom „fazni postupak", budući da je proces umnožavanja kvasca izdeljen u više pojedinih delimičnih vrenja (faza), čiji je početak i kraj tačno određen.

Ishodnu tačku istraživanja, koja su dovela do pronalaska, obrazuje jednačina, koju je Euler izveo za dobivenu količinu $a+x$ za vreme t iz osnove količine kvasca a. Ova jednačina (Euler-Linder, Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung, Berlin 1915, str. 253)

$$0{,}4343\, k't = \log (a + x)\, x - \log a$$

važi pod pretpostavkom, da se svaka ćelija umnožava nezavisno od svake druge (što je dotle slučaj, dok usled jakog nagomilavanja ćelija ne nastupi u mediju oskudica u hrani ili dok ne budu obrazovane štetne materije, otrovi i tome sl. (i uči, pokazuje), da množina kvasca pod navedenim uslovima logaritmički rasti sa vremenom. Praktična istraživanja Euler-a i drugih potvrdila su, da je u istraživanoj oblasti konstanta umnožavanja $K = 0{,}4343\, k'$ tačna mera za brzinu priraštaja kvasca (a. a. O. S. 255) tako, da se konstante umnožavanja pokazuju kao podesne za karakteristiku kvasca (a. a. O. S. 257).

Euler-ova osnovna jednačina za umnožavanje kvasca dobivena je matematičkim izvođenjem, polazeći od istih pretpostavki u obliku

$$q = a \,.\, e^{\vartheta t} \quad \text{(jednačina I)}$$

u kojoj jednačini q označava množinu kvasca, koja se nalazi posle izvesnog vremena t, a množinu kvasca, kojom je započet proces umnožavanja, dok e jeste osnova prirodnog logaritma i ϑ je konstanta umnožavanja k' iz Euler-ove jednačine. Odavde izlazi

$$\vartheta = \frac{1}{t}(\ln q - \ln a)$$

ili s obzirom na Brigove logaritme

$$\vartheta = \frac{\ln 10}{t}(\log q - \log a) = 2{,}30259\, \frac{(\log q - \log a)}{t}$$

Dobija se dakle

$$\frac{\vartheta t}{2.30259} = \log q - \log a \text{ ili}$$

$$0.4343\, \vartheta t = \log q - \log a$$

u potpunoj saglasnosti sa Euler-ovom jednačinom.

Iz osnovne jednačine $q = a \,.\, e^{\vartheta t}$ mogu se uzimanjem određenih vrednosti sa ϑ i a sračunati količine kvasca q, koje sa nalaze u određenim vremenima t. U sl. 1 na nacrtu ove vrednosti su izražene u kgr suve supstance kvasca, za pet uzetih faktora umnožavanja ($\vartheta = 0.055, 0.08, 0.10, 0.129$ i 0.155) u odnosu na vreme umnožavanja t dato od 1 — 28 časova, pri čemu se polazilo odatle, da osnovna količina kvasca a iznosi 10 kgr. Na osnovu ovih sračunatih vrednosti od q predstavljene su grafički pripadajuće vremenski krive težine kvasca (krive umnožavanja) a do e, koje pokazuju različit tok razvića, koji odgovara navedenim vrednostima od faktora umnožavanja ϑ.

Radi upoređenja sa ovim teoriskim krivama umnožavanja, posmatrana su analitički izvedena vrenja u laboratorijumskoj razmeri, budući da su vrednosti sa q od časa na čas određivane merenjem i konstruisane su „praktične" krive umnožavanja, koje su odgovarale ovim vrednostima. U ovom eksperimentalnom istraživanju dobivena su veoma važna nova saznanja, koja čine osnovu pronalaska. Pokazalo se, da sa potpuno ravnomernim postupnim dodavanjem (dolivom) hranljivih materija održavajući odgovarajući visoku razblaženost, može da se praktično spreči s jedne strane smanjivanje hranjivih materija, a s druge strane namnožavanje štetnih tela, koja postaju u toku vrenja toliko, da količina kvasca, pri radu u laboratoriumskim razmerama do trajanja vrenja od 30 časova, pravilno logaritmički rasti sa vremenom, prema tome umnožavanje kvasca može u svima stadijumima biti provedeno odgovarajući navedenoj osnovnoj jednačini. Dalje je utvrđeno, da primenom radnih uslova (varijacijom odmeranja hranjive materije, razblaživanjem, temperaturom i količinom vazduha) može biti postignut i različit tok razvića u velikoj približnosti sa različitim „teoriskim" krivima umnožavanja (sl. 1), dakle održavajući konstantnim razne

faktore umnožavanja ϑ, pri upotrebi jedne i iste osnovne kvašćeve rase. Najzad se pokazalo, da umnožavanjem pri vrednosti ϑ od 0,05—0,09 postaju kvasci sa dobrim iskorišćenjem, koji su u odnosu na snagu razvića sličnim sa kvascima starog bečkog postupka, ali ove nadmašuju trajašnošću, dok pri vrednosti ϑ od 0,09—0.155 bivaju dobiveni kvasci normalne snage razvića pri kvaščevoj žetvi kod dolivnog postupka, ali sa povećanom trajašnošću i znatno većim iskorišćenjem; preko vrednosti ϑ od 0,155 do vrednosti ϑ od 0,22 postaju još uvek upotrebljivi kvasci sa najvišim iskorišćenjem.

Ali pri prenošenju ovih važnih rezultata na rad u veliko stavila se nasuprot znatna teškoća; naime nije moglo poći za rukom ni jednoj od poznatih metoda, da održi konstantnim faktor umnožavanja ϑ ili da nestalnosti toliko umanji, da tok razvića ipak ostane približno logaritmičan za vreme celog procesa proizvođenja. Prvi uzrok teškoće se pojavio u tome, što je pri radu u velikim razmerama mnogo teže postići savlađivanje radnih uslova. Ali se naročito pokazalo, da i način dodavanja hranjive materije ni kod jednog od poznatih osnovnih postupaka za proizvođenje kvasca nije podoban idealno željenom toku razvića — odgovarajući osnovnoj jednačini. I krive umnožavanja kod dolivnog postupka znatno odstupaju, u radu na veliko, od idealne logaritmičke krive. One teku logaritmički samo u prvim odeljcima, zatim pokazuju prevojnu tačku i približuju se najzad asimptotno ka apscisi.

Ovde je sad pronalazačka misao pustila na mesto neprekidnog procesa proizvođenja da stupi proces umnožavanja po stupnjima izdeljen u odgovarajući broj kratkih i usled toga lakših za savlađivanje delimičnih procesa (faza), u kojim se fazama razviće kvasca daje tako regulisati, da Euler-ova osnovna jednačina ima važnosti za svaku pojedinu fazu, čije se krive umnožavanja tako priključuju jedna na drugu, da i tok krive umnožavanja kao celina približno odgovara osnovnoj jednačini (jednačini I). Na ovaj način teoriski postavljen cilj rada dao se je postići pomoću tehničkog propisa, da se proces umnožavanja kvasca razlaže u neposredno sledeća delimična vrenja sa rastućom sadržinom prostora, koja (vrenje) u sebi obrazuju zatvorene (završene) procese umnožavanja, budući da se kvascu pruža u početku svake pojedine faze ceo hranjivi rastvor za tu fazu i da se proces umnožavanja nastavlja u svakoj fazi do potrošnje (ili skoro do potrošnje) šećera unesenog za previranje na početku dotične faze, pri čemu u prethodnoj fazi proizvedeni kvasac služi bez odvajanja kao dodatak za sledeću fazu. Prvenstveno se na ovaj način u početku celog procesa vrenja unesena količina usevnog kvasca (najbolje laboratorijumski čisto gajenog kvasca) ili upočetku faznog vrenja dodata količina osnovnog kvasca umnožavanja u neprekidnom mešanju (dodiru) sa hranjivim medijem do konačnog izdvajanja kvaščeve žetve.

Da bi se na takvo fazno vrenje kao celina sprovelo u što je moguće tačnijem približenju krivoj umnožavanja, koja odgovara jednoj od teoriskih osnovnih jednačina (jednačini I), mora količina kvasca u početku pojedinih faza pruženih, hranjivih materija biti približno tako odmerena, da količina kvasca u svakoj fazi, kroz sve stadije vrenja, rasti za izvestan određeni priraštaj od faze do faze, koji je dat idealnim uslovima, da količina kvasca treba stalno logaritmički da rasti sa vremenom, odgovarajući osnovnoj jednačini $q = a.e^{\vartheta \cdot t}$, u kojoj q označava količinu kvasca, koja se nalazi posle izvesnog vremena t, a označava količinu kvasca, sa kojom je proces umnožavanja započet i e je osnova prirodnog logaritma, dok ϑ predstavlja faktor umnožavanja, koji se uzima prema željenog kakvoći i iskorišćenju kvasca između vrednosti 0,05 i 0,22. Odatle sleduje najpre, da se dodatak šećera u pojedinim fazama mora stalno povećavati od vrednosti manje $\frac{z_n}{n}$ (pri čemu z_n označava ukupnu količinu šećera n broj faza), pa do vrednosti veće od $\frac{z_n}{n}$. Tok u sl. 1 predstavljene krive umnožavanja, koja odgovara teoriskoj osnovnoj jednačini uči dalje, da delimične količine šećera, koje treba dodati na početku pojedinih faza, počev od vrednosti koja je daleko niža od $\frac{z_n}{n}$ slabo raste od faze do faze u prvim fazama, koje služe kao uvod u vrenje, i da povećanje biva u toliko jače, u koliko je veći faktor umnožavanja ϑ. Potrebne hranjive materije za pokriće potrebe kvasca u azotu i fosforu treba da se unesu u pojedine faze u sličnim odnosima kao i delimične količine šećera. Na ovaj način dodatak hranjive materije biva određivan u širokim granicama, nezavisno od razblažavanja, merom uvećavanja kvasca u smislu Euler-ove jednačine. U vezi sa saznanjem, da faktor umnožavanja ϑ ima određeni značaj za kakvoću kvasca i njegovo iskorišćenje, ovim je dat pravac za odmeranje hranjive materije u pojedinim fazama. Za praktično sprovođenje izlazi po sebi, da

temperatura vrenja i količina vazduha moraju biti odgovarajući izabrane: osim odgovarajućeg odmeranja hranjive materije postoji uslov, da se vrenje mora voditi u toliko toplije i da se u toliko jače mora provetravati u koliko je viša ϑ-vrednost kod krive umnožavanja, kojoj ceo tok procesa umnožavanja treba da bude približen.

