

4. Krystalizacja cukru i
5. Oddzielanie cukru od żużla macierzystego.

## R o z d z i a ł    I I I .

# W Y D O B Y W A N I E            S O K U            Z    B U - -----    R A K Ó W . -----

### 1.    T E O R J A            D Y F U Z J I .

Fabrykacja cukru z buraka polega przede-  
wszystkiem, jak już zaznaczyliśmy, na wydebyciu  
w ten lub ów sposób z buraka roztworu, w posta-  
ci którego znajduje się w buraku cukier, a wię-  
c na otrzymaniu t.zw. " s e k u " .

Zadanie to wypełnia I s t a c j a  
f a b r y k a c j i . Powinna ona zadośćczy-  
nić tym            w y m a g a n i o m , jakie zwykle  
są stawiane urządzeniem, służącym do przepro-  
wadzania            p r o c e s ó w            t e c h n e -  
l e g i c z n y c h :

l/ produkt powinien być otrzymywany z jaknaj-  
mniejszym /na jego jednostkę/ zużyciem materji

i energii /pracy ludzkiej i kapitału/.

2/ Szybkość przebiegu procesu powinna być możliwie jaknajwiększa.

W zastosowaniu do danego przypadku znaczy to, że cukier - w postaci soku - powinien być wydobyty: możliwie całkowicie, w roztworze możliwie stężonym<sup>x/</sup> i możliwie czystym /t.j. zawierającym jaknajmniej niecukrów/, oraz w możliwie krótkim czasie i z jaknajmniejszą zużyciem materiałów pomocniczych i energii.

W początkach istnienia cukrownictwa jedynym sposobem otrzymywania soku z buraka /jak i z trzciny/ był sposób prasowy: burak rozdrabniano - tarto za pomocą tarek mechanicznych - i wyciskano sok za pomocą pras, początkowo zwykłych, potem hydraulicznych. Sposób ten posiadał liczne wady: 1/ zużywano dużo energii mechanicznej przy

---

x/ Istnieje tu oczywiście granica: nie można otrzymać roztworu bardziej stężonego, niż sok, znajdujący się w buraku.

---

rozcieraniu buraków, -które musiało być bardzo dokładne, aby komórki zostały w jaknajwiększej ilości rozzerwane - i przy prasowaniu miazgi;

2/ pomimo tego, że stosowano parokrotne prasowanie otrzywanej miazgi, dodając przy powtórnej wyciskaniu wody, dużo pozostawiano cukru w wyciekach i otrzymywano sok, bardzo rozcieńszony, 3/ metoda ta wymagała znacznej ilości robocizny i 4/ uniemożliwiała zachowanie czystości, wskutek czego sok surowy łatwo podlegał fermentacji.

W 1864-65 r. zastosowano po raz pierwszy do otrzymywania soku z buraka powszechnie dzisiaj używany s p o s ó b t. zw. d y - f u s y j n y , opracowany przez inż. J. R o b e r t ' a .

Istota metody dyfuzyjnej polega na tem, że jeżeli kawałki buraka poddawać działaniu gorącej wody, to cukier dyfunduje z soku przez ścianki komórek na zewnątrz do wody, a woda dyfunduje do wewnątrz. Proces ten trwa tak długo, póki stężenia zewnątrz i wewnątrz komórek nie zrównają się. Zjawisko to dyfundowania przez przepony / błony/ nosi w fizyce nazwę o s -

możemy lub dializy.

Rozważmy podstawowe zasady tego procesu. Odpowiedzmy przedewszystkiem na pytanie - od czego zależy szybkość dializy?

Szybkość jej, podobnie do szybkości wszelkiego ustalonego ruchu, zachodzącego pod wpływem pewnych sił i przy pewnych dość znacznych oporach, może być wyrażona w przybliżeniu wzorem:

$$V = K \frac{P}{\eta}$$

gdzie  $V$  oznacza szybkość - w danym razie szybkość dializy, t.j. ilość substancji np. w gr., przechodzącej przez  $1 \text{ cm}^2$  powierzchni błony na sekundę,  $P$  - siłę, wywołującą ruch,  $\eta$  - opór, przeciwdziałający ruchowi i  $K$  - współczynnik proporcjonalności. Wzór ten wyprowadzony jest w przypuszczeniu, że opory wazrastają proporcjonalnie do szybkości ruchu;  $\eta$  - oznacza w nim wielkość siły oporu przy pewnej stałej szybkości, np.  $V = 1$ .

Ze wzoru wynika, że przy stałej sile i nie-

zmiennym oporze szybkość ta zależać będzie tylko od stałego współczynnika  $K$ , a zatem będzie również stałą.

Spróbujmy znaleźć choćby przybliżoną wartość dla każdego z tych czynników.

S i ł a  $P$  jest w naszym przypadku ciśnieniem osmotycznym lub wielkością do niego proporcjonalną. Ponieważ ciśnienie osmotyczne dla roztworów rozcieńczonych dość ściśle podlega tym samym prawom, co i ciśnienie gazu, przeto siłę  $P$  można obliczyć z równania Clapeyrona dla gazów:

$$Pv = n \cdot RT,$$

skąd

$$P = n \cdot \frac{1}{v} \cdot R \cdot T.$$

gdzie:

$P$  - wyraża ciśnienie /np. w  $\text{gr/cm}^2$ /,

$v$  - jest objętością  $n$  - gramocząstek /gazu/ w litrach,

$n$  - jest liczbą gramocząstek /gazu/ w danej objętości  $v$  litrów.

$R$  - t.zw. "stała gazowa" wyraża pracę i wyno-

si 84760 gr. cm. i

T - temperatura absolutna w stop. C.

$n \cdot \frac{1}{V}$  - wyraża liczbę gramocząsteczek, zawartą w litrze gazu, co dla roztworów odpowiada stężeniu  $c_M$ , wyrażonemu w gramocząsteczkach w litrze, a więc

$$P = c_M \cdot R \cdot T.$$

Wyrażając zaś przez  $c$  stężenie w gramach na litr roztworu /jak to zwykle przyjęte jest w technice/ i pamiętając, że

$$c = c_M \cdot M$$

gdzie  $M$  - jest ciężar cząsteczkowy, czyli że

$$c_M = \frac{c}{M}$$

otrzymamy ostatecznie wzór:

$$P = R \cdot \frac{1}{M} \cdot c \cdot T.$$

Siła  $P$  jest tedy wprost proporcjonalną do stężenia i absolutnej temperatury i odwrotnie proporcjonalną do ciężaru cząsteczkowego.

Wzór powyższy dotyczy dializy pomiędzy czystą wodą i roztworem substancji. Gdy mamy z obydwu stron błony roztworu o różnych stę-

żeniach  $c_1$  i  $c_2$ , wówczas

$$P = R \cdot \frac{1}{M} \cdot (c_1 - c_2) \cdot T.$$

O p o r y  $\eta$ , napotymane przez dyfundu-  
jące cząsteczki, nie dadzą się ściśle zdefinio-  
wać. Zależć one będą: 1/ od własności rozpusz-  
zonej substancji, - in np. większe są jej czą-  
steczki, tem trudniej będą się one poruszały  
i przechodziły przez błonę, tem większe wywołu-  
ją tarcie; 2/ od własności rozpuszczalnika -  
gdyż opory zwiększają się ze zwiększeniem spół-  
czynnika tarcia wewnętrznego cieczy, a prócz te-  
go - rozpuszczalnik może wpływać na stan ciała  
rozpuszczonego /asocjacja cząsteczek, stan ko-  
loidalny i t.p./; 3/ od temperatury - gdyż ze  
zmianą temperatury zmienia się np. /w stosunku  
odwrotnym/ współczynnik tarcia; 4/ od rodzaju  
błony - gdyż im błona jest cieńsza i luźniej  
zbudowana, tem dyfuzja zachodzi prędzej i t.d.

D l a j e d n e j i t e j s a -  
m e j s u b s t a n c j i r o z p u s z -  
c z o n e j i r o z p u s z c z a l n i -  
k a /np. dla cukru i wody/ oraz dla t e j  
s a m e j b ł o n y , oznaczając w podstawo-

wym wzorze szybkości wszystkie wartości stałe przez jeden współczynnik stały  $K$ , a zależności szybkości od ciśnienia i oporów, będące funkcją temperatury, przez  $\varphi / T$ , - otrzymany przybliżony o s t a t e c z n y w z ó r n a s z y b k o ś ć d i a - l i z y :

$$V = K / c_1 - c_2 / \varphi / T \quad x/$$

Ze wzoru tego wynika, iż, aby dializa zachodziła możliwie szybko, winna być zachowana możliwie największa różnica stężeń z jednej i drugiej strony błony i możliwie wysoka temperatura.

