

Впровадження колонної дифузійної установки системи «BUCKAU-WOLF» на Жердєвському цукровому заводі

*М.І. Ладановський, Л.А. Верхола, кандидат технічних наук,
ТОВ «Теплоком» (E-mail: info@teplocom.kiev.ua)
Паскаль Дедоль, Жан Совано,
«Маген» (Франція) (E-mail: sucrerie@maguin.com)*

У статті розглянуто питання впровадження колонних дифузійних установок, наведено технічні характеристики обладнання. Наводиться опис комплексу робіт, які було виконано на Жердєвському цукровому заводі з метою модернізації нової дифузійної установки. Висвітлено питання компонування технологічної схеми, принципи роботи окремих апаратів, регулювання технологічного режиму екстракції. Обґрунтовано переваги нової колонної дифузійної установки.

Ключові слова: енергозбереження, протитечійний теплообмін, протитечійна екстракція, рекуперация тепла, ошпарювач, колонний дифузійний апарат, витрата пари, жомопресова вода, сокостружкова суміш.

В статье рассмотрен вопрос внедрения колонных диффузионных установок, приведены технические характеристики оборудования. Приводится описание комплекса работ, которые были выполнены на Жердевском сахарном заводе с целью модернизации диффузионной установки. Освещены вопросы компоновки технологической схемы, принципы работы отдельных аппаратов, регулировки технологического режима экстракции. Обоснованы преимущества новой колонной диффузионной установки.

Ключевые слова: энергосбережение, противоточный теплообмен, противоточная экстракция, рекуперация тепла, ошпариватель, колонный диффузионный аппарат, расход пара, жомопрессовая вода, сокостружечная смесь.

In the article the question of implementation the column diffusion plant is considered, technical characteristics of equipment are listed. The description of complex actions which have been executed at Jerdevskiy sugar factory for modernization of diffusion plant is outlined. Questions of technological scheme configuration, functional concepts of certain apparatus, adjustment of a technological mode of extraction process are defined. Advantages of new column diffusion plant are proved.

Key words: power savings, counter flow heat exchange, counter flow extraction, scalding, columned diffusion apparatus, steam consumption, presswater, juice-cossets mixture.

Сучасні економічні умови вимагають модернізації українських цукрових заводів із значним підвищенням продуктивності. Зараз переважна більшість заводів використовує дифузійні установки номінальною продуктивністю до 3000 тонн/добу включно [1]. Тому для вітчизняної цукрової промисловості актуальною є проблема вибору сучасної дифузійної установки виробничою потужністю 6-12 тис. тонн буряків за добу.

У світовій цукровій промисловості конкурентна боротьба між різними типами дифузійних установок (двошнековими, ро-

таційними, колонними) завершуються, вочевидь, на користь установок колонного типу, які забезпечують високі показники у широкому діапазоні продуктивності – до 12 тис. тонн буряків за добу.

У світі добре відомі колонні дифузійні установки системи «Buckau-Wolf» [2, 3], конструкцію яких за минулі 60 років було значно вдосконалено із збільшенням одиначної продуктивності у 8-10 разів (рис. 1). У 1957-1960 р.р. партію таких дифузійних установок було поставлено в Україну на цукрові заводи: Саливківський,

Миронівський, Красненський, Куп'янський, «Ім. 9 січня», Зарожанський, Волочиський. [4]. Деякі з цих дифузійних установок працювали до 1990-х років.

Коли перед спеціалістами постала задача впровадження на Жердєвському цукровому заводі нової дифузійної установки, було проведено всебічний аналіз техніко-економічних показників обладнання різних марок, яке запропонували декілька постачальників. У кінцевому результаті було обрано сумісну пропозицію від французької фірми «MAGUIN SAS» та української ТОВ «ТЕПЛОКОМ».