Ostaje otvoreno samo još pitanje, u koliko delimičnih vrenja treba da bude rastavljen ceo proces umnožavanja sa datim ukupnim trajanjem, da bi se sa sigurnošću sprečilo, da promene hranjivog medijuma (smanjivanje hranjivih materija, nagomilavanje štetnih tela) u pojedinim usebe zatvorenim procesima umnožavanja dolaze do izraza kao odstupanja od Euler-ove osnovne jednačine. Za ovo je iskustvo dalo glavno osnovno pravilo, da u pojedinim fazana treba da bude postignuto, najviše, udvajanje količine kvasca. Uzima se ukupno trajanje procesa vrenja t_n 16—36 časova i razlaže se proces umnožavanja kvasca u 5—9 faza.

Proces proizvodnje kvasca, oslonjen na ova osnovna pravila treba, za kontrolisanje izabratih radnih uslova, analitički na taj način da bude sledovan, što će se meriti količina kvasca, koja se nalazi u početku i na kraju svake faze, da bi se pomoću tako nađenih vrednosti za q, $q_2 \ldots\ldots q_n$ konstruisala kriva umnožavanja i da se sravni sa krivima (sl. 1) koje odgovaraju Euler-ovoj osnovnoj jednačini. Ovom metodom posmatranja rada mogu na osnovu opštih pravila izabrani radni uslovi putem iskustva biti tako usavršeni, da pod praktičnim odnosima, koji su postavljeni naročitim radnim odnosima, proces umnožavanja biva veoma približan razviču kvasca, koje odgovara osnovnoj jednačini I sa određenim ϑ, u svima stadijumima do svršetka vrenja.

U okviru ovih opitnih radnih popisa nastavljenim ispitivanjem, dobiveni su dalji oblici izvođenja faznog postupka, koji su povoljni za željeno približavanje.

Obično se ne preporučuje, da se celo trajanje vrenja izdeli u jednake pododeljke. Dolazi se šta više uopšte do boljih rezultata, ako je vreme trajanja vrenja prve faze (u kojoj se vrši uvod u vrenje) veće od $\frac{t_n}{n}$ (pri čemu t_n označava ukupno trajanje vrenja, a n broj faza). Prvenstveno se trajanje vrenja neposredno sledećih faza smanjuje ispod vrednosti $\frac{t_n}{n}$ da bi se tada u poslednjim fazama približilo vrednosti $\frac{t_n}{n}$.

Na kraju faza, koje sleduju uvodu u vrenje, dobro je da se uvedu pauze za sazrevanje, čije trajanje rasti sa napretkom procesa umnožavanja kvasca. Za vreme umnožavanja kvasca postaju sve više proizvodi izmene materije, koji po tome delimično sagorevaju dok se pak jedan deo prvobitnih proizvoda cepanjem obrazuje sintetički u viša molekulerna tela. Za ovo sagorevanje i resintezu mora kvascu biti ostavljeno vreme. Kao što je poznato obrazuju se za vreme vrenja između ostalog i kiseline, koje od strane kvaščeve ćelije bivaju upotrebljene kao regulator za stavljanje u tok raznih fizičko hemiskih reakcija kao i za promene stanja u koloidima i koje kiseline zatim moraju biti uklonjene. Kod ovog postupka ne mogu se obrazovati suviše velike količine kiselina, ako se pauzama na kraju pojedinih faza dejstvuje, da se opadanje kiselosti izvrši pre no što bude dostignuta koncentrisanost vodoničnih jonova, koja je od štete kvascu.

Dalje je korisno, da se sva količina hranjive materije, koja je određena za umnožavanje kvasca u odnosu na pojedine faze, u početku faze unese što je moguće više istovremeno, t. j. da se hranjivom mediju doda što je moguće brže i ravnomernije. Ovim se iskorišćuje sposobnost kvasca, da njemu pružene hranjive materije absorbuje po njihovoj površini.

Kriva umnožavanja faznog vrenja, vođenog prema ovim osnovnim propisima, u praktičnom radu na veliko, u sedam delimičnih vrenja, predstavljena je grafički na sl. 2. Trajanje vrenja pojedinih faza t_1, $(t_2—t_1) \ldots\ldots (t_7—t_6)$ su nanesena apscisi; količina usevnog kvasca a i na kraju pojedinih faza obrazovane količine kvasca q_1, $q_2 \ldots\ldots q_7$ nanesene su na ordinati. Ceo tok krive je logaritmički i stoji u najboljoj saglasnosti sa tokom teoriskih krivih u sl. 1 i naročito sa krivom d čije ϑ odgovara vrednosti 0.129.

Sl. 3 nacrta pokazuje pripadajuću krivu šećera i vremena i analitički izveden tok šećerne prerade. Vremena vrenja pojedinih faza su u saglasnosti sa sl. 2 na apscisi; količine dodatog šećera nanesene su na ordinati. Analitički posmatrana sadržina šećera u pojedinim fazama predstavljena je sa punim linijama, a svaka sadržina invertnog šećera sa tankim linijama. Pokazuje se, da količine invertnog šećera u pojedinim fazama privremeno dobijaju povišenje, što naravno treba pripisati tome, što inversijom cepani trščani šećer posredno biva vezan i tako se pri analizi ne pojavljuje kao invertni šećer, da bi se tada ili ponovo pojavilo ka invertni šećer ili da bude asimilovan. Pauze koje

raste sa napredovanje procesa umnožavanja kvasca, pojavljuju se jasno u pojedinim krivama šećerne potrošnje viših faza.

Fazni postupak vodi računa o saznanju, da se azotna sadržina kvasca menja za vreme vrenja, budući da ona teži izvesnoj granici, u početku se donekle nagomilava, ali ipak ponovo opada sa povećanjem brzine razvića kvasca, i kvasac se tada zaustalja na izmeni belančevine. Pri toku razvića faznog postupka izbegava se po mogućnosti opadanje zymase-sadržine odn. povećanje peptase-sadržine. Pri tome se postupak odlikuje naročito jednostavnom i sigurnom provodljivošću.

Prema ispitivanjima O. Warburg a (Biochemische Zeitschrift, 1927) različit je odnos između disanja i vrenja prema načinu kako se proizvodi kvasac; tako je na pr. ovaj odnos kod kvasca, dokle se još nalazi šećer, 0.04, a ako pak bude duže vremena provetravan bez šećera, 0.28. Pomoću faznog postupka, u stanju smo, da prema izboru ϑ povoljno utičemo na odnos između disanja i vrenja.

Radi isticanja raznovrsne nadmoćnosti ovog postupka prema do sada poznatim postupcima za proizvodnju kvasca moglo bi se dalje još i to navesti, da kvasac kod svih običnih postupaka, naročito kod dolivnog postupka, biva u mirnom stanju unošen u jako razblažen hranjivi rastvor, dok naprotiv kod ovog postupka ceo proces vrenja ne zahteva naročite generacije kvasca, koje se za sebe iz rastvora izdvajaju i presuju, nego šta više kvasac, sa izuzetkom uvođenja srazmerno malih količina prvog osnovnog kvasca, odn. laboratorijumskog čistog gajenja, biva održavan za vreme celog procesa stalno u životnoj aktivnosti. Unošenje mirnog kvasca u jako razblažen hranjivi rastvor vezano je sa slabljenjem kvasca. Ako ipak nastupi osmotična izmena kvaščeve protoplazmine materije, to se opaža na taj način što takav kvasac, stavljen u čist jako razblažen rastvor, počinje svoju aktivnost vrenja tek posle izvesnog vremena. Ovo indukciono vreme, koje je potrebno, da se presovani kvasac, unesen u razblaženi sok, ponovo dovede u stanje ćelije, sposobne za život, otpada kod novog postupka.

Dalje preimućstvo faznog postupka prema dosadanjem poznatom postupku pojavljuje se u mogućnosti, da prema tome, kakva iskorišćenja i kvaliteti kvasca žele, mogu vrenja po svršetku jedne ili druge faze biti prekinuta, što je u grafičkoj predstavi sl. 2 predstavljeno time, što se kriva bez promene svog oblika i položaja prosto odgovarajući skraćuje.

Ostvarenje tokova razvića, koji odgovaraju različitim krivama osnovne jednačine I, daje se time uprostiti i dovesti do veće sigurnosti, što priraštaj kvasca i time određeni dodatak šećera mogu još unapred računom biti utvrđeni za svaku sa planom izabranu vrednost od ϑ.

