

## Підвищення ефективності роботи колонної дифузійної установки

*М.М. Пушанко, доктор технічних наук, професор, кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій*

*В.М. Кухар, генеральний директор, Фірма «ТМА»*

*В.Г. Табурчак, заступник головного інженера, Фірма «ТМА»*

*А.М. Парахоня, інженер-конструктор, Фірма «ТМА»*

*В статті розглянуто один з можливих методів підвищення ефективності роботи колонних дифузійних апаратів вітчизняного типу. Проведено огляд існуючих конструкцій вузлів відбору башенного соку та їх вплив на якість роботи установки. Розроблено конструкцію ситового модуля вертикального типу на прикладі апарата КД2-А30, що дозволяє збільшити поверхню фільтрації на 15-20% без кардинальних змін у конструкції колони.*

*Ключові слова: дифузійна установка, ситовий модуль, башенний сік, поверхня фільтрації.*

*В статье рассмотрен один из возможных методов повышения эффективности работы колонных диффузионных аппаратов отечественного типа. Проведен обзор существующих конструкций узлов отбора башенного сока и их влияние на качество работы установки. Разработана конструкция ситового модуля вертикального типа на примере аппарата КД2-А30, что позволяет увеличить поверхность фильтрации на 15-20% без кардинальных изменений в конструкции колонны.*

*Ключевые слова: диффузионная установка, ситовой модуль, башенный сок, поверхность фильтрации.*

*In the article one of the possible methods to increase the efficiency of the columnar diffusion apparatus domestic type. The review of existing designs nodes selection bashennoho juice and their effect on the quality of the installation. The design sieve module as an example of vertical type machine KD2-A30, thus increasing the filter surface by at least 15-20% without fundamental changes in the structure of the column.*

*Keywords: diffusion plant, sieve module, columned juice, filtration surface.*

Тенденція розвитку існуючих цукрових заводів України, Росії, країн СНГ та зарубіжжя спрямована на підвищення їх продуктивності до 10000 тонн буряків на добу і більше. З цією метою на базі існуючих підприємств активно проводяться планові роботи по технічному переоснащенню їх окремих відділень. В бурякопереробних відділеннях першим відбувається один з найважливіших процесів – вилучення цукрози з бурякової стружки її екстрагуванням. Для виконання процесу екстрагування використовують дифузійні апарати різних конструкцій. Хоча в світі запропоновано більше 300 видів конструкцій таких установок та їх складових, в цукровій промисловості найчастіше використовуються дифузійні апарати ротаційного, нахилоного та колонного ти-

пів [1, 2]. Ефективність їх роботи залежить не тільки від інтенсивності теплових, гідромеханічних, мікробіологічних та інших процесів, що відбуваються при екстрагуванні цукрози, але й від вартості продукції (цукру, жому, меляси, палива для ТЕЦ, вапнякового каменю тощо).

В промислових умовах дифузійні апарати повинні забезпечувати: знецукрення шматочків бурякової стружки різних розмірів і форми при рівномірному її обтіканні екстрагентом; протитечійний режим переміщення стружки та екстрагенту; високу якість дифузійного соку з мінімальним вмістом пульпи; стабільну величину відкачки дифузійного соку з апарата; простоту конструкції обладнання та дешевизну його обслуговування.

Одним з параметрів процесу екстрагування, що визначає

техніко-економічні показники роботи всього цукрового заводу, є величина відбору соку на виробництво. Вона безпосередньо пов'язана з кількістю соку, що циркулює в контурі колонної дифузійної установки. Наприклад при продуктивності колонної дифузійної установки 6...10 тис. тонн бур./добу в неї надходить 1012...1688 м<sup>3</sup>/год. екстрагенту, башенного соку відводиться 1062...1771 м<sup>3</sup>/год., в контурі постійно циркулює 762...1270 м<sup>3</sup>/год. екстрагенту, на виробництво відправляється 300...500 м<sup>3</sup>/год. соку. При такій величині відкачки вважають нормальним вміст цукру в жомі на рівні 0,4% до перероблених буряків [3].