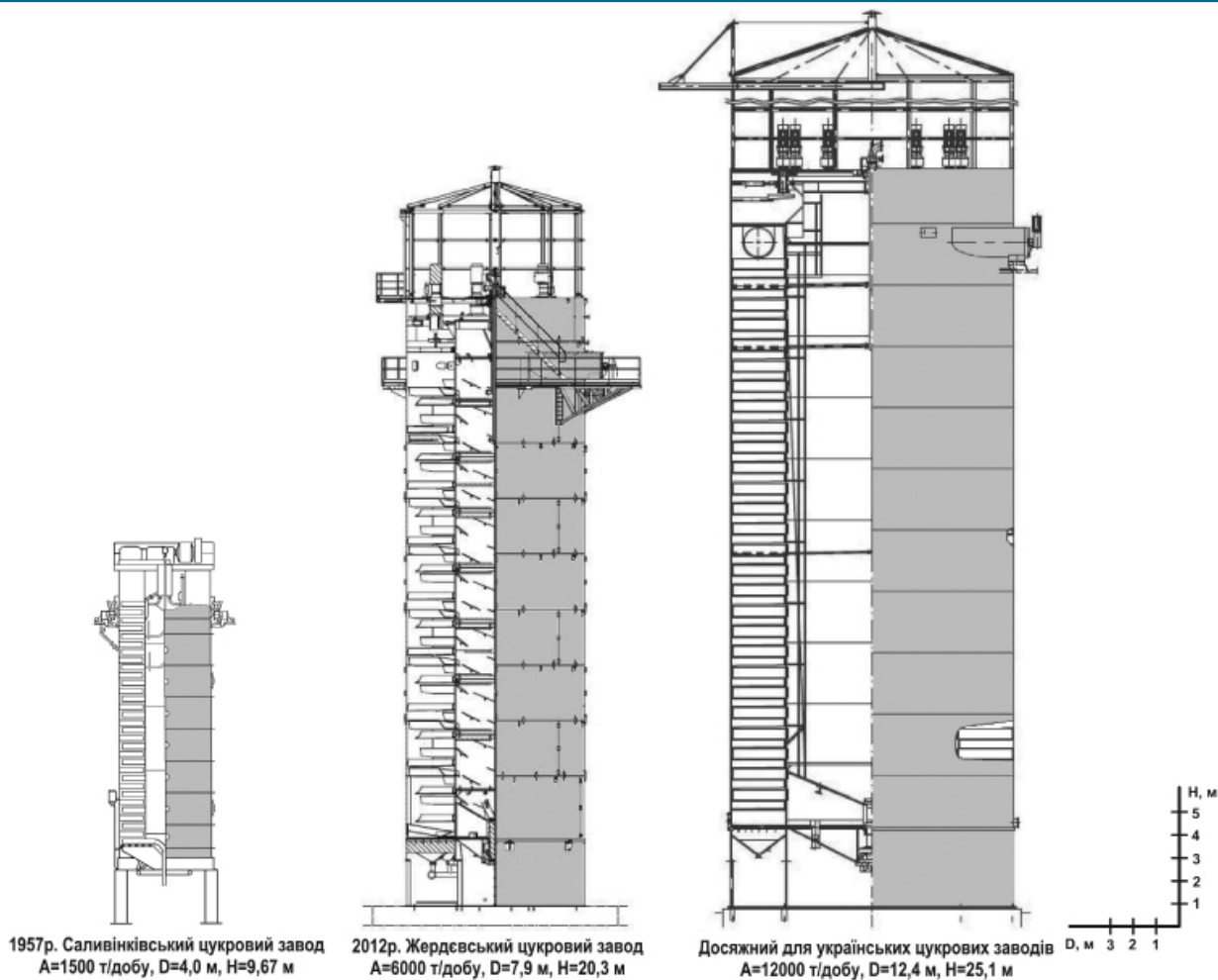


Рис. 1. Колонні дифузійні апарати системи «Вускау-Вольф»



Рис. 2. Колонний дифузійний апарат, який поставлено фірмою «MAGUIN» та змонтовано фірмою «ТЕПЛОКОМ» на Жердевському цукровому заводі

«MAGUIN SAS» володіє правами та «ноу-хау» на проектування, виготовлення та постачання колонних дифузійних установок системи «Вускау-Вольф» в усьому діапазоні типорозмірів (рис. 2). В обов'язки ТОВ «Теплоком» входив комплекс інженерингових та монтажних робіт та поставка комплексу обладнання для інтеграції нової дифузійної установки продуктивністю 6000 т/добу в існуючу технологічну схему Жердевського цукрового заводу. Така схема реалізації проекту дозволила значно зекономити час та кошти.

Дифузійна установка (рис. 3) забезпечує ефективне здійснення усіх стадій процесу екстракції цукру з буряків відповідно до принципів сучасної технології.

А. Протитечійний теплообмін між буряковою стружкою і дифузійним соком, що відбирається з дифузійної установки, відбувається в першій частині ошпарювача протягом 12-14 хв.

Головною умовою його ефективного здійснення є рівномірне щільне наповнення протитечійної зони ошпарювача стружкою, яка переміщується тут за принципом протитечії (рис. 4).