Pierwsze badania nad dializą, czyli dyfuzją przez błonę, wykonane były przez G r a - h a m ' a . Doświadczenia jego wykazały, iż, jeśli prąjąc szybkość dializy soli kuchennej do wody za 1, to szybkość dyfuzji innych ciał

x/ Ponieważ ciśnienie  $P$  jest wprost proporcjonalne do  $T$ , a opory zmniejszają się z podniesieniem  $T$ , - przeto funkcja  $\varphi / T$  jest tego rodzaju, że z podwyższeniem  $T$  zwiększa się  $V$  - i odwrotnie  $\left[ \frac{dV}{dT} > 0 \right]$ .



- w tych samych warunkach - przedstawia się, jak następuje:

HNO <sub>3</sub>	-	2,1
NaCl	-	1
Mocznik	-	0,9
Sacharoza	-	0,4
Białko	-	0,06.

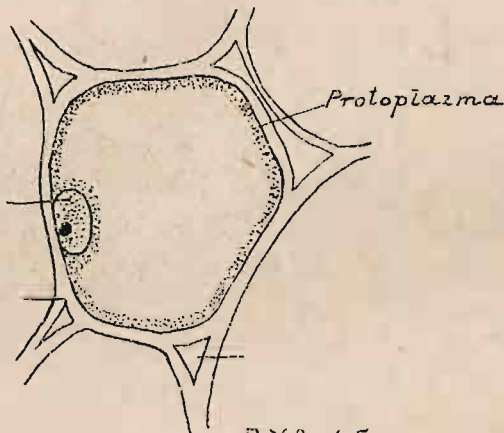
Na podstawie badań Graham'a przypuszczano dawniej, iż ciała, bardzo wolno dyfundujące, nie mogą być otrzymane w krystalicznym stanie i nazwano je "koloidami", w odróżnieniu od łatwo krystalizujących i szybko dyfundujących "krystaloidów". Dziś wiemy, że zasada ta posiada tylko względną słusność, gdyż potrafimy ciała, wolno dyfundujące, otrzymywać /aczkolwiek z trudnością/ w stanie krystalicznym, z drugiej zaś strony, - ciała, łatwo krystalizujące, otrzymywać w stanie koloidalnym /w koloidalnym roztworze/. W każdym bądź razie dla praktyki jest nader ważnym, iż takie niecukry, jak białko, ciała pektynowe i inne, o zdecydowanym charakterze koloidów, znaczniej wolniej dyfundują, aniżeli cukier, oraz że stężenie cukru w soku komórkowym buraka jest wysokie,

niecukrów zaś - niskie. Przez zrozumienie tych zasad możemy sobie wytłumażyć, dlaczego sok, otrzymany z buraka przez dializę, ma wyższą czystość, aniżeli pierwotnie w buraku zawarty.

W praktyce proces dyfuzji cukru z buraka nie przebiega w tak prosty sposób, jak podano wyżej, albowiem oprócz cukru dyfunduje jednocześnie cały szereg składników soku, z których jedne wpływają na szybkość dializy drugich, wskutek czego ściśle zależności nie dają się określić. Z nowszych badań Herzfelda wynika, iż podwyższenie temperatury bardziej przyspiesza dyfuzję cukru, aniżeli niecukrów.

Pozatem proces dyfuzji komplikuje się wskutek specyficznych własności "żywej" błony protoplazmatycznej, wyściełającej ścianki komórki od wewnątrz. Właściwy sok komórkowy zawarty jest wewnątrz "woreczka", utworzonego z błony protoplazmatycznej /rys.15/. Błona ta należy do błon t.zw. nawpółprzepuszczalnych, t.zn., że przepuszcza wodę, a nie przepuszcza niektórych ciał rozpuszczalnych, np. cukru. Aby więc

drogą dializy z komórki wydostać można było cukier, należy zmienić przedtem własności błony protoplazmatycznej, a więc własności białka<sup>x/</sup>,



RYS. 15.

przez sdenaturowanie go, czyli przez przeprowadzenie go ze stanu koloidalnego roztworu w stan nierozpuszczalny, - należy "zabić" protoplazmę i przez to nadać jej własność przepuszczalności. Osiągnąć się to daje, między innymi, przez zastosowanie podwyższonej - do 60-70<sup>o</sup>-temperatury;

wówczas błona staje się całkowicie przepuszczalną. Przekonać się o tem łatwo, jeśli płatki

---

x/ Błona protoplazmatyczna składa się głównie z ciał białkowych.

czerwonego buraka, starannie wymyte, wrzucić do zimnej wody: przy długim nawet staniu woda nie zabarwi się na czerwono, - barwik więc do wody nie dyfunduje; w wodzie gorącej natomiast proces dyfuzji substancji barwiącej rozpoczyna się natychmiast.

Ze względu na to, iż dyfuzja kończy się z chwilą zrównania stężeń zewnątrz i wewnątrz komórki, po jednorazowo przeprowadzonym procesie dyfuzyjnym z ilością wody, równą ilości soku w buraku, jeszcze połowa całkowitej ilości cukru pozostałaby w buraku. Gdyby burak zawierał np. 20 % cukru, to po ukończonym procesie pozostałoby w buraku 10 % cukru; aby zmniejszyć stratę cukru, należałoby proces dyfundowania powtórzyć, ale i wtedy jeszcze 5 % cukru nie zostałoby wydobyte. Wynika więc stąd, że, aby całkowitą ilość cukru z buraka wydobyć, należałoby proces dyfuzji wielokrotnie powtarzać. Stosując w ten sposób pojedyncze procesy, napotkalibyśmy, oprócz wskazanej, inne jeszcze niedogodności: sok z pierwszego procesu zawierałby 10 % cukru, z drugiego - 5 %.

a trzeciego - 2½ % i t.d., otrzymalibyśmy przeto soki znacznie rozcieńczone, a więc zagęszczanie ich wymagałoby zużycia znacznej ilości paliwa.

W celu uniknięcia nieracjonalnego szeregu perjodycznych operacyj i <sup>w celu</sup> oszczędzenia opału, stosuje się w procesie dyfuzyjnym znaną i w innych gałęziach przemysłu szeroko stosowaną zasadę przeciwpływu.

Szybkość  $W$  reakcji, zachodzącej między dwoma odrębnymi środowiskami, jest proporcjonalna do różnicy napięć reakcyjnych dwu reagujących ze sobą środowisk:

$$V = K / P_1 - P_2 /, \text{ gdzie}$$

$P_1$  i  $P_2$  wyrażają np. temperatury lub stężenia środowisk.

Równomierną, a zarazem dostatecznie wysoką, szybkość bez użycia nadmiaru reagujących ciał i z doprowadzeniem reakcji do końca uzyskamy w procesie dyfuzyjnym wówczas, gdy buraki wysłodzone będą się stykać z czystą wodą, a nie-wysłodzone - ze względnie stężonym już sokiem. Warunki te dadzą się osiągnąć przez wprowadzenie

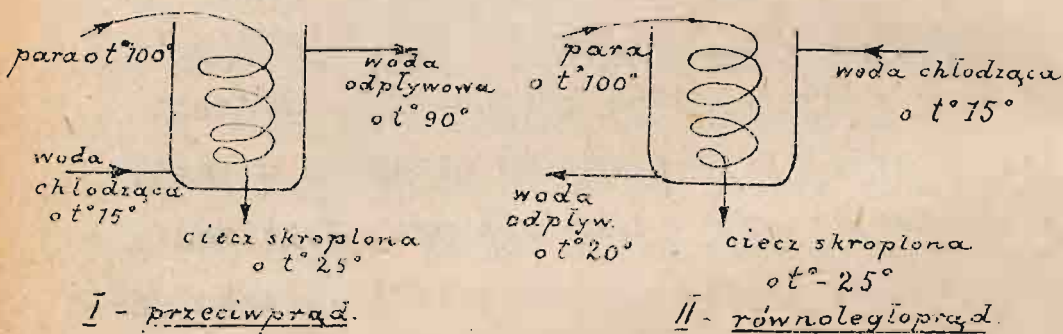
nie obydwu środowisk w ruch w kierunkach przeciwnych: z jednej strony idą buraki, z drugiej, przeciwnej - woda.

Sposób ten pozwala na doprowadzenie dializy do końca, z wykorzystaniem prawie całkowitej zawartości cukru w buraku i bez stozowania nadmiernej ilości wody, dzięki czemu otrzymuje się sok o stężeniu, bliskim do stężenia soku w buraku. Zaletą sposobu tego jest też to, iż daje on możliwość utrzymania względnie jednakowej różnicy stężeń na całej drodze reagujących środowisk, a więc mniej więcej jednakowej szybkości procesu dyfuzji.