Pod pretpostavkom, da Euler-ova jednačina ima važnosti za svaku pojedinu fazu, važi za prvu fazu jednačina $q_1 = a \cdot e^{\vartheta_1 t_1}$, za drugu fazu jednačina

$$q_2 = q_1 \cdot e^{\vartheta_2 (t_2 - t_1)} = a \cdot e^{\vartheta_1 t_1} \cdot e^{\vartheta_2 (t_1 - t_1)}$$

za treću fazu jednačina

$$q_3 = q_2 \cdot e^{\vartheta_3 (t_3 - t_2)} = a \cdot e^{\vartheta_1 t_1} \cdot e^{\vartheta_2 (t_2 - t_1)} \cdot e^{\vartheta_2 (t_3 - t_2)}$$

Fazno vrenje kao celina daje se dakle izraziti jednačinom

$$q_n = a \cdot e^{\vartheta_1 t_1} \cdot e^{\vartheta_2 (t_2 - t_1)} \cdot e^{\vartheta_3 (t_3 - t_2)} \cdots e^{\vartheta_n (t_n - t_{n-1})}$$

ili

$$q_n = a \cdot e^{\vartheta_1 t_1 + \vartheta_2 (t_2 - t_1) + \vartheta_3 (t_3 - t_2) \cdots \vartheta_n (t_n - t_{n-1})}$$

(jednačina II)

a (količina unesenog kvasca) i *e* (osnova prirodnog logaritma) su poznati. *n* označava izabrani broj faza. Faktori umnožavanja ϑ_1 do ϑ_n smeju se prema ranije rečenom, — kad ceo tok krive umnožavanja treba da odgovara krivoj osnovne jednačine I što je moguće približnije, — tako malo menjati, da umesto ϑ_1 do ϑ_n može biti uvedeno konstantno ϑ (ϑc) u jednačinu. Ako budu uzete određene vrednosti sa t_1, $(t_2 - t_1)$ itd., bilo da je trajanje vrenja svih faza podjednako dugo odmereno, (tako, da trajanje vrenja odgovara vrednosti $\frac{t_n}{n}$), bilo da je trajanje vrenja izdeljeno po stupnjima prema ranije datim pravilima, to mogu po izboru određene vrednosti sa ϑ_c odgovarajući željenoj kakvoći kvasca i iskorišćenju da budu sračunate vrednosti za q_1, q_2 ..... q_n, to su količine kvasca, koje treba da se obrazuju na kraju faza, da bi kvasac održavanjem izabrane tačne mere za brzinu priraštaja logaritmički rastao sa vremenom:

$$\log q_1 = \log a + \vartheta c\, t_1 \log e$$
$$\log q_2 = \log q_1 + \vartheta c\, (t_2 - t_1) \log e \text{ itd.}$$

Umesto odavde sračunatih vrednosti q_1, $q_2 \ldots q_n$ mogu i treba razume se prema kapacitetu radnog uređaja biti uzete višestruke vrednosti kao osnovi za praktično sprovođenje.

Mogu se dalje računom dobiti i količine šećera koje moraju biti pridodate kvascu na početku pojedinih faza, da bi se na kraju faza mogle obrazovati, za određeni faktor umnožavanja ϑc, sračunate količine kvasca q_1 do q_n.

Iz razmišljanja da i potrošnja hranjive materije treba da odgovara toku razvića Euler-ove jednačine (dakle pod pretpostavkama, koje su učinjene za važenje ove jednačine), i da mora logaritmički da rasti sa vremenom, sleduje da Euler-ova jednačina u svom prvobitnom obliku (jednačina I) i u izvedenom obliku za fazno vrenje (jednačina II) mora biti podesna da predstavi odnose između potrošnje šećera i vremena.

Ako se označi sa z_1 potrebna količina šećera, da bi u prvoj fazi sa faktorom umnožavanja ϑc i u vremenu t_1 iz težine prvog osnovnog kvasca a dobili težinu kvasca q_1, zatim ako se sa u označi težina šećera, koja je potrebna da se proizvede osnovni kvasac a, i sa ξ_1 označi asimilacioni faktor, koji važi za ovaj delimični proces, to je

$$z_1 = u \,.\, e^{\xi_1 t_1}.$$

Slično važi za drugu fazu

$$z_2 = z_1 \,.\, e^{\xi_2 (t_2 - t_1)}$$

i opšte

$$z_n = z_{n-1} \cdot e^{\xi_n (t_n - t_{n-1})} \text{ (jednačina III)}$$

Iz razmišljanja, koja važe za uvođenje količine ϑc u jednačinu II može i asimilacioni faktor ξ biti uzet kao konstantan. Dalje moraju ϑc i ξc za jednu i istu krivu očevidno biti stavljeni kao jednaki. Iz jednačine II se dobija

$$\vartheta c = 2.30259 \frac{\log q_n - \log q_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

Dalje iz jednačine III:

$$\xi c = 2.30259 \frac{\log z_n - \log z_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

$$\vartheta c = \xi c = 2.30259 \frac{\log q_n - \log q_{n-1}}{t_n - t_{n-1}} =$$

$$= 2.30259 \frac{\log z_n - \log z_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

$$\log z_n - \log z_{n-1} = \log q_n - \log q_{n-1}$$

$$\log z_n = \log q_n - \log q_{n-1} + \log z_{n-1} \text{ (jednačina IV)}$$

U jednačini IV nalaze odnosi između težine kvasca i potrošnje šećera pri datoj meri za brzinu priraštaja kvasca svoj pravi izraz. Količina šećera, koju treba dodati na početku prve faze dobija se iz jednačine

$$\log z_1 = \log q_1 - \log a + \log u$$

Za drugu fazu važi:

$$\log z = \log q_2 - \log q_1 + \log z_1 \text{ itd.}$$

Iskustvo je najzad dovelo do vrlo savršenog oblika izvođenja faznog postupka, koji jedino odstupa od prethodno opisanog načina računanja, što pri unošenju srazmerno velike količine osnovnog kvasca (a) u fažno vrenje ϑ biva uzimano konstantnim samo u fazama, koje sleduju uvodu u vrenje, dok su u prvim fazama računanja za dobijanje količina kvasca po jednačini II uzete vrednosti za ϑ, koje su manje od vrednosti ϑc. Tako na pr. pri radu na krivoj umnožavanja $\vartheta c = 0.10$ u sedam faza treba ϑ_1 i ϑ_2 uzeti ispod 0.10 i tek za ϑ_3 do ϑ_7 staviti konstantnu vrednost 0.10. Pri tome se prvenstveno vrednost ϑ_1 stavlja još manja od vrednosti ϑ_2.

Na ovoj matematičkoj osnovi može proces proizvodnje raznim zahtevima za iskorišćenje odn. za kakvoću kvasca, koji treba proizvoditi, biti skoro teoriski prilago-

đen, ali u svakom slučaju može daleko bolje i sigurnije biti prilagođen, no što je to do sada bilo moguće po ma kome postupku. Naročito se može radili i u pravcu na izvesne osobine kvasca odn. njegovog hemiskog sastava i njegove sadržine encima i dalje u pravcu na povoljno fiziološko stanje kvasca za njegovu trajašnost. Mogućnost, da se na kakvoću požnjevenog (dobivenog) kvasca utiče i izborom usevnog kvasca (osnovnog kvasca), ostaje razume se data pored svih drugih mogućnosti faznog postupka.

Može se preporučiti, da se pojedine faze vrenja ostave sebi u raznim sudovima. U sl. 4 je šematički predstavljena naprava, podesna za sprovođenje postupka na ovaj način, 1, 2, 3, 4 i 5 su sudovi za vrenje sa sve većom zapreminom, koji su cevima 6, 7, 8, 9 i 10 priključeni na zajedničku cev za dovođenje vazduha 11. Cevi 6, 7, 8 9 i 10 svršavaju se na dnu sudova i snabdevene su podesnim sistemima za raspodelu vazduha. 12 je dovodna cev za hranjivi rastvor (sok), od koje se granjaju cevi 13, 14, 15, koje se mogu zatvoriti, i koje ulaze u sudove 1, 2 i 3 blizu tavanice. Četvrta cev ogranak 16 ulazi u sud 17, koji je postavljen iznad sudova 4 i 5. Sudovi 1, 2, 3 i 4 vezani su nategačama 18, 19 i 20, koje se mogu zatvoriti, koje vode sa dna jednog u tavanicu sledećeg suda, koji leži niže. Na dnu suda 4 priključena je pumpa 21, u čiju cev za sisanje ulazi ogranak 32 od nategače 20, koji se može zatvoriti. Cev na pritisak 23 vodi ka slavini 24 sa tri kraka, od koje se odvajaju dve cevi 25 i 26. Jedna cev 25 ulazi u sud 17, sa čijeg dna izlaze cevi 27, 28 koje se mogu zatvoriti, i koje su priključene na sudove 4 i 5; druga cev 26 ulazi neposredno u sud 5.