Рівномірність розподілення стружки забезпечується конструкцією ошпарювача: вага стовпу стружки у високій вертикальній завантажувальній шахті створює тиск, який є необхідним для щільного заповнення транспортуючого багатозаходного шнеку. Витки шнеку через певні проміжки чергуються з рядами нерухомих контропатей. Така транспортно-мішальна система розділяє усю масу стружки на шари, що перекривають увесь поперечний переріз корпусу. Тому дифузійний сік, фільтруючись в напрямі лобового сита, омиває кожну частинку в усій масі стружки. Як результат - стружка отримує 75-80% необхідного тепла і поступає в другу частину ошпарювача.

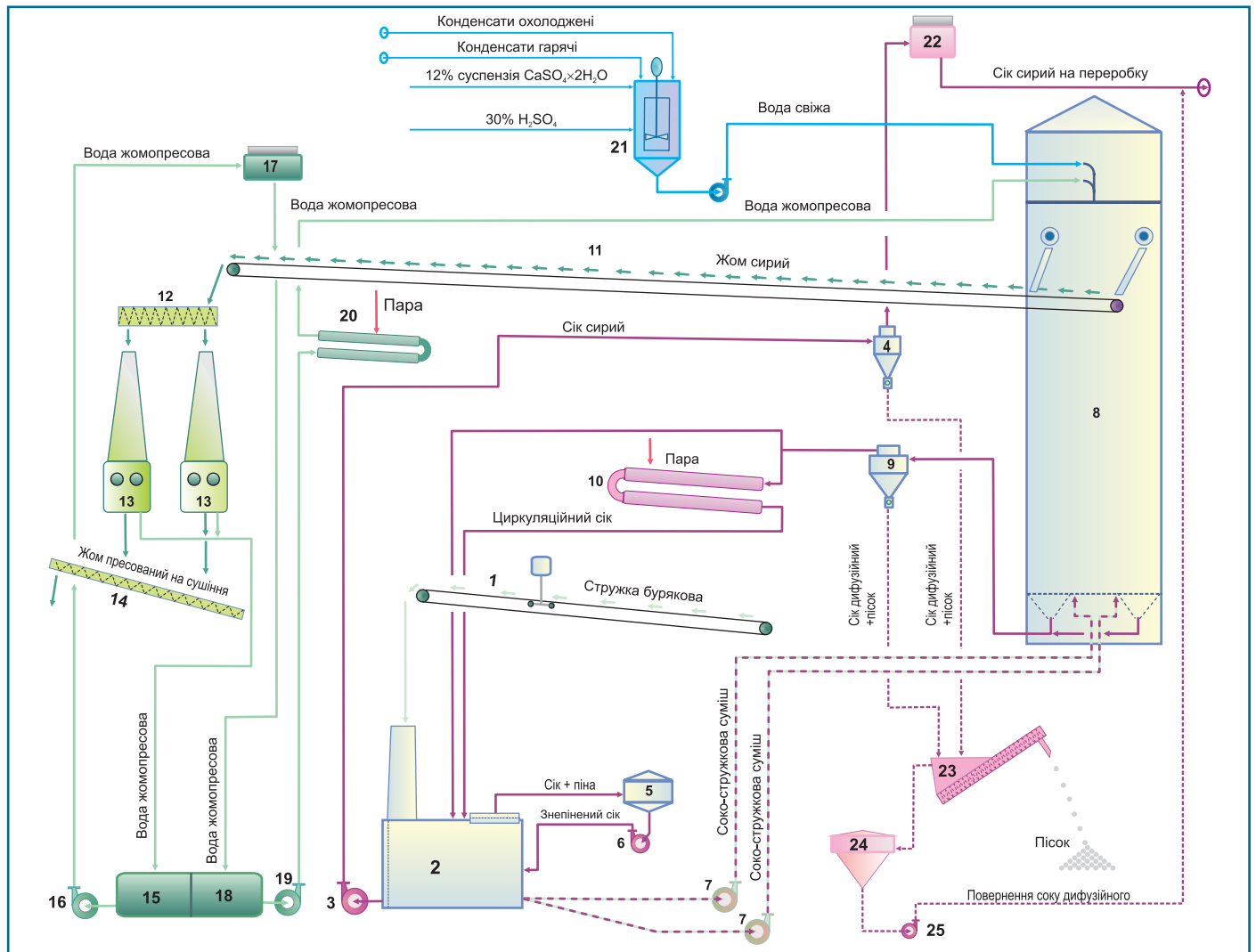


Рис.3. Принципова схема колонної дифузійної установки:

