

## ODBARWIANIE RAFINERSKICH ROZTWORÓW CUKRU W CIĄGŁEJ KOLUMNIE PRZECIWPRAĐOWEJ

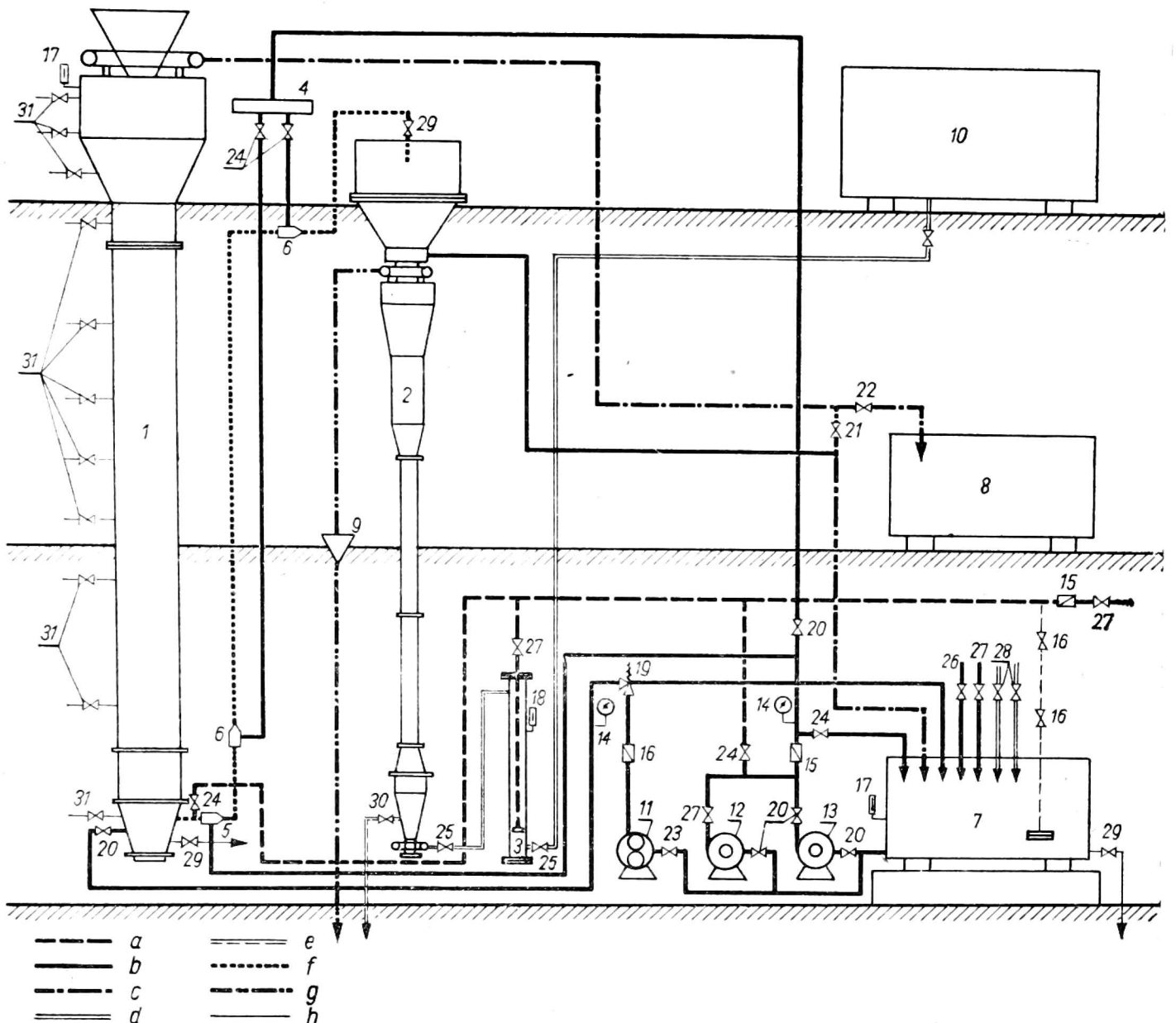
*M. Friml, W. Ticha, P. Sztengl*

Instytut Badawczy Cukrownictwa  
Praga, CSRS

W najbliższych latach w czechosłowackich rafineriach stosujących odbarwianie węglem kostnym konieczna będzie rekonstrukcja lub zmiana procesu technologicznego. Dlatego podjęliśmy badania przydatności ciągłego przeciwprądowego odbarwiania droбноziarnistym węglem kostnym. Niektóre doświadczenia z tych badań są treścią niniejszego opracowania.