Način rada pomoću ove naprave je sledeći: U sud za vrenje 1 unosi se odgovarajuća količina hranjivog rastvora i usevnog kvasca (osnovnog kvasca), prvenstveno čistog kvasca, dobivenog laboratorijumskim gajenjem i ostavlja se umnožavanju. Po isteku odgovarajućeg trajanja vrenja otvara se zaprečni organ nategače 18, usled čega sadržina suda 1 prelazi u sud 2, gde se po dodatku odgovarajuće količine hranjivog rastvora odigrava prva faza umnožavanja pomoću provetravanja. Zatim se u sud vrenja 3 unosi hranjivi rastvor druge faze, da bi se zatim na otvoru organa za zatvaranje od nategače 19 primila sadržina suda 2 za vrenje. Može biti korisno, da se prva tri suda za vrenje vode pod uslovima apsolutnog čistog gajenja, čime se pruža povišeno jemstvo za proizvodnju kvasca vrlo velike trajašnosti. Od suda za vrenje 3 može se rastvor pomoću otvorene nategačine cevi 20 potisnuti u sud 4, kome se hranjivi rastvor iz suda 17 doliva pomoću otvorene cevi 27. Umesto toga može se sadržina suda 3 i pre uvođenja u sud 4 pomešati sa hranjivim rastvorom u sudu 17, u kome se slučaju otvara organ za zatvaranje cevi 22, koja se odvaja od nategače 20 i trokraka slavina biva tako podešena, da uspostavlja vezu između cevi 23, 25 i da zatvara put ka cevi 26. Isto tako može i sadržina suda 4 ili neposredno ili preko suda 17 biti unesena u sud 5. U jednom slučaju je pri zatvorenoj odvodnoj cevi 22 slavina 24 tako podešena, da vezuje cevi 23 i 26 i da zatvara cev 25. U drugom slučaju slavinom 24 zatvara se cev 26 i uspostavlja se veza cevi 23 i 25. Iz suda za vrenje, koji je upotrebljen kao poslednji unosi se kvasac u separatore ili prese čemu služe cevi 29, 30, koje su priključene na dno i koje se mogu zatvoriti.

Ako treba proces vrenja da se vrši u sedam faza, to se u sudovima 4 i 5 vrši više faza jedno za drugim, ako nisu predviđeni naročiti sudovi i za sprovođenje ovih faza.

Prema tome kako biva vođen proces umnožavanja može iz začina (soka) biti zdestilisan alkohol ili se može izostaviti uklanjanje alkohola.

Primeri izvođenja:

1. (Izrada kvasca sa dobrom snagom i naročito dobrom trajašnošću sa iskorišćenjem od oko 85% uračunato sa osnovnim kvascem). Sedam faza. Ukupno trajanje vrenja $26^1/_2$ časova. Trajanje vrenja u pojedinim fazama:

$$t_1 = 6,\ (t_2 - t_1) = 4,\ (t_3 - t_2) = 3,\ (t_4 - t_3) = 3^1/_4,\ (t_5 - t_4) = 3,\ (t_6 - t_5) = 3^1/_2,$$

$$(t_7 - t_6) = 3^3/_4 \text{ časa. } \vartheta_1 = 0.06,\ \vartheta_2 = 0.12,\ \vartheta_3 - \vartheta_7\ (\vartheta c) = 0.155.$$

a (težina osnovnog kvasca unesenog u prvu fazu) iznosi 10 kgr (suva supstanca), q_1 do q_7 dobijaju se računom i to u suvoj težini:

$$q_1 = 14.30 \text{ kgr};\ q_2 = 23.16;\ q_3 = 36.88;\ q_4 = 61.03;\ q_5 = 97.16;\ q_6 = 167.2;\ q_7 = 298.9 \text{ kgr.}$$

Za dobijanje odgovarajućih vrednosti za z_1 do z_7 mora prvo biti sračunato u (količina šećera upotrebljena za izradu osnovnog kvasca a). Melasa se uzima kao 50%

rastvor šećera. Suva težina daje množenjem sa faktorom 3.5 težinu kvasca. Stoga odgovara vrednosti od a = 10 kgr. suve težine vrednost za $u = \frac{3.5 \cdot 10 \cdot 100}{2.85} = 26.6$ kgr. šećera. (Ako se ne započinje sa osnovnim kvascem, nego se osnovni kvasac proizvodi iz čistog gajenja u kontinuivnom postupku, to za *u* treba uvesti utrošenu količinu šećera u ovom pridodatom vrenju, koje prethodi stvarnom faznom vrenju).

$z_1 = 29{,}53$ kgr; $z_2 = 47{,}5$; $z_3 = 75{,}97$; $z_4 = 125{,}7$; $z_5 = 200{,}2$; $z_6 = 344{,}3$; $z_7 = 615{,}7$ kgr.

$q_7 = 298{,}9$ kgr suve supstance, t. j. 298,9 . 3,5 = 1046,2 kgr kvasca $z_7 = 615{,}7$ kgr šećera, t. j. 1231,4 kgr 50%-ne melase.

Iskorišćenje: 1046,20 : 1231,4 = 84,96%. Ako sud za vrenje, u kome se vrši poslednja faza vrenja ima sadržinu od oko 380 hl, to u ovom može biti proizvedeno oko 1000 kgr kvasca; pod ovom pretpostavkom daje gornje računanje neposredno u brojevima podatke za rad. Količine melase, koje treba dodati jesu:

za 1. fazu	(29,5—20,6) . 2 =		18	kgr.	melase
„ 2. „	(47,5 . 2)—59 =		36	„	„
„ 3. „	(76.2)—95 =		57	„	„
„ 4. „	(126.2)—152 =	252—152 =	100	„	„
„ 5. „	(200.2)—252 =	400—252 =	148	„	„
„ 6. „	(344.2)—400 =	688—400 =	288	„	„
„ 7. „	(616.2)—688 =	1232—688 =	544	„	„

Melasa, koja treba da se preradi u kvasac, brižljivo se prečišćava po jednoj od poznatih metoda. Preporučuje se, da se bistrom melasinom rastvoru doda titraciona kiselost prema lakmasu od 0,6 do 1,2. Dalje se pripremaju tečni rastvori hranjivih soli, od kojih jedan sadrži 30 procenata po težini amonium sulfata (koji će u sledećem biti obeležen sa As) i drugi sadrži 15% superfosfata (u sledećem obeležen sa Ss).

Ako se polazi od laboratorijumski čistog gajenja, unosi se u sud za vrenje *I* 40 kgr od gornjeg rastvora melase po sprovedenom razblaženju na oko 14° Bg 5 litara As rastvora, 10 litara Ss rastvora, posle čega tako izveden hranjivi rastvor biva u sudu još jednom sterilizovan i, po sprovedenom hlađenju pod poznatim uslovima za apsolutno čisto gajenje, kalemi se sa kvascem gajenim u laboratorijumu i ostavlja se oko 15—20 časova umnožavanju pri srednjoj temperaturi od 24° C. Treba da postane oko 10 kgr kvasca računajući na suvu supstancu.

Ovaj kvasac biće upotrebljen kao osnovni kvasac za stvarno fazno vrenje, koje se u sledećem primeru vrši u sedam delimičnih vrenja.

Faza 1:	20	kgr	melase	3	litra	As rastvora,	5	lit.	Ss-rastvora
„ 2:	40	„	„	5	„	„ „	10	„	„ „
„ 3:	60	„	„	9	„	„ „	18	„	„ „
„ 4:	100	„	„	15	„	„ „	30	„	„ „
„ 5:	150	„	„	25	„	„ „	40	„	„ „
„ 6:	300	„	„	60	„	„ „	80	„	„ „
„ 7:	550	„	„	100	„	„ „	120	„	„ „

U fazi 1 unosi se zreo početni kvasac, u svima sledećim fazama se kvasac proizveden u prethodnoj fazi unosi u odgovarajući pripremljen hranjivi rastvor sledeće faze. Preporučuje se, da se melasini hranjivi rastvori uzimaju sve više razblaženi u koliko napreduje fazno vrenje tako, da bude rađeno u prvoj fazi sa melasinim rastvorom od 10 do 15° Bg, u poslednjoj fazi sa melasinim rastvorom od 3 do 6° Bg. Dalje je umesno da se odnosi kiselosti tako drže, da se kiselost sve više smanjuje, u koliko vrenje napreduje tako, da u prvoj fazi titraciona kiselost prema lakmusu iznosi 4—6°, a u poslednjoj fazi 0,2 do 0,6°. U ovom cilju dodaju se kiseline u prvim fazama; u sledećim se fazama sumporna kiselina, koja se oslobađa iz amonijum sulfata, u slučaju da stepen kiselosti protiv očekivanja ne bi stalno opadao, neutrališe na opšte poznat način pomoću sredstava za neutralisanje.

Intenzitet provetravanja se uvećava od faze do faze i penje se do 12 m³ po hektolitru začina (soka) u vrenju u poslednjoj fazi.

Pri dodatku kvasca u vrenju od prethodne faze ka hranjivom rastvoru za sledeću fazu treba obratiti pažnju na što bolje mešanje obeju količina. Ako je poslednje delimično vrenje završeno, stavlja se kvasac u centrifugalnu napravu i izlaže se presovanju.

U mesto da se polazi od kvasca sa čistim gajenjem i da se ovaj kvasac odgovarajući umnožava u sudu za previranje kvasca, može se u okviru prethodnog primera uneti u sud za vrenje 2 i neposredno 10 . 3,5 = 33 kgr podesnog kvasca.

2. Primer. (Izrada kvasca sa vrlo dobrom snagom pri iskorišćenju od 60%).

Sedam faza. Ukupno trajanje vrenja i trajanje pojedinih faza isto kao i u primeru 1. $\vartheta_1 = 0{,}03$, $\vartheta_2 = 0{,}575$, $\vartheta_8 - \vartheta_7 (\vartheta_c) = 0{,}10$. a = 10 kgr suve težine. Računanjem kao u prvom primeru dobijaju se sledeći brojevi: $q_1 = 11{,}97$; $q_2 = 16{,}16$; $q_3 = 21{,}82$; $q_4 = 30{,}19$; $q_5 = 45{,}75$; $q_6 = 57{,}83$; $q_7 = 84{,}13$ kgr kvasca (suva težina)
u = 29,2 kgr šećera
$z_1 = 34{,}96$; $z_2 = 47.19$; $z_3 = 63{,}55$; $z_4 = 88{,}16$; $z_5 = 119{,}00$; $z_6 = 168{,}8$; $z_7 = 245{,}6$ kgr šećera.