1- Стрічковий транспортер з вагами стружки; 2 - Ошпарювач протитечійний; 3 - Насос сирого соку; 4 - Гідроциклон сирого соку; 5 - Збірник-піногасник; 6 - Насос контуру піногашення; 7 - Насос соко-стружкової суміші; 8 - Колонний дифузійний апарат; 9 - Гідроциклон циркуляційного контуру; 10 - Підігрівач циркуляційного соку; 11 - Транспорт сирого жому; 12 - Шнек-розподілювач жому; 13 - Прес "Babbini"; 14 - Шнек транспортування пресованого жому; 15 - Збірник жомопресової води; 16 - Насос жомопресової води; 17 - Мезговловлювач жомопресової води; 18 - Збірник жомопресової води; 19 - Насос жомопресової води; 20 - Підігрівач жомопресової води; 21 - Реактор підготовки свіжої води; 22 - Мезговловлювач сирого соку; 23 - Шнек-класифікатор; 24 - Збірник переливу; 25 - Насос дифузійного соку

Сирий сік відбирається із ошпарювача через лобове сито, щілини якого мають подвійну конусність, що попереджує їх забивання мезгою.

В. Приготування соко-стружкової суміші. В другій зоні ошпарювача протягом 3,0-3,5 хвилин при повільному перемішуванні у великому об'ємі підігрітого циркуляційного соку завершується підготовка стружки. Завершальний нагрів стружки до заданої температури (зазвичай 66-70°C) відбувається в режимі проточної – температури соку і стружки практично зрівнюються. Спо-

живання пари підігрівачами циркуляційного соку менше за 1,0% до маси буряків.

Для дегазації соко-стружкової суміші частина соку через розташовані у верхній частині колосникові сита надходить у збірник-піногасник, де гаситься піна, що піднімається на поверхню. Знепінений сік повертається в ошпарювач.

З ошпарювача через патрубок у задній кришці відбирається добре гомогенізована суміш, що містить близько 30% підготовленої до екстракції цукру стружки.

С. Завантаження стружки у колону та її розподілення здійснюється гідравлічним способом (рис. 5). Соко-стружкова суміш, відібрана з ошпарювача, розділяється на два рівних потоки і двома насосами нагнітається в кільцевий колектор, який розташований у днищі трубовалу. З кільцевого колектора соко-стружкова суміш виходить через горизонтальні канали 1, що прилягають до поверхні ситового поясу 2 колони. Потік соко-стружкової суміші розтікається по поверхні сит 2, циркуляційний сік відокремлюється від струж-