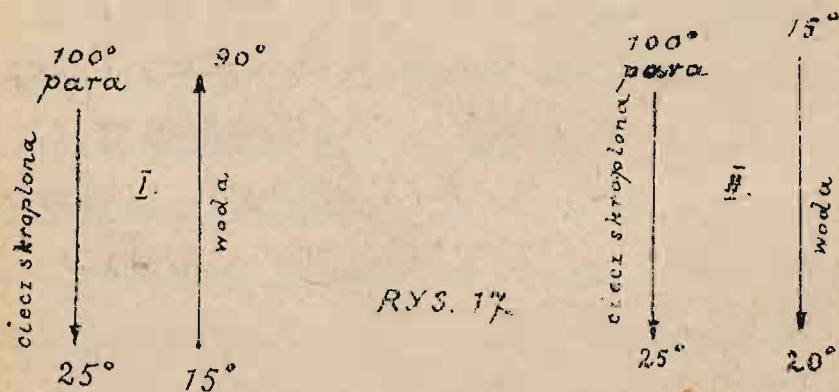
Typowymi aparatami do reakcyj przeciwprądowych są znane dobrze słuchaczom przyrządy wieżowe do wykonywania reakcji między gazem i cieczą oraz skraplacze do skraplania oparów przy destylacji, które urządza się również na zasadzie przeciwprądu. Na przykładzie skraplacza można wykazać poglądowo zalety i zasady ruchu przeciwprądowego w porównaniu z równoległoprądowym.

Przypuśćmy, iż w skraplaczu para cieczy o  $t^{\circ} 100^{\circ}$  wchodzi do węzownicy i chłodzona jest

zewnątrz wodą o  $t^{\circ} 15^{\circ}$ . Woda osiągająca może wchodzić bądź w przeciwnym do pary kierunku, bądź w tym samym, jak to wskazuje rys. 16. W pierwszym przypadku mamy ruch przeciwprądowy, w drugim - równoległoprądowy, co schematycznie wyraża rys 17.



RYS. 16.



RYS. 17

W przykładzie I istnieje pewna prawie stała różnica temperatur /np.  $10^{\circ}$ /, a więc stała różnica napięć reakcyjnych; szybkość reakcji jest tu prawie równomierną, podczas gdy w przykładzie II początkowo znaczna różnica napięć  $/100 - 15 = 85^{\circ}$ / stopniowo spada, a wraz z nią spada szybkość reakcji, zbliżając się w końcu drogi prawie do 0.

Przy przeciwnym sposobie chłodzenia ilość wody, potrzebnej do skroplenia pary, jest znacznie mniejsza, niż przy chłodzeniu równoległoprądowym: bowiem, jeśli trzeba odebrać parze i skroplonej cieczy np.  $Q$  kaloryj ciepła, a wiemy, że 1 kg. wody chłodzącej odbiera tyle kaloryj ciepła, jaka jest różnica temperatur wody, wychodzącej z chłodnicy /cieplej/ i wchodzącej /zimniej/ /na  $1^{\circ}$  różnicy  $t^{\circ}$  - 1 kaloryj/, to całkowita ilość wody, potrzebnej przy chłodzeniu równoległoprądowym, wyniesie w naszym przykładzie:

$$W_{II} = \frac{Q}{20-15} = \frac{Q}{5}$$

a przy chłodzeniu przeciwnym:



$$W_I = \frac{Q}{90-15} = \frac{Q}{75}$$

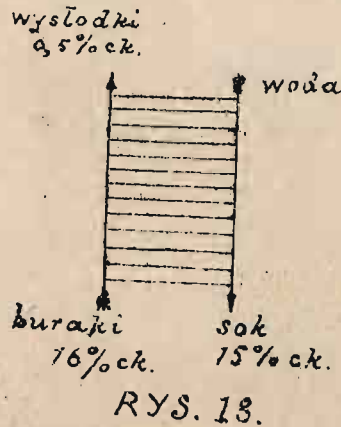
a więc jest 15 razy mniejsza, niż przy równoległoprądowym.

System przeciwprądowy ma więc te właśnie zalety, jakie powinno posiadać wykonanie każdego procesu technologicznego: względnie szybkie doprowadzenie reakcji do końca z jaknajmniejszym zużyciem materiału i energii.

System ten, zastosowany z pewnemi zmianami do wydobywania cukru z buraków, daje znakomite rezultaty, - otrzymany bowiem sok posiada prawie tę samą zawartość cukru, co sok w buraku, w wysłodzonym zaś buraku pozostaje zaledwie 0,3 - 0,5 % cukru. Schematycznie proces ten w zastosowaniu do buraków mógłby być przedstawiony w sposób, podany na rys. 18.

Konieczność wprowadzenia pewnych modyfikacji wskazanego systemu przy dyfuzji wynika z trudności, jakie następują się przy wykonaniu jednoczesnego przesuwania buraków i wody w przeciwnych kierunkach. Modyfikacja ta - nie zmieniająca istoty samej systemu - polega

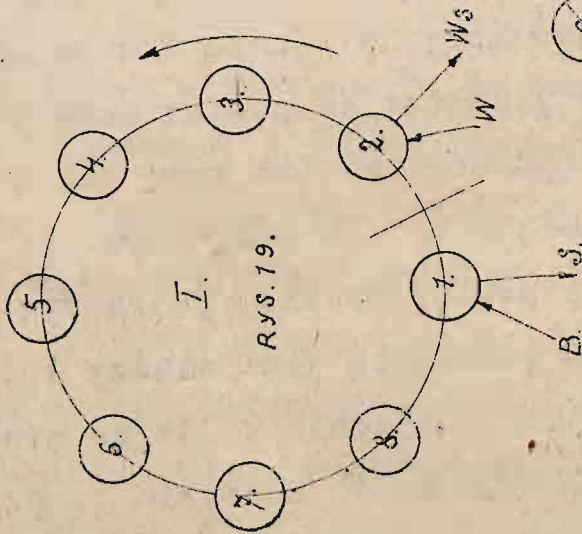
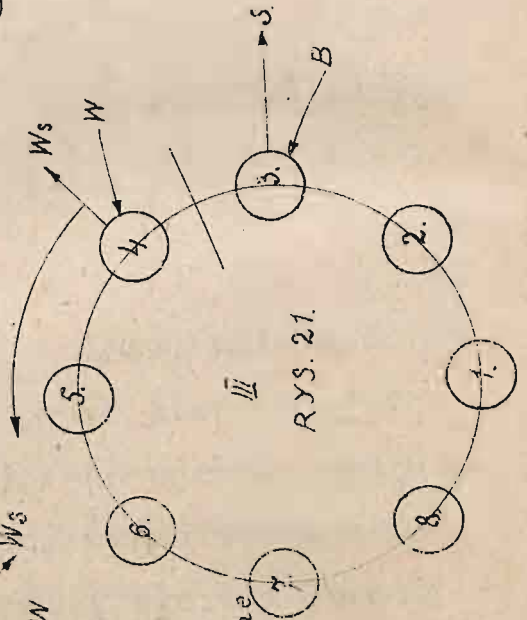
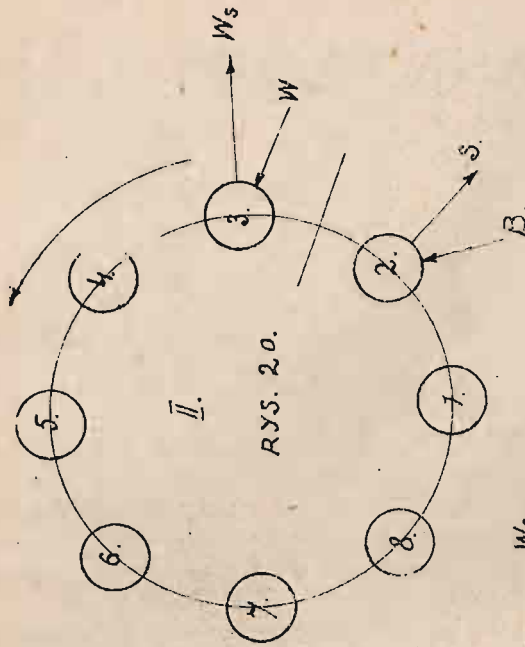
na ten, że proces wykonywa się w pewnej ilości



ci zestawionych w baterję oddzielnych naczyń, t.j. że całą drogę reakcyjną dzieli się na pewną liczbę odcinków; ciało stałe - burak - pozostaje nieruchomy, a wodzie nadaje się ruch, którego początek co pewien czas przesuwa się o jedno naczynie, tak samo jak i załadowanie i wyładowanie ciała stałego.

Jeśli np. w pewnej chwili /patrz rys.19/ baterja naczyń przerwaną jest między 1 i 2, i woda wstępuje do naczynia 2, dając wysłodki, a buraki załadowane są do naczynia 1, przyozem

-----



1-8 - naczynia dyfuzyjne

B - burak

S - sok gotowy

W - woda

Ws - wyśledki.

ciecz przechodzi /w kierunku strzałki/ z naczynia 2 do 3, z 3 do 4 i t.d. aż do 1, skąd odciąga się gotowy sok, - to po pewnym czasie /rys.20/ wodę nastawia się na naczynie 3 z odpowiednimi zmianami w komunikacji, - następnie uskutecznia się trzeci układ /rys.21/ i t.d. W ten sposób ciecz napotyka coraz to nowe porcje podstawionych buraków, i tego rodzaju zmiany początku ruchu wody wywołuje taki sam skutek, jakgdyby obydwa środowiska - i ciecz i buraki - posuwały się jedno naprzeciwko drugiego - w ruchu przeciwnym.