Prema kapacitetu postrojenja za rad treba da se nađene vrednosti za u i z_1 do z_7 pomnože sa odgovarajućim faktorom i zatim da se melasini dodatci za pojedine faze tačno proračunaju kao u primeru 1. Provetravanje i temperature regulišu se odgovarajući da bi se proces vrenja približno prilagodio vrednostima od q u pojedinim fazama; usled malog penjanja kvaščeve krive po vremenu postaje temperatura niža; provetravanje mora da bude slabije u sravnjenju sa vrenjima sa strmijom kvaščevom krivom po vremenu, dakle sa većim iskorišćenjem kvasca. Temperatura se menja u ovom slučaju između 22 i 28° C, vetrenje između 2 i 7 m³ vazduha po hl tečnosti, koja je u vrenju. Dodatak hranjivih materija, koje sadrže azota i fosfora vrši se slično dodavanju šećera. U ovom slučaju je preporučljivo da se izdvaja alkohol.

U sl. 5 pokazan je odnos, koji postoji u pojedinim fazama između težine kvasca i potrošnje šećera, gde su težine kvasca nanesene na ordinatu a količine šećera dodate na početku faze nanesene su na apscisi. Linija a odgovara vrednosti za $\vartheta = 0{,}10$, linija b vrednosti za $\vartheta = 0{,}155$, linija c predstavlja dobivene vrednosti u praktičnom radu pri sprovođenju postupka po prvom primeru izvođenja.

Sa dolivnim postupkom, ako se površno posmatra, ima fazni postupak zajedničko postupno dodavanje hranljivih materija. Ali razlika postoji u tome, što se pri faznom postupku proces umnožavanja razlaže u uzastopna delimična vrenja sa rastućom zapreminom, koja po sebi obrazuje završene procese umnožavanja, budući da se kvascu na početku svake pojedine faze — kao kod postupka zaustavljanjem — daje ceo hranljivi rastvor za ovu fazu i proces umnožavanja u svakoj fazi nastavlja se do potrošnje ili skoro do potrošnje šećera za previranje, koji je unet na početku dotične faze. Dok pri dolivnom postupku u svima njegovim varijantama (u najveću ruku sa izuzetkom proizvodnje osnovnog kvasca u prvim generacijama) treba da zamenjivanjem utrošenih hranjivih materija bude održavana uvek ista ili približno ista visoka razblaženost, pri faznom postupku hranjivi rastvor sadrži na početku svake faze pojedine hranjive materije u srazmerno velikom višku. Količina hranjivih materija datih kvascu u svakoj fazi ne određuje se u odnosu na zapreminu hranjivog rastvora (dakle s obzirom na koncetrisanost), nego se odmerava tako, da se količina kvasca, koja rasti od faze do faze, može u sledećoj fazi umnožiti za izvesnu određenu meru. Od postupka zaustavljanja razlikuje se fazni postupak znatno time, što se od faze do faze ide ka sve većim količinama tečnosti, budući da proizvedeni kvasac u prethodnoj fazi bez izviđanja u nekoliko služi kao dodatak za sledeću fazu.

Patentni zahtevi:

1. Postupak za proizvodnju kvasca po postupku provetravanja sa periodičnim dodavanjem hranjivih materija naznačen time, što proces umnožavanja kvasca biva razložen u delimična vrenja, koja sleduju neposredno jedno za drugim sa rastućom zapreminom, koja obrazuju u sebi završene procese umnožavanja, budući da se kvascu na početku svake pojedine faze daje ceo hranjivi rastvor za tu fazu i proces umnožavanja se nastavlja u svakoj fazi do potrošnje ili skoro do potrošnje šećera za previranje, koji se unosi na početku dotične faze, pri čemu kvasac, koji je proizveden u prethodnoj fazi bez izdvajanja služi kao dodatak za prvu sledeću fazu.

2. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 1 naznačen time, što na ovaj način, na početku celog procesa umnožavanja unesena količina usevnog (osnovnog) kvasca (najbolje čistog kvasca gajenog u laboratorijumu) ili na početku faznog vrenja dodatka količina osnovnog kvasca biva umnožavana u neprekidnom dodiru sa hranjivim medijem do konačnog izdvajanja kvaščeve žetve.

3. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 1 i 2 naznačen time, što se količina hranjivih materija, koje se na početku pojedinih faza daju kvascu, približno tako odmerava, da količina kvasca u svakoj fazi, kroz sve stadije vrenja, rasti za određenu meru, koja se povećava od faze do faze, i koja je data idealnim uslovom, da količina kvasca treba stalno logaritmički da rasti sa vremenom odgovarajući osnovnoj jednačini $q = a \cdot e^{\vartheta t}$ u kojoj q označava količinu kvasca, koja se nalazi posle izvesnog vremena t, a označava količinu kvasca sa kojom je započet proces umnožavanja i e je osnova

prirodnog logaritma, dok ϑ predstavlja faktor umnožavanja, koji se bila između vrednosti 0,05 i 0,22 prema željenoj kakvoći kvasca i iskorišćenju.

4. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 1—3 naznačen time, što se dodatak šećera u pojedinim fazama stalno povećava od vrednosti manje od $\frac{z_n}{n}$ (pri čemu z_n označava ukupnu količinu šećera i *n* broj faza, pa do vrednosti veće od $\frac{z_n}{n}$, pri čemu se delimične količine šećera, koje treba dodati u početku pojedinih faza, u prvim fazama, koje služe kao uvod u vrenje slabo povećavaju počev od vrednosti, koja je delimično daleko niža od $\frac{z_n}{n}$, dok se naprotiv u fazama glavnog vrenja jako povećavaju od faze do faze i ovo povećanje je u toliko veće u koliko je izabran veći faktor umnožavanja ϑ od teoriske osnovne jednačine $q = a \cdot e^{\vartheta t}$.

5. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 1—4 naznačen time, što se hranjive materije, koje su potrebne za pokriće kvaščeve potrebe u azotu i fosforu, unose u pojedinim fazama u sličnim odnosima kao i delimične količine šećera.

6. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 1—5 naznačen time, što trajanje pojedinih faza u okviru ukupnog trajanja biva tako odmereno, da u svakoj od ovih faza najviše da bude postignuto udvaanje količine kvasca, pri čemu se ukupno trajanje uzima kao korisno od 16 do 36 časova i proces umnožavanja se pogodno razlaže u 5—9 faza.

7. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 1—6 naznačen time, što se proces prozvodnje kvasca — radi kontrole i poboljšanja radnih uslova u smislu približavanja procesu umnožavanja koji odgovara idealnoj osnovnoj jednačini $q = a \cdot e^{\vartheta t}$ — prati analitički na taj način, što se na početku i na kraju svake faze meri količina postojećeg kvasca.

8. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 1—7, naznačen time, što je trajanje vrenja prve faze, u kojoj se odigrava uvod u vrenje, veće od $\frac{t_n}{n}$ (pri čemu t_n označava ukupno vreme trajanja vrenja, a *n* broj faza).

9. Oblik izvođenja postupka po zahtevn 8, naznačen time, što trajanje vrenja faza, koje sleduju uvodu u vrenje prvo pada do vrednosti manje od $\frac{t_n}{n}$ i u poslednjim fazama se približuje vrednosti $\frac{t_n}{n}$.

10. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 1—9 naznačen time, što na kraju faza. koje sleduju uvodu u vrenje, pre daljeg dodatka hranjive materije, bivaju uključene pauze za sazrevanje, čije se trajanje povećava sa napredovanjem procesa umnožavanja kvasca.

11. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 1—10 naznačen time, što se cela količina hranjive materije, koja je određena za pojedine faze, po mogućnosti na početku dotične faze unose istovremeno t. j. dodaje se hranjivom mediju što je moguće brže i ravnomernije.

12. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 1—3 i 5—11 naznačen time, što se brojevi odnosa kvaščevih količina q_1 do q_n, koji treba da se obrazuju na kraju pojedinih faza *l* do *n* sračunavaju iz jednačine

$$q_n = a \cdot e^{\vartheta_c t_1 + \vartheta_c (t_2 - t_1) + \vartheta_c (t_3 - t_2) \ldots \vartheta_c (t_n - t_{n-1})}$$

a pripadajuće količtne šećera iz jednačine

$$\log z_n = \log q_n - \log q_{n-1} + \log z_{n-1}.$$

13. Oblik izvođenja postupka po zahtevu 12 naznačen time, što pri unošenju srazmerno velike količine osnovnog kvasca (a) u fazno vrenje izabrana vrednost δ_c biva upotrebljena u proračunu samo za faze, koje sleduju uvodu u vrenje, dok se količine kvasca, koje treba da se obrazuju na kraju faza u uvodu u vrenje, sračunavaju na osnovu nižih vrednosti za ϑ, pri čemu ϑ_1 dobija vrednost koja je manja i od ϑ_2.