Оптимальні величини відкачки вимагають відповідних витрат живильної та жомопресової вод [5]. Чим більша величина відкачки, тим менші втра-



за рахунок продавлювання окремих стружинок через щілини сита та зменшується його живий переріз, що потребує збільшення площі активної фільтрації.

З цією метою для колонних апаратів типу КДА-15-66, КДА-20-66, КДА-25-66, КДА-30-66, КД2-А25 та КД2-А30 були розроблені та деякий час експлуатувалися перші ряди лопатей і контрлопатей з додатково встановленими ситами. Вони виявилися малоефективними оскільки не були обладнані пристроями для очищення від стружки [10].

Для колонних дифузійних апаратів зарубіжного виробництва (ВМА, Буккау-Вольф та Маген) характерні горизонтальні, вертикальні та комбіновані варіанти ситових поверхонь.

Провідна німецька фірма ВМА в конструкціях колонних дифузійних апаратів випробувала різні конструкції ситових поясів. Перші колонні апарати мали тільки горизонтальні сита. Далі знайшли поширення додаткові бокові сита, з часом перейшли повністю на комбінований спосіб відбору башенного соку. Дослідження їх роботи показали, що найефективніше будувати ситові пояси з вертикальними ситами (рис.3) без використання горизонтального ситового поясу.

Аналіз роботи ситових поясів різних конструкцій в колонних дифузійних апаратах показав, що для стабілізації переміщення твердої та рідкої фаз і підвищення ефективності роботи установок вітчизняного типу потрібно збільшити поверхню фільтрації розробивши конструкцію додаткових сит. Для колонного дифузійного апарата КД2-А30 розроблена така загальна концепція удосконалення ситового поясу колони (рис.4). Ситові модулі без значної зміни конструкції корпусу та транспортної системи апарата забезпечують підвищення пропускної спроможності ситової системи. Це знімає питання можливих порушень відбору башенного соку з колони і його надходження в ошпарювач.