## 2. PRZYGOTOWANIE BURAKÓW DO PROCESU DYFUZYJNEGO.

Zanim buraki zostaną poddane dyfuzji, muszą być należycie oczyszczone, wymyte i odpowiednio pokrajane.

### A. MYCIE BURAKÓW.

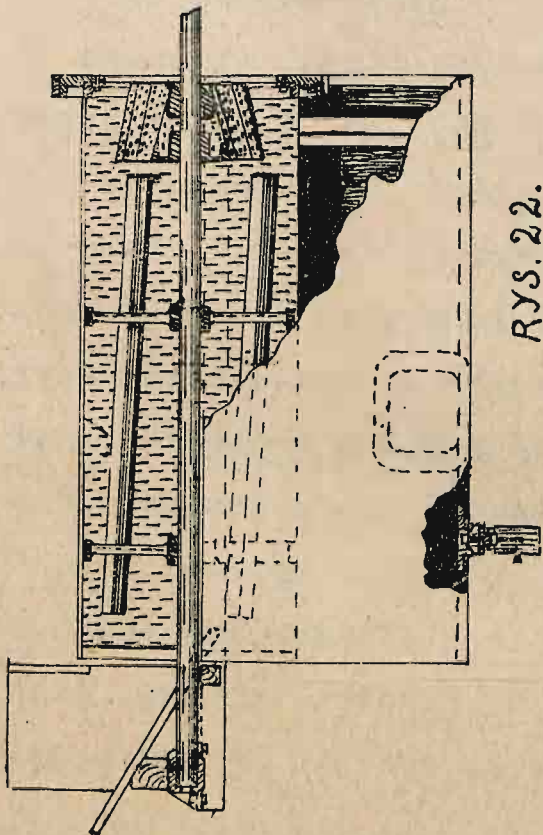
Mycie ma na celu: 1/ usunięcie z powierzchni buraka resztek ziemi, która nie tylko "brudziła-

by sok, lecz, zawierając drobnoustroje, mogłyby wywoływać fermentację soku, a więc stratę cukru, szczególnie na I stacji, gdzie nie są jeszcze stosowane wysokie temperatury, i wogóle sok nie jest odkażany, i 2/ usunięcie kamieni, resztek słomy, naci, korzonków i t.p. niepożądanych - tak ze względu na sprawność maszyn rozdrabniających, jak i na czystość otrzymanego soku - mechanicznych zanieczyszczeń.

Przy przemywaniu buraki muszą być dokładnie mieszane z wodą i oczyszczane, przy zastosowaniu zasady przeciwprądu i wszelkich środków, aby możliwie małą ilością świeżej wody, przy najmniejszym zużyciu energii mechanicznej, wymyć dokładnie możliwie duże ilości buraków.

Mycie buraków uskutecznia się w p ł u c z k a c h. Znaną w cukrownictwie 2 typy płuczek: dawniejsze - bębnowe, i obecnie powszechnie stosowane - kulałkowe.

Istotną częścią p ł u c z k i b ę b n o w e j /rys. 22/ jest skrzynia żelazna E, w której znajduje się cylindryczny dziurkowany żelazny bęben B, z obu stron otwarty i obraca-



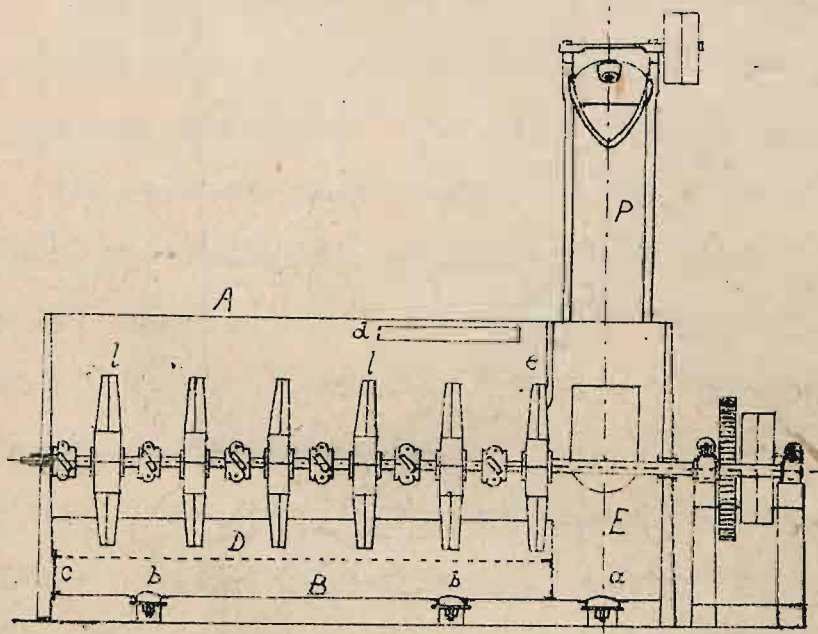
RYS. 22.

jaący się na wale DD'. Otwarte końce bębna prawie dotykają poprzecznych ścian skrzyni E, napełnionej w czasie pracy prawie całkowicie wodą.

Do szprych aa, za pomocą których osadzony jest bęben na wale DD', przymocowane są łaty drewniane bb', które przy ruchu obrotowym bębna mieszają buraki - wpadając do bębna przez F, - z wodą i jednocześnie przesuwają je w kierunku do przeciwnego końca, skąd, za pomocą dziurkowanych szufli żelaznych d, buraki zostają wyrzucanego z płuczki do następnego przyrządu. Drobne zanieczyszczenia przechodzą przez otwory bębna i usuwane są razem z wodą z dna skrzyni przez zawór m. Woda wprowadzana jest w sposób ciągły w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu buraka. Płuczki bębnowe, jako względnie mało sprawne, obecnie są już prawie zarzucone.

P ł u c z k a      k u ł a k o w a      /rys.  
23 i 24/ składa się z głębokiego koryta żelaznego A o półokrągłym dnie B, ponad które jest drugie dno D z odpowiednio wygiętej blachy dziurkowanej. Koryto płuczki jest nieruchome,

wewnątrz zaś obraca się poziomy wał, uzbrojony w szereg drewnianych łap b, rozmieszczonych na wale po linii śrubowej, szeroką płaszczyzną swoją naukos do wału. W ten sposób ruch łap

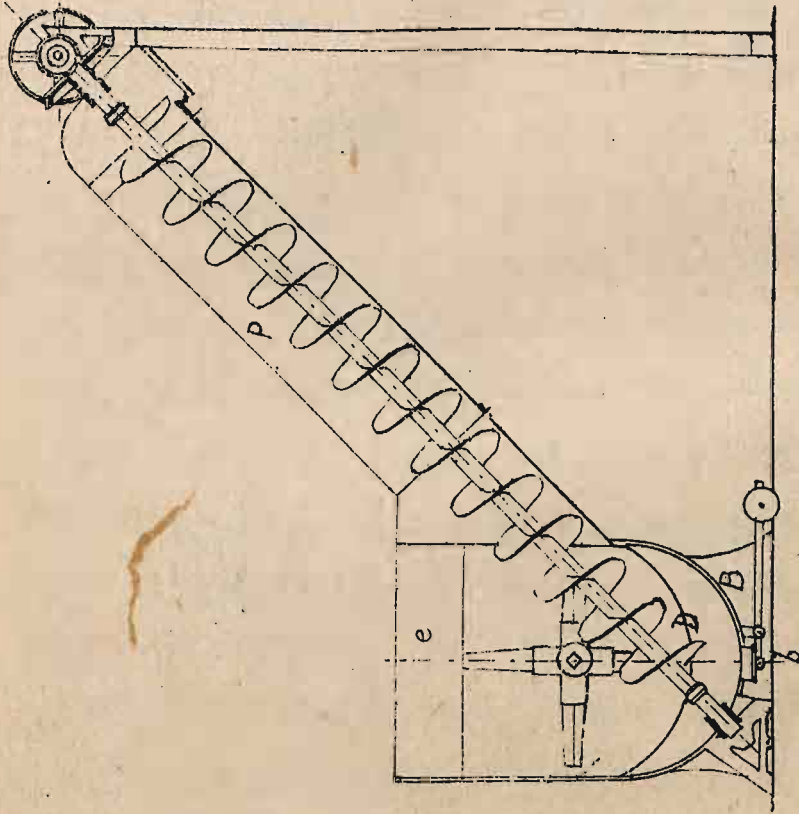


RYS. 23.

wywołuje nie tylko mieszanie, lecz i przesuwanie buraków z jednego /lewego na rys.23/ końca płuczki do drugiego, - gdzie one wpadają do komory E, skąd zabiera je podnośnik ślimakowy P /o takich podnośnikach patrz niżej/.