14. Naprava za sprovođenje postupka po zahtevu 1—13, naznačena time, što

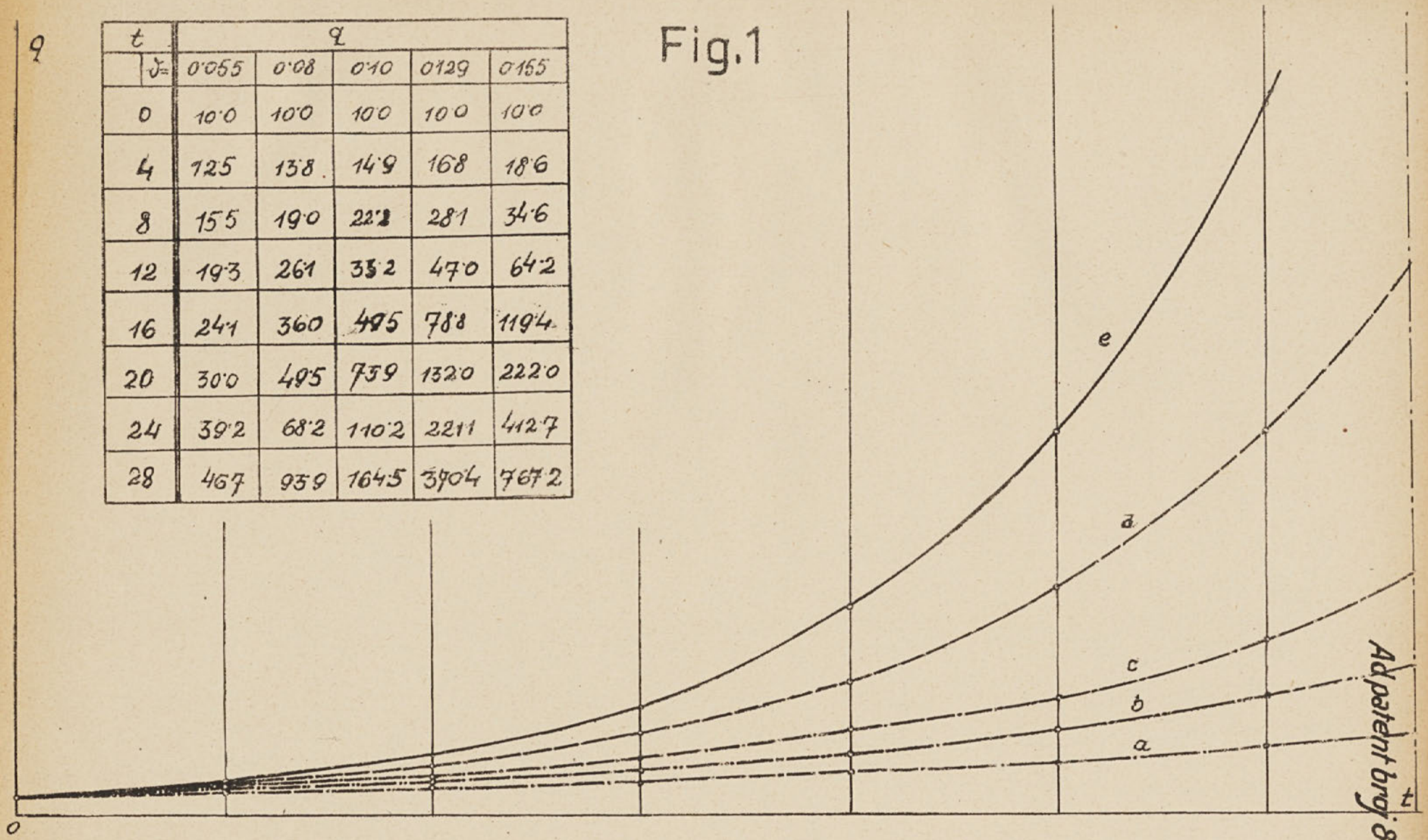
ima sudove za vrenje (1, 2, 3, 4, 5...), koji su poređani u nizu sa sve većom zapreminom, i koji su pomoću cevi (6, 7, 8, 9, 10), koje se mogu zatvarati, priključeni na zajednički dovod za vazduh a pomoću cevi (13. 14, 15, 27, 28), koje se mogu zatvoriti, na zajednički dovod za hranljivi rastvor.

15. Naprava po zahtevu 14 naznačena time, što su cevi, koje dovode u vezu sudove za vrenje (1, 2, 3, 4) izvedene kao nategače (18, 19, 20), koje vode sa dna jednog suda ka tavanici sledećeg suda koji niže leži.

16. Oblik izvođenja naprave po zahtevu 14 i 15 naznačen time, što je u cev, koja spaja sudove u vrenju, uključena mešalica (17) koja je s jedne strane priključena na dovod za hranjivi rastvor, a s druge strane je pomoću crpke (21) u vezi sa pojedinim sudovima u vrenju, da bi mogla sadržinu prethodnog suda, pomešanu sa hranjivim rastvorom, uvesti u sledeći sud.

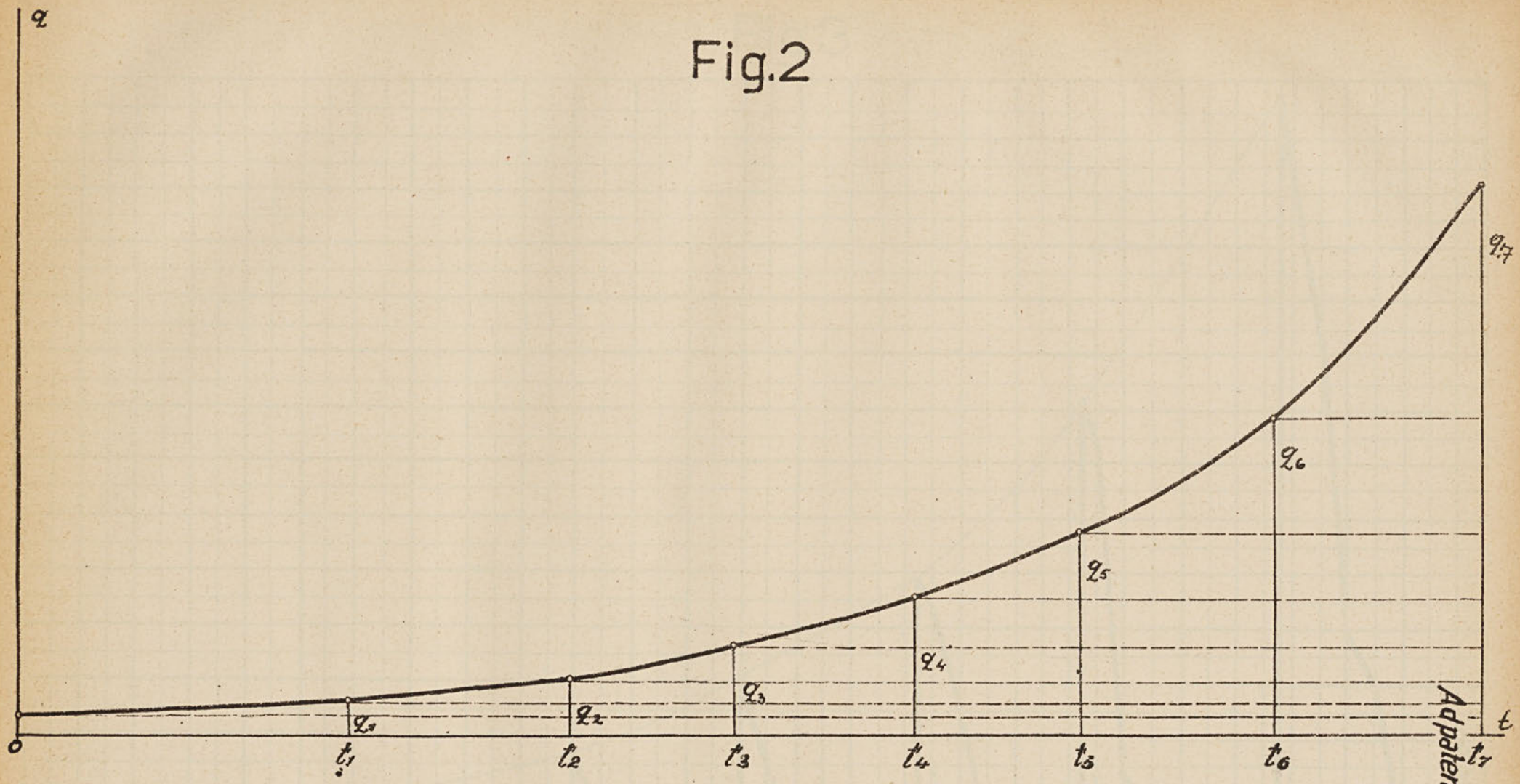
Fig.1

t	q				
ϑ=	0·055	0·08	0·10	0·129	0·155
0	10·0	10·0	10·0	10·0	10·0
4	12·5	13·8	14·9	16·8	18·6
8	15·5	19·0	22·1	28·1	34·6
12	19·3	26·1	35·2	47·0	64·2
16	24·1	36·0	49·5	78·8	119·4
20	30·0	49·5	75·9	132·0	222·0
24	39·2	68·2	110·2	221·1	412·7
28	46·7	93·9	164·5	370·4	767·2