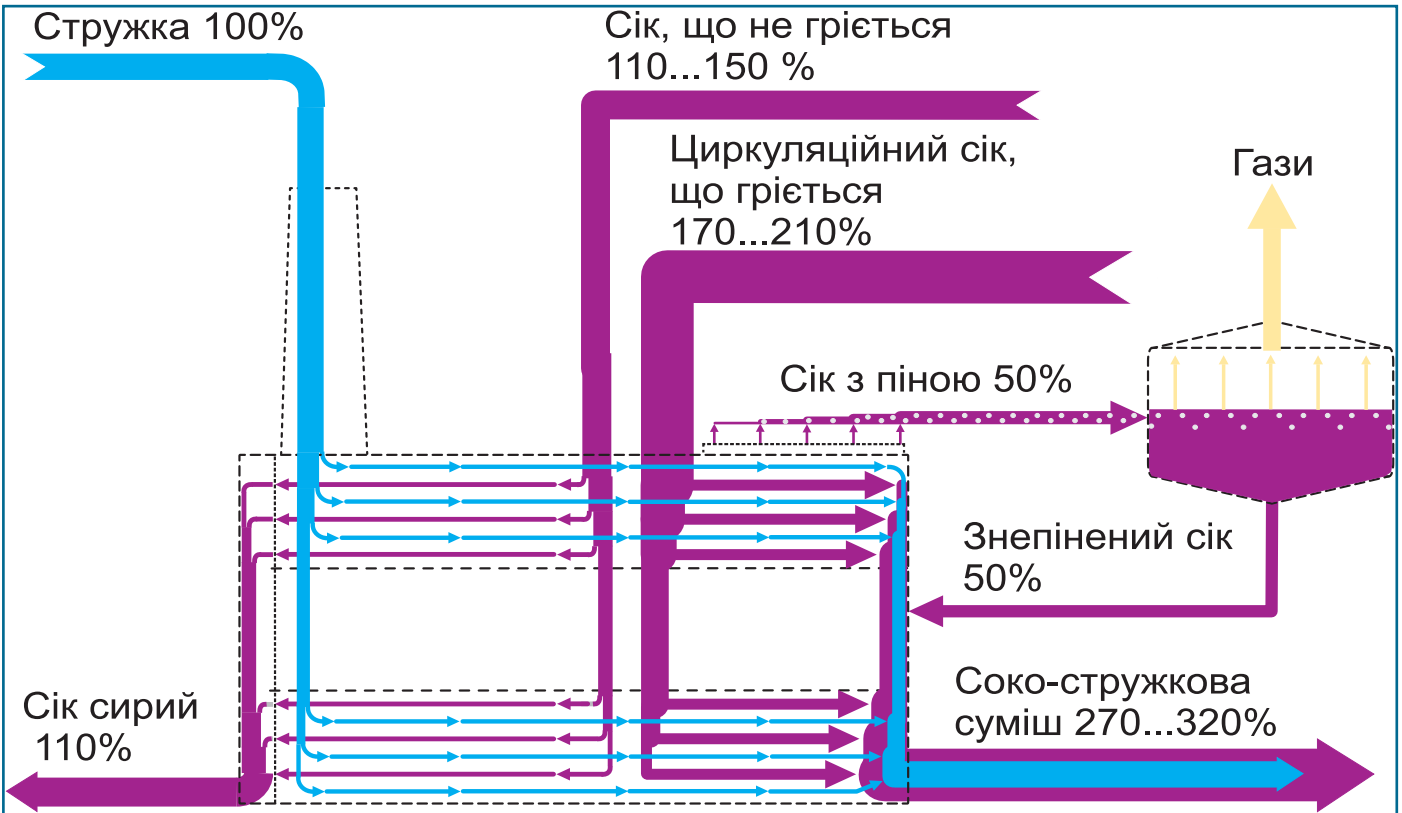


Рис. 4. Схема руху потоків у протитечійному ошпарювачі

ки та проходить крізь сита 2 у приймальні лійки 3, а шар стружки залишається на ситах 2. Лопаті-ситоочисники 4, які чергуються з каналами для соко-стружкової суміші 1, знімають шар стружки з ситового поясу і піднімають його догори – до першого ряду контролопатей 6.

На очищену ділянку прямує наступний потік соко-стружкової суміші, формуючи новий шар стружки і т. д. На рис. 5 ці шари стружки позначено різними кольорами. Таким чином, ситовий пояс 2 завжди покрито шаром свіжої стружки, що сприяє добрій фільтрації соку крізь

нього. Поверхня сита очищується скребками 5, які прикріплено на шарнірах до кожної лопаті-ситоочисника 4.

Д. Протитечійна екстракція цукру із бурякової стружки – це головний і найбільш тривалий (90-130 хв.) процес, що відбувається в дифузій-