I tu również stosowana jest zasada przeciw-





RYS. 24.

prądu: wodę wprowadza się z przeciwległego - względnie do buraków - końca płuczki /do koryta podnośnika P/, odprowadza zaś górą zapoczątkowaną przelewem d, aby usunąć zanieczyszczenia mechaniczne, lżejsze od wody, jak słoma i t.p., które pływają na powierzchni. Aby zanieczyszczenia te nie szły razem z burakami, ruch wału odbywać się powinien w niezbyt szybkim tempie /  $\sim 15$  obrotów na minutę/, a powierzchnia wody nad poziomem łap powinna być nie niższą, niż 200 mm., - wówczas bowiem powierzchnia ta jest spokojna, i zanieczyszczenia nie zostają porywane przez prąd, wywołany ruchem. /W płuczce, uwidocznionej na rysunkach, żelazna przegroda e, znajdująca się u góry koryta, zatrzymuje słomę przed przelewem d, utrudniając dostęp jej do komory E/.

W celu usuwania kamieni urządza się w paru miejscach płuczki zagłębienia /łapacze/, gdzie kamienie, jako cięższe od buraków, zatrzymują się i skąd mogą być - przez otwieranie odpowiedniej zasuwki lub klapy - usuwane. Np. w płuczce, wyobrażonej na rys. 23 i 24 służy do tego celu dolna część komory E z klapą a.

Drobne zanieczyszczenia, cięższe od wody /piasek/ przechodzą przez otwory górnego dna i zbierają się na dnie dolnym, skąd perjodycznie przez klapy b i zasuwe c są usuwane.

Wodę odpływową z płuczki buraczanej - zwykle razem z wodą ze spławiska - odprowadza się /własnym spadkiem albo z pomocą pompy/ do t.zw. o d z t o j n i k ó w . Stąd woda, uwolniona od zawiesin, idzie, zależnie od miejscowych warunków, albo do rzeki, albo na pole irygacyjne, osadzoną zaś ziemię, muł i t.d. wywozi się na pola lub używa do kompostów. Fabryki, cierpiące na brak wody, zmuszone są do wielokrotnego używania wody z odstożników do spławiania, a nawet do mycia buraków; w takim razie buraki przed dalszym przerobem powinny być opłukane czystą wodą.

Wymiary płuczek zależą od wielkości przerobu. Przyjmijmy przy podawaniu wymiarów aparatów, jako wytyczną, średni przerób 5000 - 6000 q /centnarów metr./ buraków na dobę. Dla takiego średniego przerobu płuczce kułakowej nadaje się następujące wymiary:

średnica koryta wewnętrznego                      ~1,3 m.

długość płuczki	5 - 7 metrów.
liczba obrotów	15 - 17.
zużycie siły wynosi	8 - 10 HP.

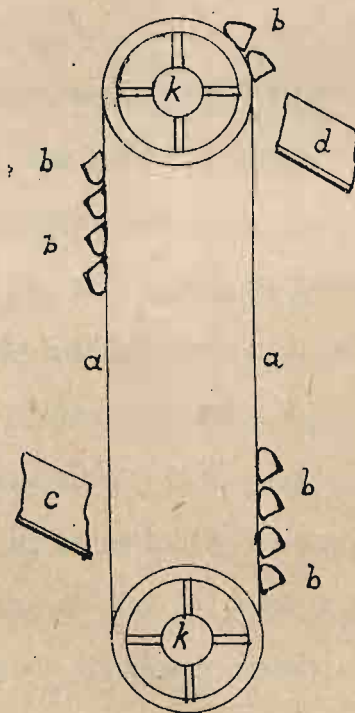
Wody płuczka zużywa 30 - 50 % na wagę buraków.

Objętość płuczki musi być tak dobrana, aby burak pozostawał w płuczce 5 - 6 minut, - tyle bowiem czasu potrzeba przeciętnie na dostateczne wypłukanie buraka.

Burak, należycie wymyty, przenoszony zostaje dalej do pryzmów, które mają za zadanie rodrobienie, czyli do t.zw. "krajalnic". Do przenoszenia buraków z płuczki do krajalnicy, jak również nieraz i do przenoszenia ze splawiaka do płuczki, stosuje się urządzenia, zwane albo **p o d n o ś n i k a m i** /elewatorami/ o ile chodzi o przenoszenia w kierunku pionowym, lub **p r z e n o ś n i k a m i** /transporterami/ - o ile chodzi o przenoszenie w kierunku poziomym.

**P o d n o ś n i k** **k i e s z e n i o w y** /kubekowy/ /rys.25/ składa się z łańcucha bez końca a /często z dwu łańcuchów/ lub z takiego pasa parciałego czy gumowego, owiniętego

na dwóch obracających się kołach  $k$  i  $k'$   
i szeregu kubeków  $b$  /kieszni/, umocowanych  
na łańcuchu. Burak pod wpływem własnego cięża-  
ru - poprzez koryto pochyłe  $c$  o dnie kratko-  
wanem, przez które ścieka woda, porwana z płusz-  
ki, - wpada do kieszeni, i po przejściu ponad



RYS. 25.

górnem kołem  $k$  wylatuje z kubekka przez kory-  
to  $d$ , do następnego przyrządu, - zwykle do wa-

gi, lub wprost do krajalnicy. Dolne koło umieszczone jest w celu możności regulowania napięcia łańcucha, w łożyskach ruchomych.

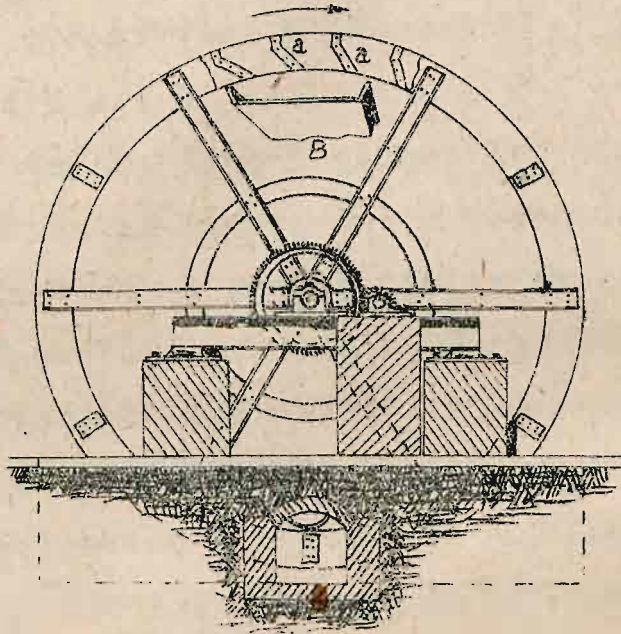
**P o d n o ś n i k ś l i m a k o w y** podnosi buraki za pomocą powierzchni ślimakowej nie pionowo, a pod pewnym kątem. Rysunki 23 i 24 /patrz wyżej/ podają zestawienie takiego podnośnika /P/ z płuczką kułakową<sup>x/</sup>. Składa się on z koryta żelaznego, ustawionego pochyło /zwykle pod kątem 35 - 45° do poziomu/ i masywnego wału w, na którym w postaci powierzchni śrubowej nawinięty jest pas blachy żelaznej o szerokości prawie równej odległości wału od bocznej ścianki koryta. Przy obrocie wału, buraki, wpadające z koryta płuczki A do komory B, podnoszone są przez śrubowy ruch ślimaka do góry i wyrzucane przez wylot K do następnego przyrządu.

W cukrowniach poznańskich i niemieckich stosują też do podnoszenia buraków t.zw. k o -

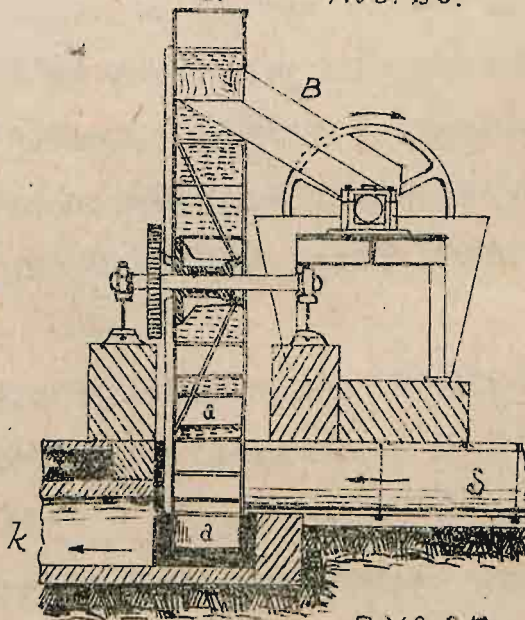
-----

x/ Całość stanowi system, patentowany niegdyś w Rosji, jako płuczka Pustyńskiego.