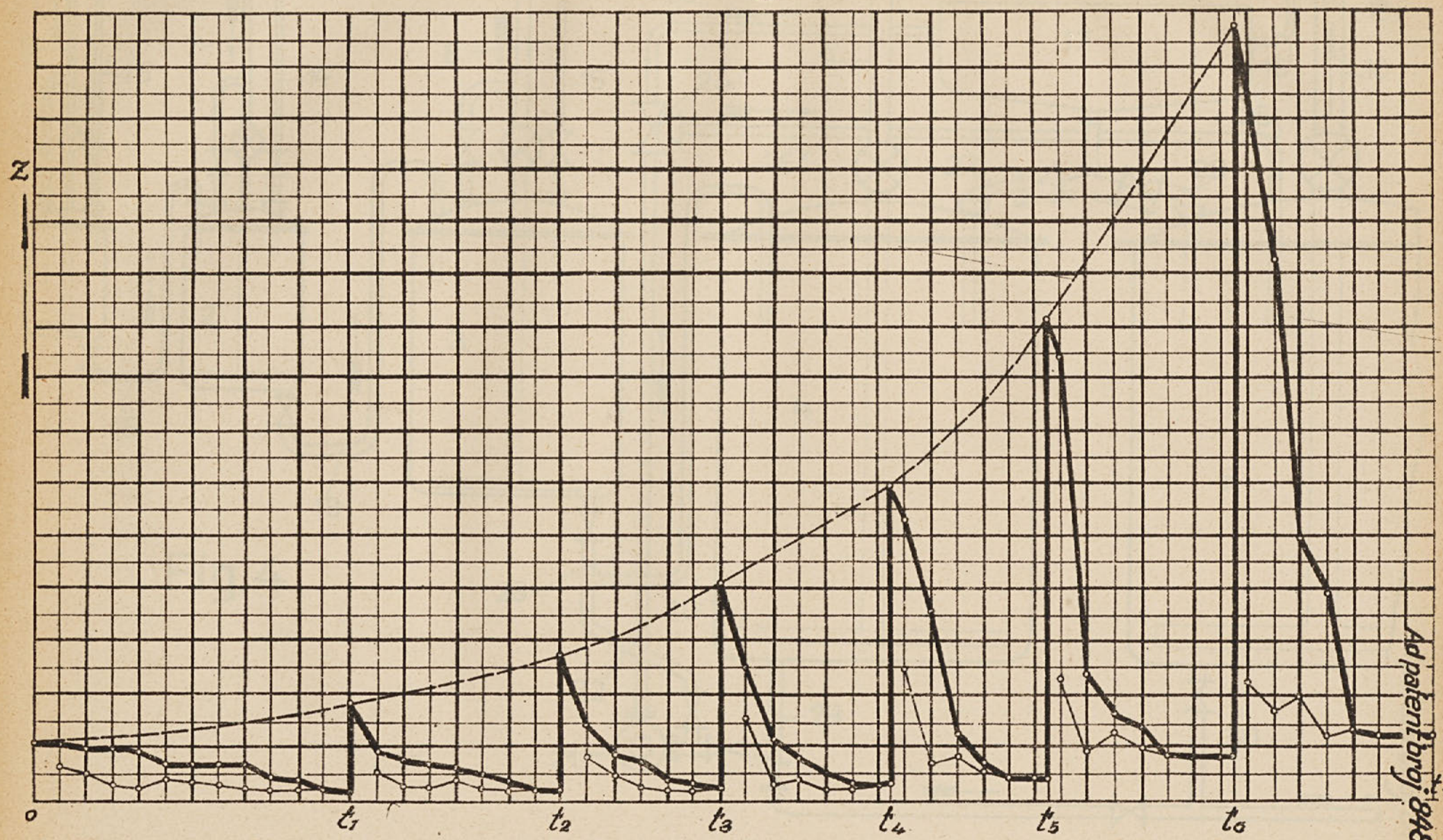
Ad patent broj 8484.

Fig.2

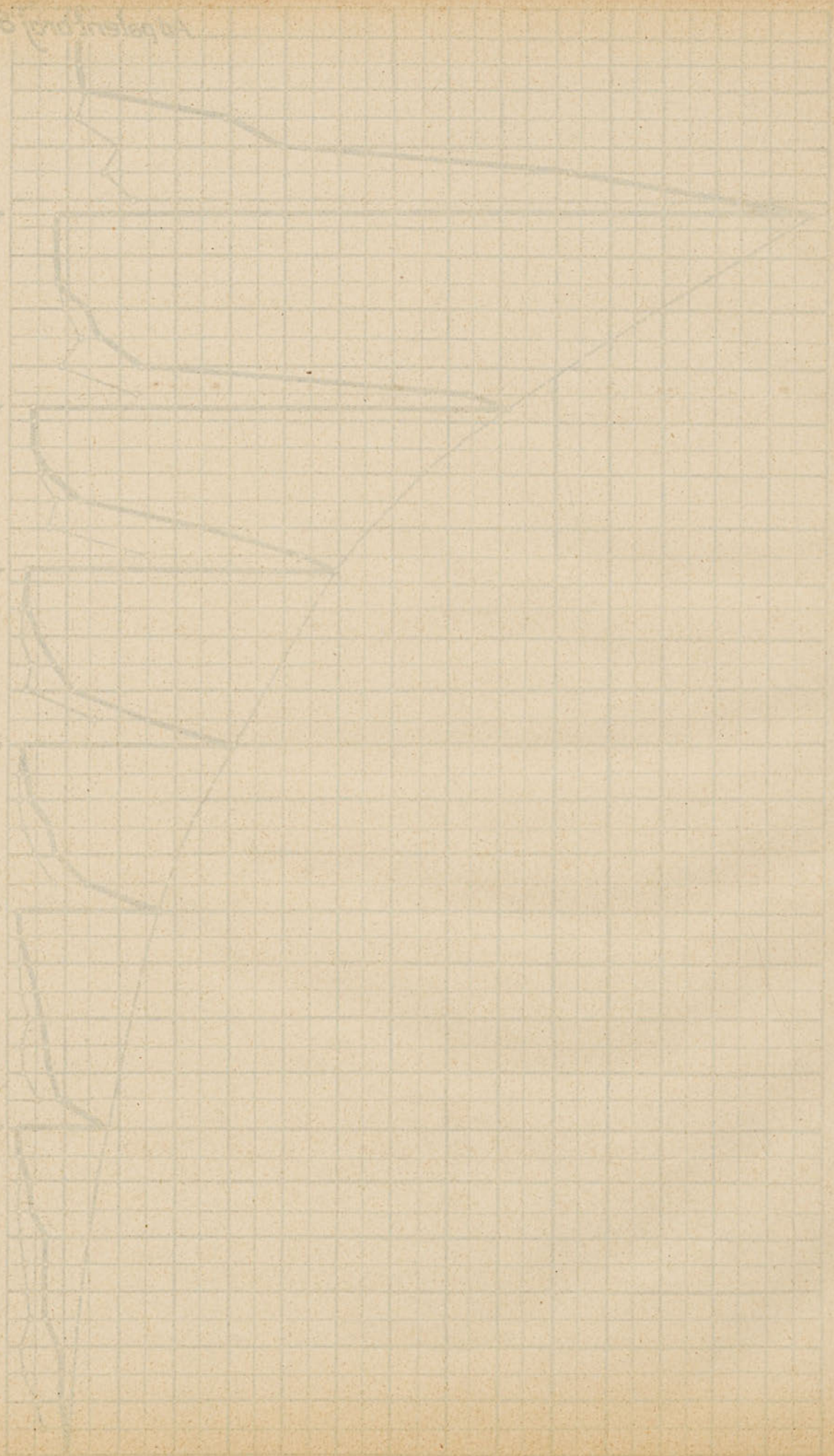


Ad patent broj 8484.

Fig.3



Ad patent broj 8484.