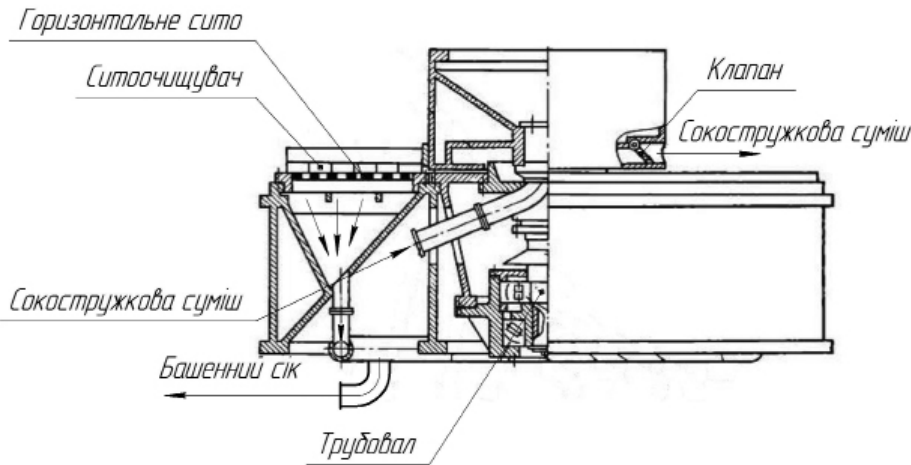


Рис. 2. Конструкція ситового поясу колонного дифузійного апарату КД2А-30

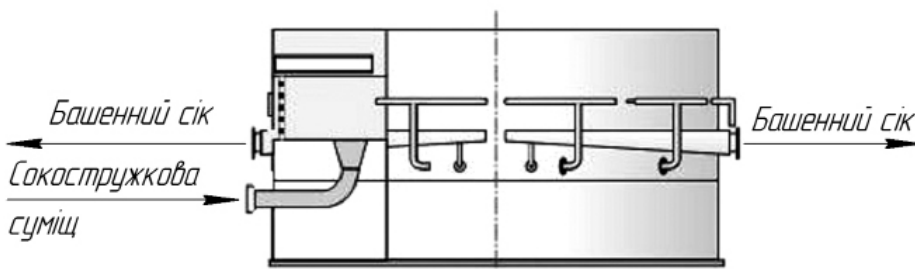


Рис. 3. Схема конструкції ситового поясу колонного дифузійного апарату виробництва фірми ВМА

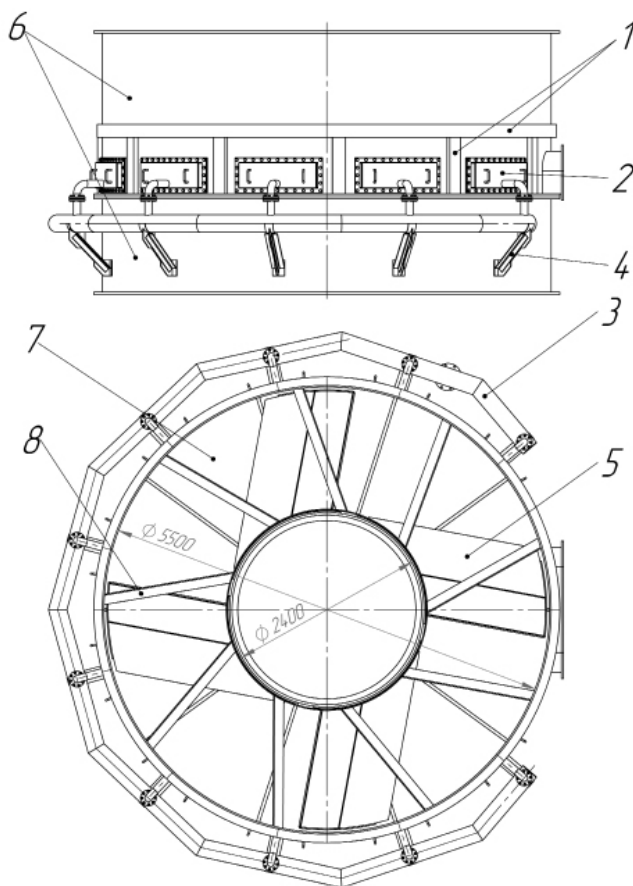


Рис. 4. Конструкція модернізованого ситового поясу колони КД2-А30: 1 – круговий пояс та вертикальні стояки; 2 – модуль вертикального ситового поясу; 3 – колектор відбору соку; 4 – опора колектора; 5 – лопать; 6 – царги колони; 7 – горизонтальний ситовий пояс; 8 – ряд контрлопатей

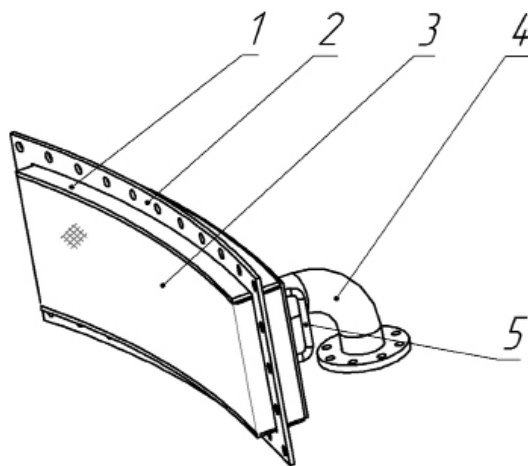


Рис. 5. Загальний вигляд ситового модуля

1 – корпус; 2 – фланець; 3 – сито; 4 – відвідний патрубок; 5 – ручка;

Нами розглянуто один з економічних способів збільшення поверхні ситових пристроїв.