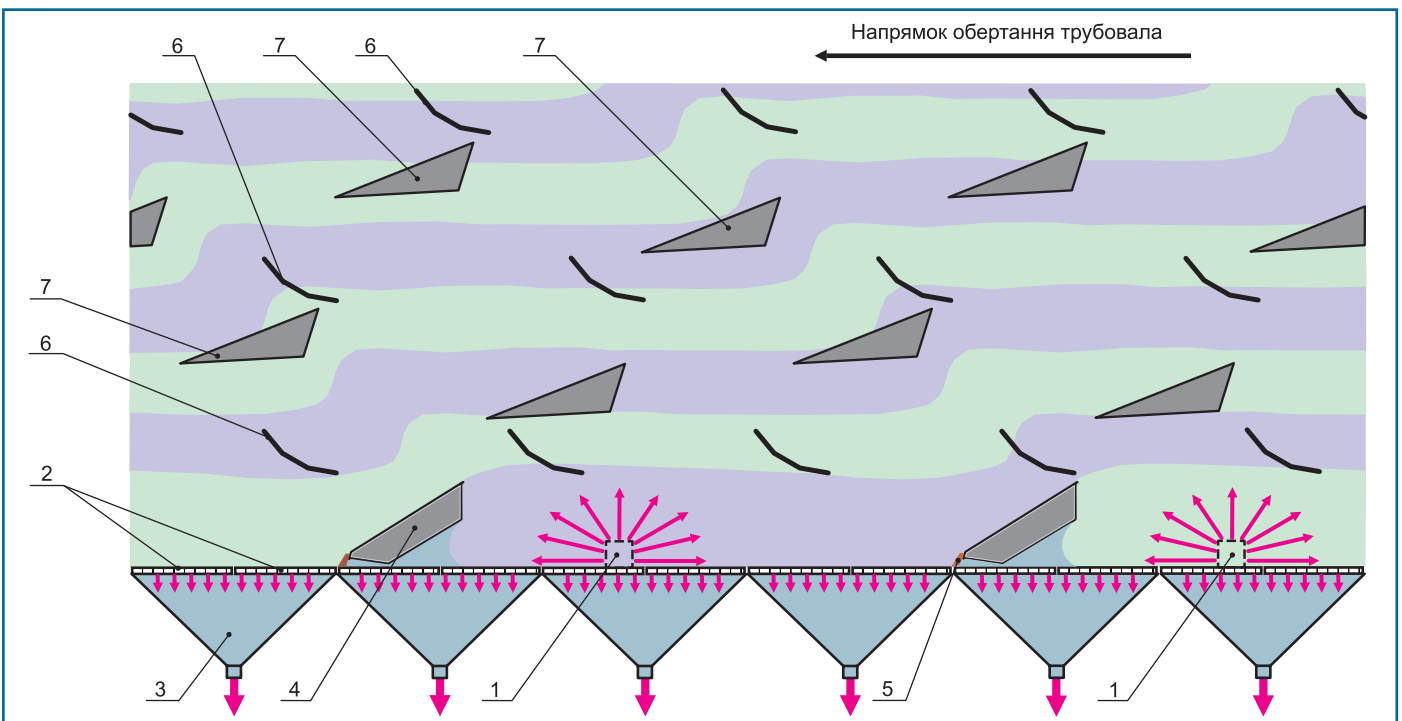


Рис. 5. Завантаження стружки у колону:

1 - канали для соко-стружкової суміші; 2 - сита; 3 - приймальні лійки; 4 - лопаті-ситоочисники; 5 - скребки; 6 - контролопаті; 7 - транспортуючі лопаті