1 a p o d n o ś n e /koła buraczone/  
/rys.26 i 27/.



$\alpha$  RYS. 26.



RYS. 27.

Buraki wraz z wodą doprowadzane są przez splewiak S do wnętrza koła /o średnicy 4  $\frac{1}{2}$  do 7 metr./ . Przy obrocie koła woda spływa przez dziurkowane ścianki płaszcza koła, a buraki zostają podnoszone przez kubelki a, umieszczone wewnątrz koła i w najwyższym punkcie spadają na pochyłą rynnę B i stąd - wprost do płuczki. Woda odpływa kanałem k.

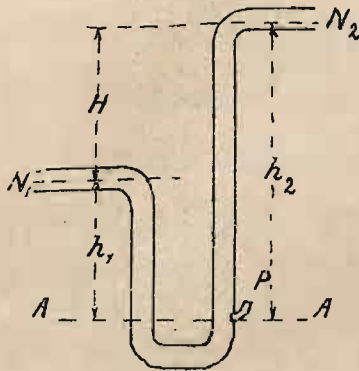
W ostatnich czasach wchodzi w użycie oryginalnie pomyślane urządzenie do podnoszenia buraków, wraz z brudną wodą, ze splewiaka do płuczki, zwane " p o m p a m a m u t o w a " .

Zasada działania tego urządzenia polega na własnościach zachowania się dwu cieczy o różnej gęstości w naczyniach połączonych.

Jeśli ciecz w obydwu ramionach jest w równowadze, to w jakimkolwiek przekroju AA /rys. 28/ w obydwu ramionach musi panować jednakowe ciśnienie. Jeśli więc w jednym ramieniu  $N_1$  znajduje się słup cieczy  $h_1$  o ciężarze właściwym  $S_1$ , a w drugim  $N_2$  - słup  $h_2$  o cięż. wł.  $S_2$ , to w przypadku równowagi:



$$h_1 S_1 = h_2 S_2 \dots\dots\dots /1/$$



RYS. 28.

Jeśli w jednym z ramion - w  $N_2$  - będzie ciecz lżejsza, niż w drugim, np. słup wody, zawierający pęcherzyki powietrza, wprowadzonego przez zawór P, to słup ten odpowiednio się podniesie. Wprowadzając stale przez  $N_1$  wodę i buraki i wyprowadzając je przez  $N_2$ , będziemy podnosili je na wysokość

$$h_2 - h_1 = H \dots\dots\dots /2/$$

która daje się obliczyć ze wzorów /1/ i /2/:

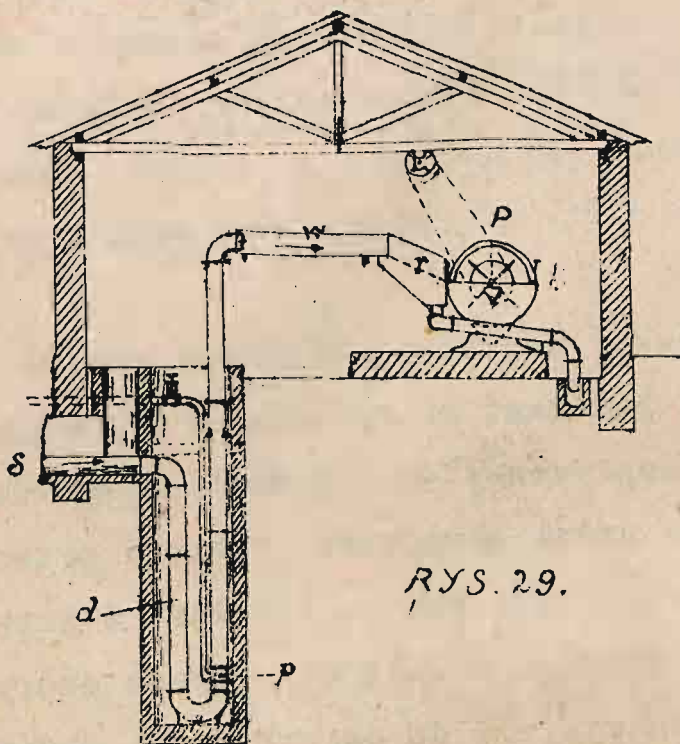
$$H = \frac{h_1 \cdot S_1}{S_2} - h_1 = h_1 \frac{S_1 - S_2}{S_2}$$

Wysokość ta, jak widać, zależy od wysokości  $h_1$  i od ciężaru właściwego cieczy w ramieniu odpływowym, a więc zależy od ilości doprowadzanego powietrza /  $S_1$  - cięż. własc. wody;  $S_2$  - cięż. wł. mieszaniny wody z powietrzem/.

Budowę pompy manutowej wyjaśnia rys. 29.

Woda wraz z burakami ze splawiatka  $S$  wstępuje do rury dopływowej  $d$ ; powietrze sprężone, dosyłane przez sprężarkę, wchodzi przez wlot  $p$  i unosi słup wody z burakami w prawym ramieniu do górnego wylotu  $w$ , przez który cała masa dostaje się do dziurkowanej rynny  $r$ , gdzie woda odpływa i skąd buraki staczają się na dół do płaczki  $P$ .

Urządzenie to, jakkolwiek zużywające więcej energii od uprzednio podanych przenośników posiada, między innymi, tę ważną zaletę, że buraki, energicznie mieszane z wodą za pomocą powietrza są już w nim dobrze wymyte. wskutek czego dalej stojące właściwe płuczki nie odgrywają poważnej roli i mogą być ewentualnie



RYS. 29.

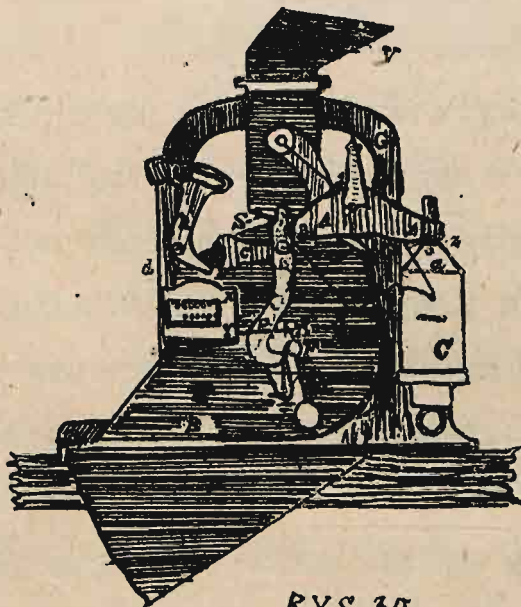
zupełnie pominięte lub też mogą być mniejsze.

### B. WAŻENIE BURAKÓW.

W celu kontroli fabrykacji powinna być określana ilość przerabianego surowca. Najlepiej dokonywa się to przez ważenie wymy- tych buraków. Do tego celu służą wagi, auto-

matycznie działające i automatycznie zapisujące ilości zważonych buraków, jak waga "Chronos", waga "Libra" i t.p.

Budowa i zasady działania bardzo rozpowszechnionej wagi "Chronos" są następujące /patrz rys. 30, który podaje schematyzowany przekrój wagi/.



RYS. 30.

Na ramionach dźwigni /belki/ równoramiennej A /opartej na podstawie G / zawieszona są na jednym - skrzynia B, do której wpadają buraki, na drugim - szalka C, obciążona nor-

malnym<sup>x/</sup> ciężarem. Załadowywanie i opróżnianie skrzynki B oraz zamykanie dostępu burakom do skrzyni B w czasie jej wyładowania - uskutecznia się automatycznie.

Buraki, zabierane przez podnośnik z płuczkami, wpadają do wagi przez lej V. Otwarta kłapa S, podparta jest przez kolankę 1,2,3; z chwilą, gdy ciężar buraków w skrzyni B stanie się prawie równym /patrz dalej o nadwadze/ obciążeniu szalki C, skrzynka B opuszcza się, trzpień Z popycha dźwignię kątową Q, przyczem porusza kolanko 1,2,3 i zamyka kłapę S. Ta ostatnia, zamykając się, obraca dźwignię h dookoła punktu d, ta zaś odciąga hak c; skrzynia B przechyła się i buraki zostają wyładowane. Natychmiast po wyładowaniu skrzynia B wraca do pierwotnego położenia, kłapa S zostaje otwarta i następuje pełne załadowanie buraków i t.d.

-----

x/ 300, 400 lub 500 kg. zależnie od wielkości wagi.