Із практики експлуатації колонних апаратів відомо, що найбільшому зношенню підлягають нижні царги колон і їх доводиться або підсилювати накладками або міняти повністю. При виконанні таких робіт слід передбачити зміну їх конструкції з установкою додаткового вертикального ситового поясу з урахуванням даної особливості.

Суть удосконалення полягає у встановленні додаткових бокових сит у вигляді ситових модулів 2. Для цього в першій царзі колони 6 вирізають отвори під установку ситових модулів. Загальний вигляд модуля вертикального ситового поясу показано на рис. 5. На зовнішню сторону корпусу колони приварено круговий пояс та вертикальні стояки 1. В отвори встановлюють ситові модулі 2. Башенний сік відбирається че-

рез сита, потрапляє в колектор 3 та відводиться в контур установки. Колектор утримується опорами 4. На лопатях 5 встановлені очищуючі пристрої для горизонтального та вертикального сита.

Ситовий модуль складається з корпусу 1 з фланцем 2. На внутрішню частину коробки встановлено сито 3. Воно зігнуте по радіусу, що рівний внутрішньому радіусу корпусу колони. До корпусу 1 приварено відвідний патрубок 4. Для зручності монтажу на модуль встановлено ручки 5. Така конструкція просто монтується та демонтується і не призводить до значних змін в конструкції нижньої царги корпусу апарата. Її розміри залежать від діаметра колони, конструкції транспортної системи апарата і розраховуються для кожної конструкції окремо.

Проведено розрахунок на міцність першої царги. Він проведений методом статичного

аналізу в середовищі SolidWorks Simulation.

Для визначення максимального навантаження  $F$ , яке може витримати досліджувана царга, будуємо її модель та розраховуємо його з урахуванням властивостей матеріалу, а саме величини допустимого напруження для Ст3  $\sigma = 160$  МПа.

Розрахунок показав, що при тиску на стінки царги 0,1 МПа, з урахуванням власної маси конструкції царги значення  $F=4400$  кН, при  $\sigma_{\max} = 158,9$  МПа (рис.6).

При проведенні реконструкції в корпусі вирізають отвори для встановлення ситових рамок. Розміри отворів 1000x320 мм. Кількість таких отворів 10 шт. Результати розрахунку показали, що величина максимальних напружень за заданих умов  $\sigma_{\max} = 173,7$  МПа, що є недопустимим і потребує підсилення конструкції царги (рис.7).

Розрахунок підсиленої круговим швелером конструкції показав, що  $\sigma_{\max} = 81,5$  МПа, це значно менше допустимого  $\sigma = 160$  МПа (рис.8).

Така конструкція повністю витримує задане навантаження та має двократний запас міцності. Для покращення роботи ситового поясу пропонується змінити конструкцію першого ряду лопатей транспортної системи за рахунок збільшення кута атаки до  $33^\circ$  та зміни форми і об'єму, що займає лопать в просторі апарата. Останнє дозволить зменшити час переходу стружки з зони завантаження в зону екстрагування. Подібні прийоми зі зменшенням об'єму зони завантаження за рахунок зміни діаметра трубовала використовувались в перших конструкціях колонних дифузійних установок [10].

Висновки: Встановлення ситових модулів в колонні дифузійні апарати вітчизняного виробництва дозволить стабілізувати потік башенного соку через сита без застосування додаткових пристроїв (насосів), зменшити вміст пульпи в дифузійному соку та стабілізувати гідроди-