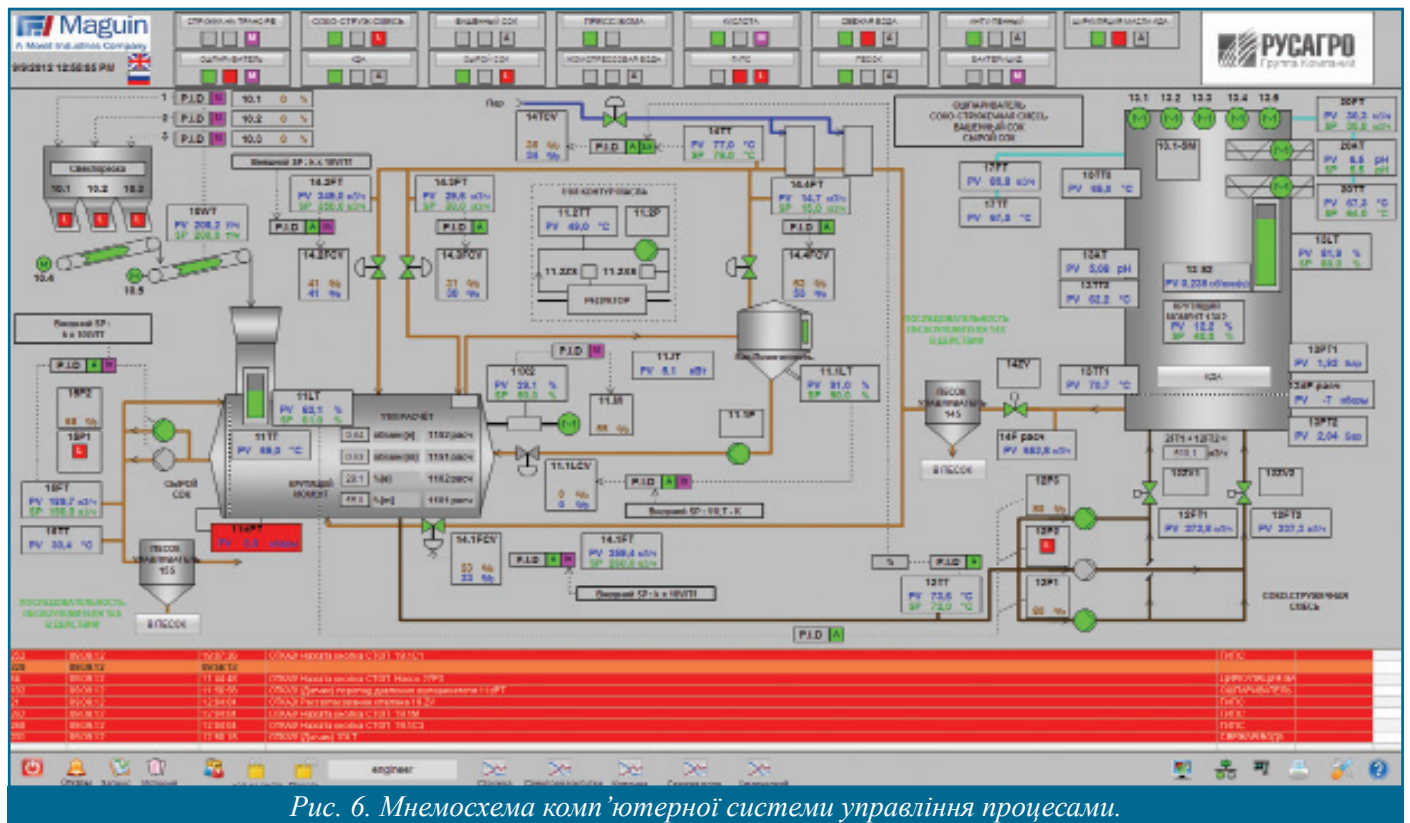


Рис. 6. Мнемосхема комп'ютерної системи управління процесами.

ній установці в режимі протитечії. Для колонного апарату це означає, що шари стружки, які формуються на ситовому поясі, повинні послідовно підніматися вгору, рівномірно заповнюючи весь об'єм колони.

Перемішування стружки і соку між суміжними шарами повинно бути мінімальним. В цьому випадку градієнт концентрацій в об'ємі соку стружкової суміші буде однаковий і напрямлений вертикально донизу. Такий режим досягається, якщо по всій висоті колони питоме заповнення робочого об'єму стружкою складає 700-750 кг/м³. При цьому частинки достатньо щільно прилягають одна до одної і переміщуються сумісно, однак між ними залишаються мінімальні зазори, щоб сік, що фільтрується через шари стружки, омивав усю поверхню кожної частинки.

Висота стовпу стружки в колонному апараті більша за 20 метрів, його рівномірна густина і рух всієї маси стружки вгору забезпечується транспортно-мішальною системою (рис. 5). Вона включає транспортуючі лопаті 7, що прикріплені рядами до трубовалу і обертаються разом з ним з невеликою швидкістю, і

ряди нерухомих контропатей 6, які прикріплено до корпусу.

Стружка в апараті виконує складний рух: під дією лопатей вона рухається по колу і, взаємодіючи з похилими робочими поверхнями лопатей і контропатей, піднімається вгору. Середня розрахункова вертикальна швидкість стружки 0,0020-0,0025 м/с.

Рідина у колоні фільтрується під дією гравітації, швидкість фільтрації регулюється відбором соку із колони та становить 0,0045-0,0056 м/с.

Е. Віджимання жому. Рівень рідини в колоні регулюється подачею свіжої води, він встановлюється на 1-2 метри нижче рівня двох вивантажувальних шнеків, які розташовано безпосередньо над верхнім рядом лопатей. Коли стружка не занурена в рідину, механічні навантаження на неї зростають. При цьому віджатий клітинний сік стікає вниз. Таким чином, перед вивантаженням жому відбувається його віджимання до вмісту CP = 10-13%, а жомпресова вода, що утворилась в кількості 40-45% до маси буряків, повертається в процес найкоротшим шляхом безпосередньо в колоні.

Друга частина жомпресової води в кількості 40-45 % до маси буряків утворюється в двох пресах «Vabbini» при завершальному віджиманні жому до вмісту CP = 25%. Ця вода фільтрується на мезговловлювачі і в повному об'ємі повертається в процес. Перед надходженням в колонний дифузійний апарат жомпресова вода підігрівається для компенсації втрат тепла на тракті подачі жому в преси і збереження належного теплового балансу.