Wybraliśmy sposób ciągły, ponieważ umożliwia lepsze wykorzystanie adsorbentu oraz łatwiej daje się mechanizować i automatyzować. Węgiel kostny zastosowaliśmy dlatego, że w Czechosłowackiej Republice Socjalistycznej jest produkowany w dostatecznej ilości i jakości a jego regeneracja jest prowadzona w cukrowniach. Otrzymywany w Czechosłowacji ziarnisty węgiel aktywny przeznaczony jest do adsorpcji gazów i nie nadaje się do odbarwiania. Nowe żywice odbarwiający w ulebach o stężeniu 70°Bx unoszą się i odbarwianie w warstwie ruchomej jest utrudnione. Masa nasypowa 1 m<sup>3</sup> węgla kostnego wynosi 620—660 kg, porowatość  $\epsilon$  waha się w przedziale 0,37—0,46. Średnia masa cząsteczki w powietrzu  $8,63 \cdot 10^{-5}$  kg. Kąt nasypowy węgla kostnego  $\alpha = 40—44^\circ$ .

Adsorpcję badano w kolumnie o średnicy 600 mm i wysokości 7,3 m. W górnej części kolumna rozszerzała się do średnicy 1200 mm. W tej części odbierano odbarwiony ulep i tutaj był wprowadzany świeży lub regenerowany węgiel kostny. Węgiel transportowano na górę kolumny pneumatycznie na wysokość 14 m. Schemat aparatury przedstawiono na rys. 1. Węgiel kostny dozowano do mieszalnika wibratorem. Przewód transportowy miał średnicę 80 mm, a w przyłączniku na górze kolumny było obniżone ciśnienie ok. 400 mm słupa wody. Ulep przeznaczony do odbarwiania wprowadzano do stożkowej dolnej części kolumny. Chyžo-



Rys. 1. Stacja ciągłego odbarwiania (proj. Urbánek)

1 — kolumna odbarwiająca, 2 — kolumna wysładzania, 3 — podgrzewacz wody, 4 — rozdzielacz, 5 — inżektor, 6 — dysza, 7 — zbiornik ulepu pierwotnego, 8 — zbiornik ulepu odbarwionego, 9 — lej, 10 — zbiornik wody, 11 — pompa zębata, 12-13 — pompy wirowe, 14 — manometr, 15-16 — zawory zwrotne, 17 — termometr „Hydra”, 18 — termometr kątowy, 19 — kątowy zawór bezpieczeństwa, 20-23 — zasuwy, 24-28 — zawory, 29-30 — kurki, 31 — kurek próbierny, a — para, b — ulep pierwotny, c — ulep odbarwiony, d — woda, e — węgiel z wodą, f — ulep z wodą, g — wysłody, h — ścieki

zmian włączony do pompy stwarzał możliwość zmiany w wymaganym zakresie przepływu ulepu przez kolumnę. W dolnej części kolumny zamocowane były kołowe pierścienie, które utrzymywały węgiel kostny w kolumnie i okresowo regulowały prąd węgla kostnego z całej średnicy do miejsca wypompowania. Węgiel z zaadsorbowanymi substancjami barwnymi przepompowywano z dolnej części kolumny odbarwiającej na szczyt kolumny wysładzającej, na wysokość 4 m. Mieszaninę węgla kostnego i nie odbarwionego ulepu transportowano pompą do zapraw. Ulep

oddzielony na sicie na szczycie kolumny wracał do zbiornika głównego ulepu przed kolumną odbarwiającą. Wysłodzony węgiel kostny regenerowano metodą stosowaną w cukrowniach, tzn. obejmującą wykwaszanie, wygotowanie wodorotlenkiem sodowym, mycie, parowanie i wyżarzanie.

Zabarwienie ulepu oznaczano przez pomiar ekstynkcji przy długości fali 560 nm. Objętościowe stężenie substancji barwnych w roztworze wyrażano ilorazem:

$$c' = \frac{M_b}{V'} = \frac{E_{560}}{k \cdot l}$$

gdzie:

- $c'$  — stężenie substancji barwnych,  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,
- $V'$  — objętość ulepu,  $\text{m}^3$ ,
- $M_b$  — ilość substancji barwnych,  $\text{kg}$ ,
- $E_{560}$  — ekstynkcja przy długości fali 560 nm (—),
- $l$  — grubość warstwy ulepu przy pomiarze  $E$ ,  $\text{m}$ ,
- $k$  — współczynnik ekstynkcji =  $1 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ .

Dla porównania stężenia substancji barwnych w odniesieniu do suchej substancji wyliczano ze stosunku:

$$c'_s = \frac{100 c'}{s' q'}$$

gdzie:

- $c'_s$  — stężenie substancji barwnych w odniesieniu do suchej substancji (—),
- $s'$  — sucha substancja ulepu,  $\text{Bx}$ ,
- $q'$  — gęstość ulepu,  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

W tej postaci wyrażono stężenie substancji barwnych w dalszej części opracowania.

Do odbarwiania stosowano ulep I i II. Ulep I otrzymany przez rozpuszczenie rafinowanego cukru surowego zawierał około  $65^\circ \text{Bx}$  suchej substancji i stężenie substancji barwnych  $c'_s = 0,6 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-2}$ . Drugi ulep stanowił odciek od drobnego kryształu ugotowanego z ulepu pierwszego. Stężenie suchej substancji wynosiło także  $65^\circ \text{Bx}$  a stężenie substancji barwnych  $c'_s = 3 \cdot 10^{-2} - 19 \cdot 10^{-2}$ . Proces odbarwiania badano przez oznaczenie zabarwienia prób ulepu pobieranych na całej długości kolumny.

Stosowano szybkości przepływu ulepu 0,70—1,5 m<sup>3</sup>/h. Ilość węgla kostnego odbieranego (odpompowywanego) z kolumny we wszystkich wypadkach wynosiła 2% ilości przepływającego ulepu. Osiągnięty efekt odbarwienia ulepu I wynosił 45—65%, a II ulepu 40—50%.

Proces odbarwiania zachodzący w kolumnie przeciwprądowej można w tym wypadku przedstawić jako funkcję tylko po dokonaniu pewnych uproszczeń. Jako stałe przyjęliśmy: temperaturę (80—85°C), kompleks własności węgla kostnego i złożony układ ciał barwnych zawartych w ulepie. Następnie założyliśmy przepływ ulepu i węgla kostnego w całym przekroju kolumny oraz stałe odpompowanie węgla z kolumny. Należało przy tych warunkach określić zależność między następującymi wielkościami zmiennymi:

- 1) zawartość substancji barwnych w wprowadzanym ulepie,
- 2) objętościowy przepływ ulepu,
- 3) zawartość substancji barwnych w ulepie odprowadzanym z kolumny,
- 4) czynna ilość węgla kostnego w kolumnie.

W układzie stacjonarnym, gdy warunki w kolumnie nie zmieniają się w czasie, przenoszenie masy wyraża równanie:

$$-dc = \frac{1}{\dot{V}} k_1 (c'_s - c'_{sr}) dF \quad (1)$$

gdzie:

- $c'_s$  — stężenie substancji barwnych w stosunku do substancji suchej ulepu,
- $c'_{sr}$  — równowagowe stężenie substancji barwnych w ulepie,
- $\dot{V}$  — objętościowy przepływ ulepu,
- $F$  — powierzchnia czynna węgla kostnego,
- $k_1$  — współczynnik przenoszenia masy.

Powierzchnia węgla kostnego  $F$  jest proporcjonalna do ilości węgla kostnego  $M$  a tym samym do czynnej objętości kolumny  $V_k$ . Stężenie substancji barwnych w ulepie po osiągnięciu stanu równowagi  $c'_{sr}$  jest zależne od wyjściowego stężenia substancji barwnych  $c'_{s,o}$ . Dla przebadanego wąskiego zakresu stężeń można sprowadzić zależność do liniowej. Po podstawieniu i scałkowaniu zależność (1) ma ostateczną postać:

$$\frac{c'_s}{c'_{s,o}} = e^{-k} \frac{V_k}{\dot{V}} \quad (2)$$

gdzie:

- $V_k$  — czynna objętość kolumny.

Сталя  $k$  лъчы в собіе сталя рѳвновагі, вѳпѳлъчыннѳк преносенна масы і стосунек повѳрхннн вѳгла костнаго до обьѳтоці кolumnы.