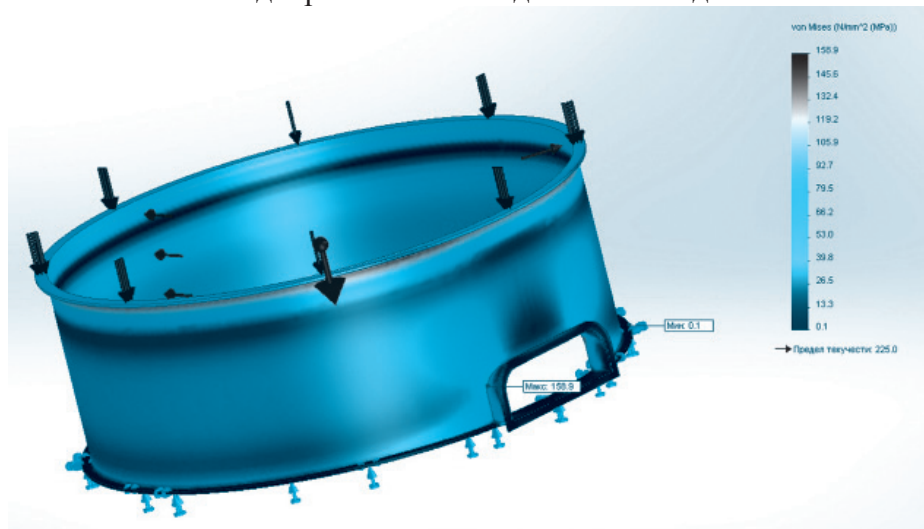


Рис. 6. Етюра напружень першої царги

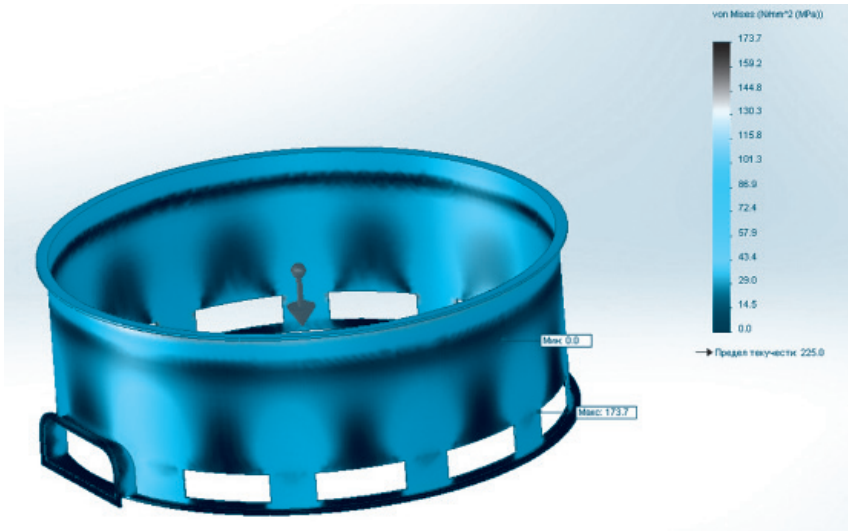


Рис. 7. Етюра напружень царги з вирізаними отворами

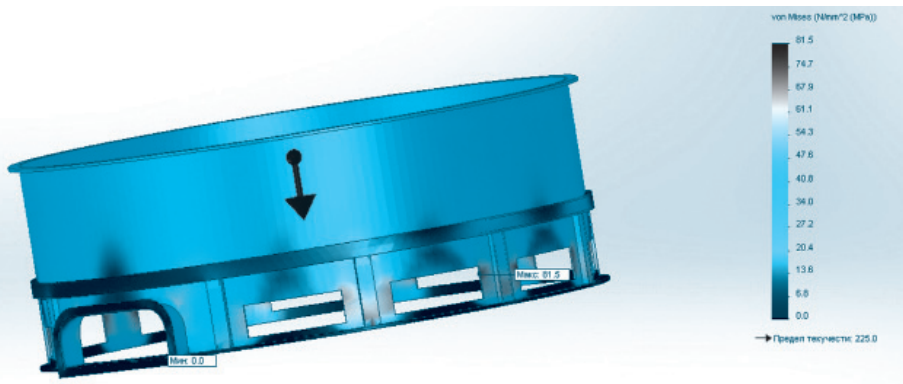


Рис. 8. Етюра навантажень підсиленої царги з вирізаними отворами

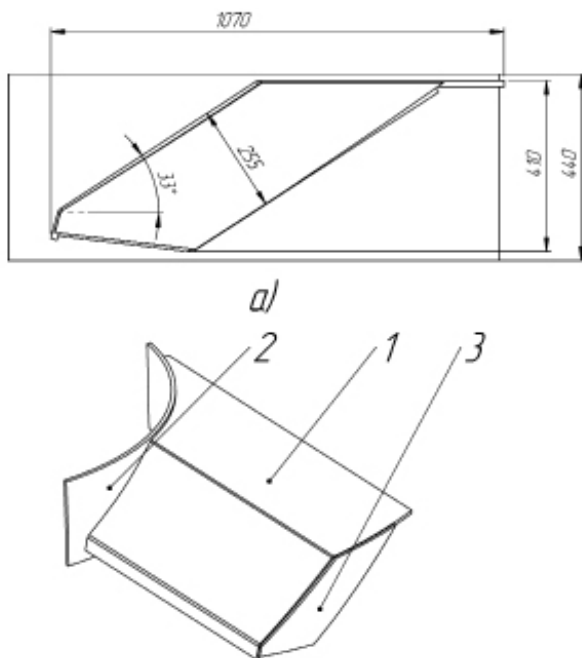


Рис. 9. Конструкція лопаті першого ряду транспортної системи колонного дифузійного апарата КД2-А30: а) габаритні розміри лопаті; б) загальний вигляд лопаті: 1 – корпус лопаті, 2 – накладка на вал, 3 – торцевий лист

намічну обстановку в об'ємі колони. Така модернізація існуючих колонних дифузійних апаратів збільшує активну поверхню фільтрації на 15-20%, позитивно впливаючи на ефективність процесу екстрагування в цілому.

**Список використаних джерел**

1. Серегин А.А. Исследование и разработка рациональных транспортных систем колонных диффузионных аппаратов -

Дисс. канд. тех. наук: - К., 1982. – 210 с.

2. Белик В.Г., Зозуля С.А., Жарик Б.Н. и др. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов: под редакцией В.Г. Белик // К. : Техника, 1982 – 304 с.

3. Сапронова Л.А. Влияние различных факторов на процесс диффузии // Сахар – 2003 – №2 – С. 58-61