Ф. Очищення сирого соку здійснюється в два етапи. На першому дифузійний сік фільтрується в мезговловлювачі, уловлена мезга направляється в завантажувальну шахту ошпарювача. Другий етап очищення відбувається в гідроциклоні, де уловлюється пісок та інші тверді частинки. Нижній злив циклону сирого соку та циклону циркуляційного соку направляється в шнек-класифікатор, де пісок відділяється від соку та видаляється з процесу. Очищений від піску дифузійний сік через перелив шнека-класифікатора надходить у збірник переливу, звідки насосом повертається в основний потік дифузійного соку.

Технологічні показники роботи колонної дифузійної установки

Назва та розмірність показника	Визначено при тестуванні
Продуктивність, т/добу	5058,87
Дигестія стружки, %	14,45
Довжина 100 г стружки – число Силіна, метрів	6,51
Вміст мезги та браку, %	2,71
Температура стружки, °С	19,5
Відбір дифузійного соку, % (т/т)	112,3
Температура сирого дифузійного соку, °С	28,7
ΔT сирий сік – стружка, К	9,2
СР жому після пресів, %	25,21
Втрати цукру в пресованому жомі, % до маси буряків	0,18
рН свіжої води, од.	5,59

Г. Підготовка екстрагенту. Живильна вода – це суміш регульованих потоків охолоджених до 65°C конденсатів і гарячих (85-90°C) конденсатів, що дозволяє точно регулювати її температуру (65-70°C). Тому немає необхідності у підігрівачах. Потік свіжої води, який складає - 30% до маси буряків регулюють для підтримання масового балансу колони.

Конденсати майже не містять солей і мають лужну реакцію, що є неприйнятним для процесу екстракції. Тому в реактор підготовки живильної води дозується 30% розчин H_2SO_4 і 12% суспензія $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Це дозволяє підтримувати задані технологічним регламентом дифузійно-пресової екстракції значення рН і хімічної жорсткості свіжої води.

Н. АСУТП виконує всі функції, які властиві сучасним системам такого типу: підтримання заданих значень параметрів, індикацію на двох екранах мнемосхем (рис. 6), параметрів і графіків, формуванням попереджень та аварійних сигналів, архівацію даних і т.д.

Однак вирішальним для успіху колонної дифузійної установки є автоматичне підтримання заданого питомого навантаження колони і ошпарювача. Дове-

дено практикою і дослідженнями, що можливості оператора не дозволяють в ручному режимі оптимізувати роботу ошпарювача і колони. Тільки спеціальні каскадні алгоритми, що базуються на імітаційному моделюванні, підтримують ту екстремальну високу ефективність процесів, завдяки якій колонні дифузійні установки перемагають у конкурентній боротьбі.

Це підтверджують виробничі результати (таблиця). На практиці було визначено, що ефективність процесів відповідає гарантованій.

Вирішальною перевагою описаного обладнання є його висока надійність і довговічність при мінімальних витратах праці на техобслуговування. Задля досягнення цього всі деталі, що контактують з продуктом, виготовляються з нержавіючої сталі, суворо контролюються процеси виготовлення та монтажу, використовується багаторівнева система захисту приводів від перевантаження, усі підшипникові вузли змащуються автоматично.

Реалізація проекту з впровадження на Жердевському цукровому заводі колонної дифузійної установки системи «Buckau-Wolf» підтвердила наступне:

- Технологічні показники роботи дифузійної установ-

ки «Maguin» на російському цукровому заводі не нижче ніж на заводах Західної Європи попри наявні розбіжності в умовах експлуатації;

- Спільна робота французької фірми «Maguin» та української «Теплоком» дозволила добре адаптувати технічні рішення до місцевих умов, здійснити проект оперативно і швидко досягти заданих технологічних показників.

Список використаних джерел:

1. *Верхола Л.А., Пушанко М.М.* Екстракція цукру з буряку: можливості наявного обладнання // Цукор України. – 2011. - № 11 (71), С. 33-41
2. *Vieten R.* The development of Buckau-Wolf diffusers since 1952 // Zuckerindustrie. - 1997. - № 4. - S. 294-299.
3. *Göddertz L.* Developments in tower extraction: a new dimension // Zuckerindustrie. - 2001. - Vol. 126, Nr. 10. - S. 812-815.
4. *Коваль Е.Т., Загорулько А.Я., Лунец А.А.* Испытание непрерывно действующего диффузионного аппарата Буккау-Вольф на Саливонковском сахарном заводе // Труды ЦИНСа. - Москва, 1960. Вып. VII. - С. 19-42.