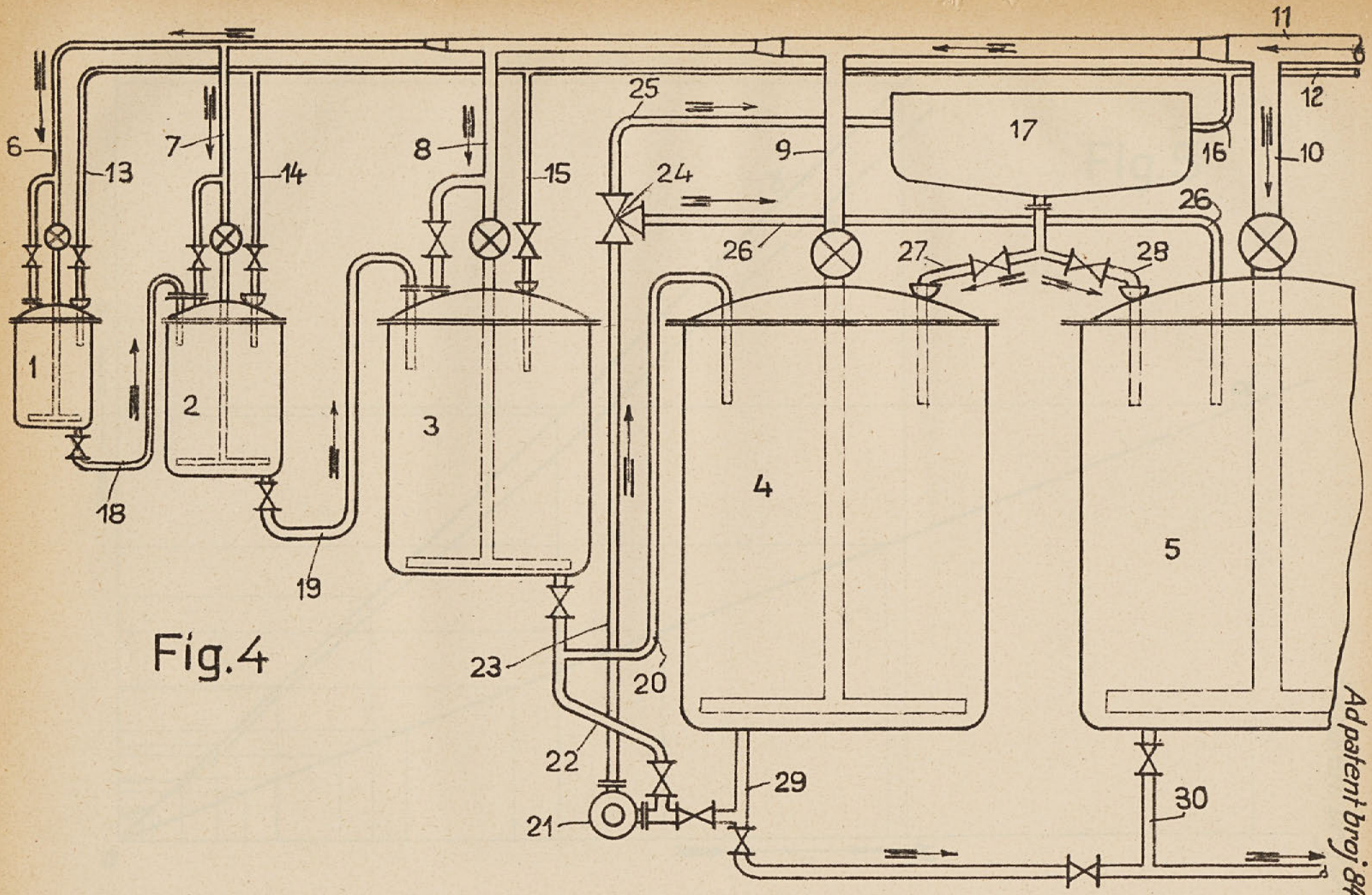
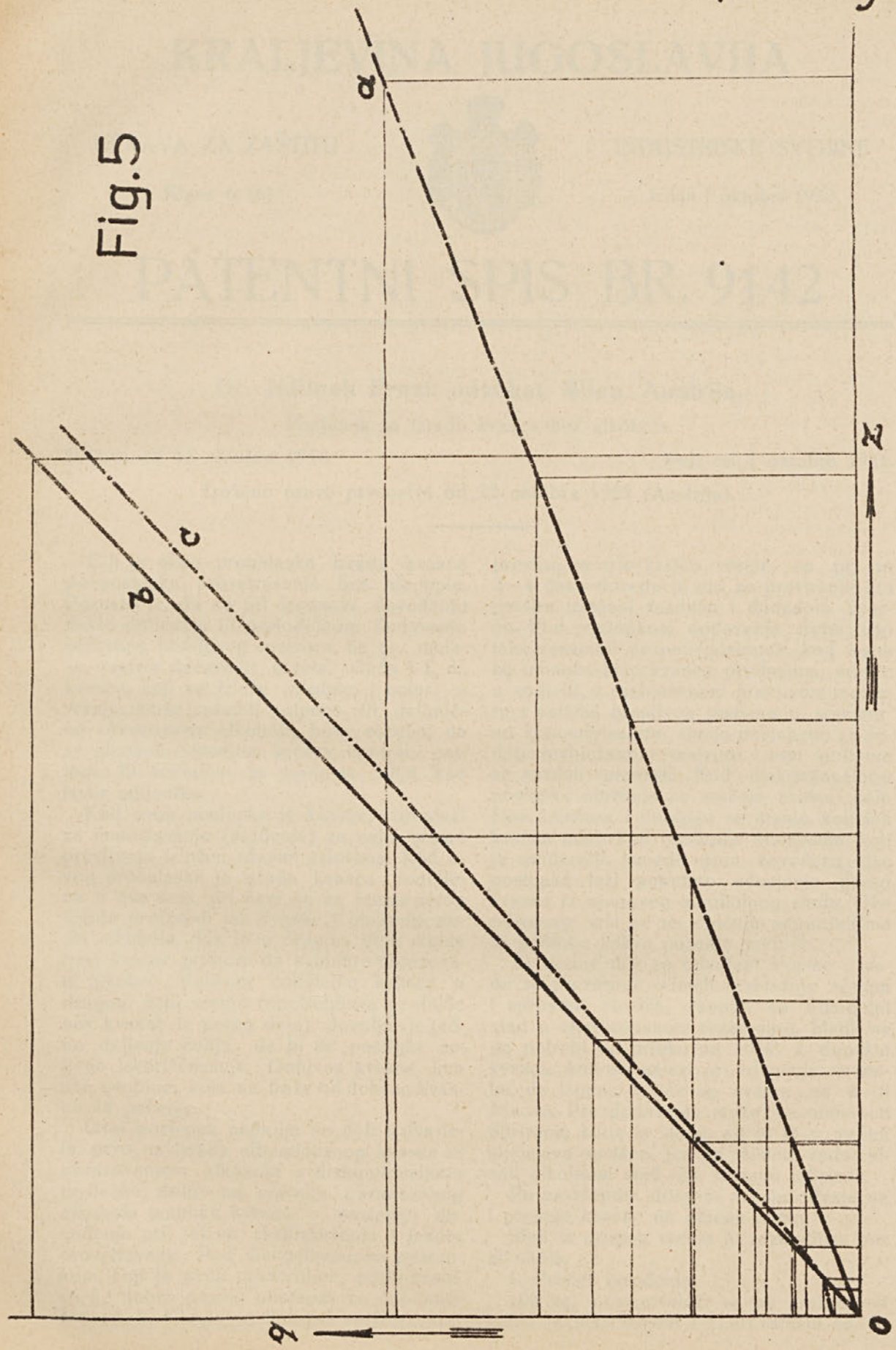


Fig.4

Ad patent broj 84484.

Ad patent broj 8484.

Fig. 5



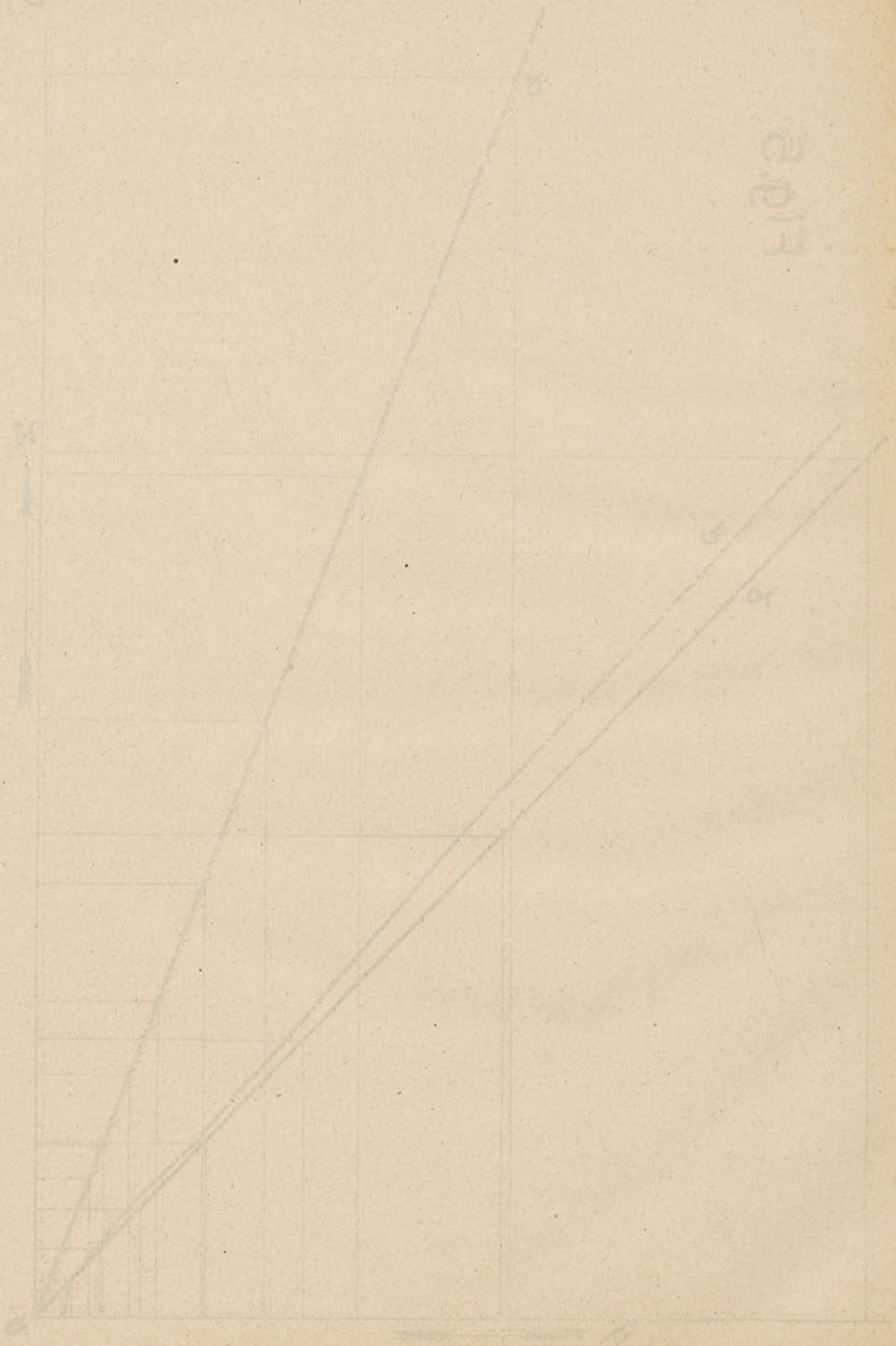


Fig. 2