Ponieważ ciężar poszczególnych porcji buraków nie jest jednakowy, i ponieważ deprawowanie buraków do wagi nie odbywa się równomiernie, przeto odważanie - gdyby mechanizm polegał tylko na wyżej opisanym urządzeniu - nie byłoby ściśle "nadwaga" przy odważaniu jednego napełnienia wynosi, jak wskazuje doświadczenie, - do 25 kg. Te też, w celu dokładnego odważania, istnieje dodatkowe urządzenie. Działanie jego polega na tem, że buraki, napełniające skrzynię B, podnoszą przy opuszczaniu się dźwigni A nie tylko obciążoną szalkę C, lecz i wahadło E, połączone z osią zawieszenia skrzynki B. Im większa jest nadwaga, tem niżej opuszcza się skrzynia B i wyżej podnosi się wahadło E i nie opuszcza się aż do chwili powrotu wagi do stanu równowagi. Ruch wahadła E zostaje przez odpowiedni mechanizm przeniesiony do dolnego licznika Y, który notuje nadwagi poszczególnych ważeń i sumuje je. Górny zaś licznik X notuje i sumuje ciężary

edważonych poszczególnych porcyj buraków  
po 300, 400 lub 500 kg.

### C. ROZDRABNIANIE BURAKÓW.

Każda reakcja pomiędzy dwoma ciałami o różnym stanie skupienia, np. między ciałem stałym i ciekłym, - zachodzi przede wszystkim na powierzchni stykających się ciał. Jeśli reagują ze sobą ciecz i ciało stałe, występuje ta reakcja najprzód na powierzchni ciała stałego, a dopiero później stopniowo przenika do głębiej leżących warstw.

Stąd wynika, że szybkość reakcji jest proporcjonalną do powierzchni ciała stałego, - ta zaś jest tem większą, im większe jest rozdrobnienie tego ciała. Jeśli np. ciało nierozdrobnione ma kształt sześciann o krawędzi 1 m. i o powierzchni jednej ściany  $1 \text{ m}^2$ , to całkowita powierzchnia wynosi  $6 \text{ m}^2$ ; jeśli sześciann ów rozdrobnić na odpowiednią ilość /1000/ sześciannów o krawędzi 0,1 m., to całkowita powierzchnia wyniesie  $60 \text{ m}^2$ , przy tej samej masie ciała; drobniac

pierwotny sześciian na sześcianki o krawędzi 0,01 m., osiągniemy powierzchnię 600 m<sup>2</sup> na sześcianki o krawędzi 0,001 m. - powierzchnię 6000 m<sup>2</sup>, czyli zwiększamy powierzchnię 1000 razy w porównaniu z pierwotną i /teoretycznie/ w tym samym stosunku zwiększamy szybkość reakcji. W celu przyspieszenia reakcji pomiędzy ciałem stałym a cieczą, należy ciało stałe możliwie rozdrobnić.

Te zasady rozwinięcia powierzchni ma stosuje się też przy dyfuzyjnym sposobie wydobycia cukru z buraków.

Penetracja powierchnia buraka jest nieznaczna w stosunku do jego objętości, t.j., gdyby poddawać dyfuzji buraki całości, reakcja miałaby, oczywiście, niezmiernie wolny przebieg. Jeśli burak pokrajac na kawałki znacznych rozmiarów, np. na grube plastry, - to reakcja postępowałaby nieco szybciej, lecz również jeszcze zbyt powoli, albowiem dyfuzja zachodziłaby narazie tylko

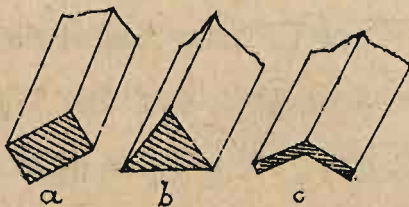


po między etaczającą cieczą a sokiem, zawartym w zewnętrznej warstwie komórek, a dopiero później dyfundowałyby odneśne substancje z drugiej warstwy do pierwszej, a z tej ostatniej - do znajdującego się z zewnątrz roztworu, - i jeszcze później do- sięgałby proces głębiej znajdujących się warstw komórek buraczanych.

Zdawałoby się więc, że buraki powinny być poddane możliwie największemu rozdrob- nieniu. W rzeczywistości jednak nie posuwa się stopnia rozdrobnienia zbyt daleko: na- leży unikać rozrywania zbyt znacznej ilości komórek, - wówczas bowiem z rozzerwanych ko- mórek przechodziłyby do wody bezpośrednio -przez zwykłe rozpuszczenie - wszystkie nie- cukry, zawarte w soku, - i otrzymywano- by sok mniej czysty; jednocześnie, przy nad- miernym rozdrobieniu, np. aż do postaci t.zw. "miazgi", - cała masa wskutek własne- go ciężaru zlegałaby się w naczyniu, wywo- łując zmniejszenie lub nawet zanik cyrkula- cji cieczy.

W praktyce przekonano się, iż proces dyfuzji przebiega najwydatniej, jeśli bu-raki są pokrajane na wydłużone paseczki, w kształcie makaronu, mniejwięcej o szeroko-ści 5 mm. i grubości 2 mm., czyli na t.zw. k r a j a n k ę . Taki kształt daje dosta-teczną powierzchnię zetknięcia i nie utrud-nia zbytnio - przy pełnem nawet załadowaniu naczynia - ruchu wody i otrzymywanego przy dyfuzji roztworu.

Przekrój paseczków bywa prostokątny /rys. 31 a/, trójkątny /31 b/, lub - co najlepiej - - przekrój "kątowy", odpowiadający krajance "rynienkowatej" /rys. 31 c/.



RYS. 31.

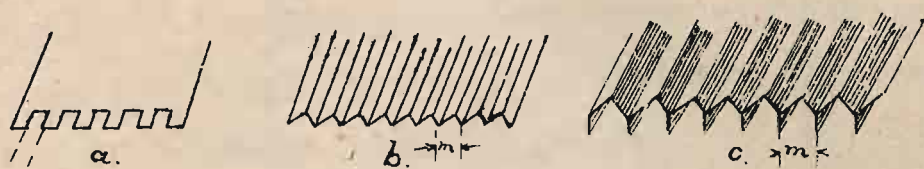
Przekrój "ką-towy" umożliwia otrzymanie więk-szej powierzchni krajanki /krajanki "rynienkowata"/

przy tym samym wymiarze przekroju paska, a więc przy tej samej objętości krajanki; nad-to kształt paseczków, posiadających opór sprę-

żyny, umożliwia swobodne cyrkulowanie soku w naczyniu nawet przy szczelnem załadowaniu.

Maszyny do krajania buraków noszą nazwę **k r a j a l n i c**. Jest ich dość dużo systemów. Najbardziej rozpowszechnioną dotąd jest krajalnica t.zw. " t a r c z o w a " lub " p o z i o m a ", w której obracająca się na pionowym wale tarcza z nożami działa tak samo, jak hebel stolarski, - z tą różnicą, że w heblu nóż skierowany jest na dół, a w krajalnicy do góry, t.j. znajduje się pod burakami.

N ó ż w k r a j a l n i c y ma też inny kształt, niż nóż w heblu, albowiem powinien on krajać burak nie na płatki /wióry/, a na wąskie paseczki, o odpowiednim przekroju z tego też względu nadaje się im profile, wskazane na rys. 32 a, b, c, gdzie a przedstawia schematycznie nóż. " p a l c z a s t y ", b - nóż t.zw. " k e n i g s f e l d z k i ", c - nóż " d a s z k o w a t y ". Co do podziałki noży /m - na rys. 32 b i 32 c/, to stosuje się zwykle noże o podziałce 4 - 7 mm.



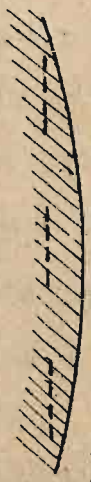
RYS. 32.

W jaki sposób odbywa się krajanie buraka za pomocą rozmaitego rodzaju noży, uwidacznia rys. 33 /a, b, c/. Na rysunkach tych linią przerywaną schematycznie oznaczone jest /w przekroju/ ostrze noża, znajdującego się w danej chwili przed burakiem, ciało zaś buraka krajanego /również w przekroju poprzecznym/ jest zakreskowane. Ze schematów tych widzimy, że przy nożach pierwszych 2 rodzaj, noże kolejno ustawione jeden za drugim w tarczy, muszą być "odwrotne", i że noże pałeczaste i kenigsfeldzkie krajają burak tylko połową ostrza, noże zaś daszkowate wszystkie są jednakowe i krajają całą długością ostrza.

Dzisiaj stosuje się najczęściej noże o profilu, wskazanym na rys. 32 c. - l. daszkowate.

a.