Залеьноці (2) потвѳрджено вьлѳченнѳм стаей  $k$  на подставѳе даньч з рѳзньч дошвѳдченъ фабрычньч. Отрымано вѳелкоці: 0,463; 0,410; 0,400; 0,413; 0,435; 0,314. Прѳба оцены вьлѳву почътковей завартоці субстанцѳнн барвньч в улепѳе на вѳелкоці стаей не даля задовольаюей залеьноці з поведу стосунково вѳаькѳго закресу завартоці субстанцѳнн барвньч. З прѳбѳегу залеьноці змѳаны стѳьенна  $\frac{c}{c_0}$  од часу кон-такту улепу з вѳглем костным ( $h$ ) в дошвѳдченнѳх зе стаьлѳмн  $k = 0,463; 0,413; 0,314$  вьнѳка, же в прѳевѳръдоев кolumnѳе з дробнозѳарнѳстым вѳглем костным вьстѳпуе чьзннѳк часовь децьдуоюю о осяьганѳм стопнѳу одбарвнѳнн. Огранѳченнѳм адсорпцѳнн на вѳглу костным ѳст вевнѳтръне преносеннѳе ть. прѳенѳканнѳе субстанцѳнн барвньч до внѳтръза вѳгла костнаго. З теь прьчьзннѳ апаратура до прѳевѳръдоев одбарвнѳнн вѳглем костным мѳстѳ мѳеь дуье вьмѳарь. На подставѳе даньч дошвѳдчълѳньч запрѳектовано стъцью одбарвнѳнн дла цукrownн о прѳеробѳе 2000 т буръкѳв на добѳ, прьчь чьм цаь цукѳер з соку і далъшьч рьзѳтѳв цукрьчѳ ма бьѳь афѳновань вѳдъ і по розпѳщченнѳу одбарвнѳань. Ілоці улепу I вьносѳлабь ок. 15 м<sup>3</sup>/h а улепу II ок. 8 м<sup>3</sup>/h. До одбарвнѳнн улепу I потрѳбна бьлѳлабь кolumna о вьсокоці 10 м і шьреднѳцѳ 3 м, а до одбарвнѳнн улепу II кolumna о вьсокоці 8 м і шьреднѳцѳ 2 м. Одцѳаь вѳгла костнаго з кolumnы мѳстѳлабь сѳь вѳаьць ок. 300 кг/h.

К. Фрѳмль, В. Тѳха, П. Штенгль

## ОБЕСЦВЕЧИВАНІЕ РАФІНАДНЪХ САХАРНЪХ РАСТВОРОВ В НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОТИВОТОЧНОЙ КОЛОННЕ

### Резюме

Для обѳесцвѳчѳваннѳа прѳменѳлѳи мелкозернѳстѳь кѳстанѳной угѳль с вѳелѳчѳнѳй чъстѳцѳ 2—6 мм. Размѳры кѳлоннѳ: дѳамѳтр 0,6 м, вьсота 8 м. Прѳточнье скорѳстѳ 9,70—1,5 м<sup>3</sup> сахърного раствѳра в час. Коѳѳчѳство откъчѳваѳемого кѳстанѳного угѳля 1,5—2,5% на прѳтекльѳь раствѳр.

Із опьтѳно полѳченньч вѳелѳчѳнн бьлѳи вьвѳдѳены оѳношеннѳа дла вьраьженнѳа обѳесцвѳчѳваннѳа в указанньч усѳловнѳх. Ізмѳенѳлѳьмѳь явѳлѳются вьходнье і вьхѳднье концьтрацѳнн адсорбѳѳѳва, прѳток жѳдкѳй фъзы і коѳѳчѳство адсорбѳнта. Вмѳсте с тем бьлѳ полѳчен опьт с рѳгенѳрацѳей і тѳнспортом кѳстанѳного угѳля. Опьт іспѳльзовълѳся в ідейном прѳедлѳженнѳі обѳесцвѳчѳваюей станцьнн на заводе дла обѳработкѳ 2000 т свѳеклы в сутку. Прѳблѳзѳѳѳтѳельная эконоѳѳчѳская оцѳнка покаяла, чѳо новьѳь прѳоцѳесс спѳособѳн концькѳрѳѳрѳвать со спѳособѳм обѳесцвѳчѳваннѳа актѳвнѳьм угѳлем і сѳнѳѳѳѳчѳескѳьмн смѳолами.

*M. Friml, V. Ticha, P. Sztengl*

## DECOLORIZATION OF REFINERY SUGAR SOLUTIONS IN A CONTINUOUS COUNTERCURRENT COLUMN

### Summary

Fine grained charcoal was used for decolorization and the following conditions were observed while conducting this investigation: dimensions of the column  $\phi$  0.6 m, height 8 m, flow rate of sugar solutions 0.7—1.5 m<sup>3</sup>/h, amount of charcoal drawn off 1.5—2.5% of the solution flowing through the column.

From the values obtained in the experiments in question relationships have been derived for expressing decolorization under given conditions. As variables determining the decolorization process are influent concentrations of the adsorbate, flow rate of the liquid and solid phase. Simultaneously, during these investigations experience concerning regeneration and transport of the fine charcoal was gained too.

The results were applied later on as a base for the project of a decolorization station for a beet sugar factory with the capacity of 2000 tons of beets a day. An approximate economic evaluation of this process has proved that it is able to compete with those based on active carbon or on the synthetic resins.