4. Бугаенко И.Ф. Повышение эффективности свеклосахарного производства: технологические аспекты // Сахар – 2002 – №2 – С. 37-40

5. Пушанко М.М., Парахоня А.М., Кухар В.М., Парахоня М.П., Скобель Л.В. З досвіду роботи модернізованого колонного дифузійного апарата КД2-А30 // Цукор України – 2012 – №8 – С. 13-16

6. Городецкий В.О., Молотилин Ю.И., Колесников В.А., Белохвостиков В.И., Павлов П.П. Экономическая эффективность величины откачки диффузионного сока // Сахарная промышленность – С. 6-9

7. Еременко Б.А., Гербут К.Ф., Кравчук А.Ф. Оценка влияния величины откачки диффузионного сока на производственные показатели работы сахарных заводов // Цукор України – 2001 – №3 – С. 18-20

8. Гребенюк С.М. Расчет и конструирование экстракторов пищевой промышленности // Москва – 1976. – 63 с.

9. Осадчий Л.М. Диффузионные установки: опыт эксплуатации // Сахар 2002 – № 5 С. 40-46.

10. Знаменский Г.М. Технологическое оборудование сахарных заводов // М. : Пищепромиздат – 1952 – 424 с.

11. М.О. Прядко, М.О. Масликов, В.П. Петренко, В.І. Павелко, В.М. Філоненко. Основи тепло-технології цукрового виробництва. Навчальний посібник. - Вінниця : Нова книга, 2007. - 295 с.

**Рецензент: С.М. Василенко, д.т.н., проф.**