Noże palczaste



Przed  
I nożem



P<sup>o</sup>  
I nożu



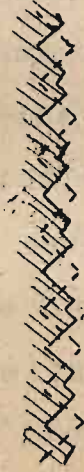
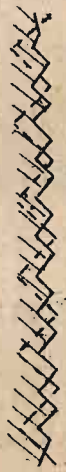
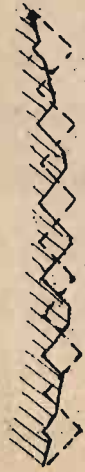
P<sup>o</sup>  
II nożu



P<sup>o</sup>  
III nożu

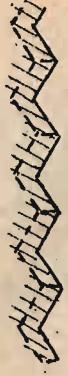
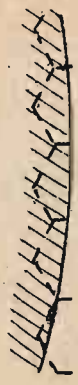
b.

Noże kenigsfeldskie



c.

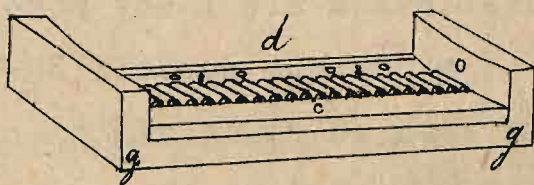
Noże daszkowate.



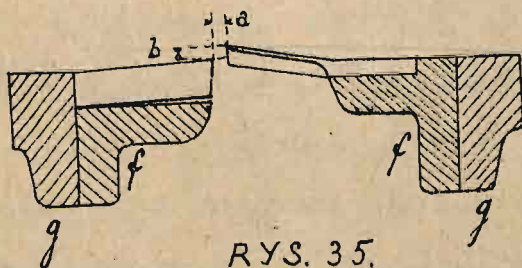
rys. 33.

gdyż mogą pokrajać one większą ilość buraków na jednostkę czasu i obok tego kraja je na paseczki o najdogodniejszym dla procesu przekroju /rynienkowate/.

Noże, krające buraki, zamocowuje się przy pomocy śrub w t.zw. "skrzynkach - inaczej ramkach - nożowych". Na rys.34 /w perspektywie/ i rys.35 /w przekroju poprzecznym/, przedstawiona jest jedna z konstrukcji takich skrzynek.



RYŚ. 34.

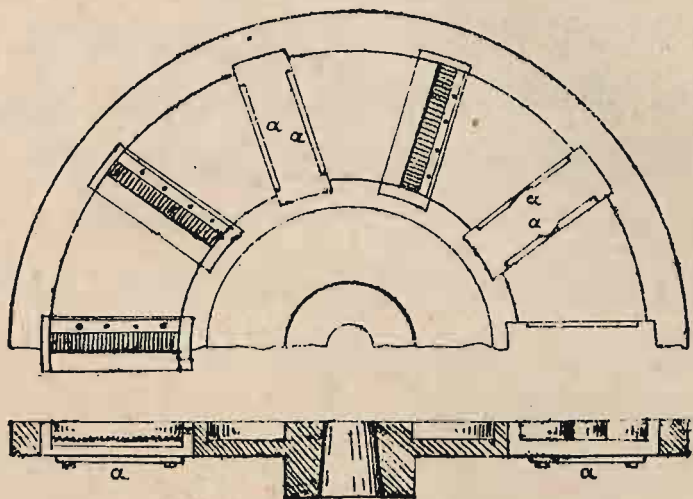


RYŚ. 35.

Skrzynka nożowa składa się z mocnej ramy

żelaznej g i podstawy f, do której przy-  
mocowuje się z jednej strony noże d, a z  
drugiej strony - t.zw. stalnicę e, listwę  
ze stali hartowanej, równoległą do ostrza  
noży. Ustawiając należycie za pomocą śrub  
stalnicę /jak w danej konstrukcji/ lub same  
noże /w innych konstrukcjach/ reguluje się  
odległość a /rys.35/ ostrza noża od stalni-  
cy, która ta odległość powinna być taka,  
aby krajanka, przechodząc między nożem i  
stalnicą, nie łamała się i aby noże nie sa-  
tykały się / a-powinno wynosić 3 - 4 mm./;  
reguluje się również odległość b /rys.35/,  
czyli wzniesienie wierzchołka noża nad stal-  
nicą, warunkujące pewną grubość krajanki  
/zwykle 1½ - 2½ mm./.

Główną częścią k r a j a n i c y  
t a r c z o w e j jest t a r c z a  
/rys.36/, osadzona na pionowym wale, w któ-  
rej jest 8, 10, lub 12 /i więcej/ wycięć;  
do tych wycięć wstawia się skrzynki nożo-  
we, w których zamocowane są noże. Nad tarczą  
znajduje się koss A /rys.37/ w postaci płasa-

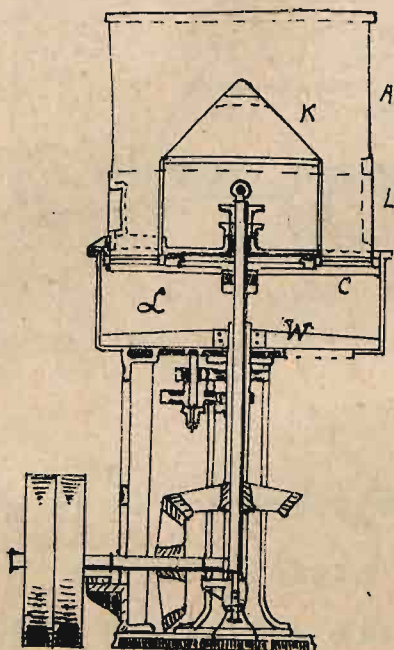


RYS. 36.

oś żelaznego o wysokości  $\sim 1\frac{1}{2}$  m., a nad wałem i środkową częścią tarczy  $c$  umieszczona jest blaszana pokrywa  $K$ . Buraki, padające do kosa  $A$ , dostają się do przestrzeni między płaszczem a pokrywą  $K$  - nad skrzynkami nożowymi. Kosz powinien być stale burakami napelniony, aby dolne ich warstwy ciężarem warstw górnych były do noży należycie przyciskane i krajane. Pod tarczą znajduje się okrągła skrzynia  $L$ , do której wpada kranjanka, usuwana stąd zapomocą powoli obracają-



cej się łapy /wygarniacza W/. Są też konstrukcje krajalnic, gdzie pod tarczą znajduje się lej do odprowadzania krajanki własnym spadkiem do dalszego przerobu.



RYS. 37.

Średnica tarczy wynosi 1,5 - 2 , a nawet do 2,5 metra. Liczba obrotów zależy od wielkości średnicy, a mianowicie, przy średnicy tarczy = 2 m., nadaje się jej 50 - 60 obrotów, przy 1,5 m. - 70-80 obrotów na minutę. Ruch tarczy nie powinien być zbyt szybki,

gdyż wówczas burak bywa źle pokrajany, - otrzymuje się dużo miazgi. W normalnych warunkach przeciętną szybkość liniową noży utrzymujemy w granicach 4 - 5 m/sek.

Ważniejsze dane, dotyczące krajalnic tarczowych o rozmaitych średnicach tarcz, zestawione są w t a b l i c y XIV, przy czem wydajność na dobę podana jest w przypuszczeniu, że przeciętna s z y b k o ś ć liniowa noży = 4 m/sek., i że każda skrzynka nożowa mieści 2 n o ż e d a s z k o w a t e, 140 mm. długie, o średniej podziałce, dające krajanke ~ 2 mm. grubą /przy tych warunkach jedna skrzynka nożowa może dać ~ 250 q krajanki na dobę/:

Таблица XIV.

Д а н ы , д о т ы ч а ю щ е к р а й а л ы н о т а р -  
о з о в ы х .

Средняя в тарах	1,3	1,5	1,7	2,0
" зовнутренна паса крайаниѡ	1,2	1,4	1,5	1,9
" внутренна " "	0,6	0,6	1,0	1,3
" пречиѡтна " "	0,9	1,1	1,3	1,6
Личба обротоѡ на минутѡ	85	70	59	48
" скрънек ноѡомых в тарехы	10	12	16	20
Издаиноѡ крайани - на добе	2500	3000	4000	5000

1  
212  
1

Zużycie siły przez krajalnicę tarczową, przy przeciętnej szybkości liniowej 4 m/sek., wynosi od 1,1 do 1,6 HP na 1000 q buraków, krajanych na dobę w zależności od grubości krajanki /przy grubszej - mniej siły, przy cieńszej - więcej/, a więc np. dla przerobu 5000 q od 5,5 do 8,0 HP.

### 3. W Y K O N A N I E W Ł A Ś C I W E G O P R O C E S U D Y F U Z Y J N E G O .

#### A. D y f u z o r y

Proces dyfuzyjny jest wykonywany w szeregu naczyń, t.zw. d y f u z o r ó w , tworzących, dzięki odpowiednim przewodom i zaworom - pewną całość - b a t e r j ę d y f u z y j n ą . Za pomocą należytego ustawienia zaworów, z całego szeregu naczyń /patrz schemat na rys.38/, może być w każdym danym okresie czasu wyłączona pewna część, np. naczynia n i l, przyczem np. do naczynia n naładunku je się świeżą krajanką, a z naczynia l - wy-