

ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСООЩАДНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ

Ровинський А.Д. – ГК «Техінсервіс»

Оляньська С.П. – Національний університет харчових технологій

Равський В.І., Косенко К.В., Горобець П.Г., Сіренко М.А., Гнатюк Н.В. –

Погребищенський цукровий завод

Актуальним напрямком розвитку технічної політики галузі в умовах суттєвого подорожчання ПЕР є питання зменшення витрат палива, в першу чергу, витрат природного газу у технологічному процесі і вапняку, впровадження у виробництво нових видів енергозберігаючого енергетичного та технологічного обладнання, створення комплексної системи автоматичного управління технологічними процесами.

Щорічно на виробничі потреби цукровими заводами України витрачається до 2 млн. т умовного палива та близько 1,4 млрд. кВт•год. електроенергії, понад 1,4 млн. т вапняку [1]. Протягом останніх 10 років доля палива та енергії в собівартості переробки цукрових буряків складає 30...32%, а складова палива в структурі собівартості цукру сягнула 15%. Енергетичний баланс цукрового заводу свідчить, що із загальних витрат палива 80...85% припадає на виробництво теплової енергії для технологічних потреб, а 8...12% – на виробництво електроенергії та вапна і вуглекислого газу.

Стратегічним курсом ГК «Техінсервіс» є створення ресурсоощадних теплових і технологічних схем і їх апаратурного оснащення. Лише у 2006–2007 рр. успішно впроваджено у виробництво комплект технологічного обладнання і систему автоматичного управління вапняно-газовим відділенням на Томашпільському, Куп'янському цукрових заводах (Україна), ОАО «Валуйкісахар» і Ольховатському цукровому заводі (Росія), схему двостадійного уварювання утфелю у вакуум-апаратах серії ТВА з механічними циркуляторами на Балашовському і Ізобільнинському цукрових заводах, вертикальні мішалки-кристалізатори на Східельському і Балашовському цукрових заводах, станції фільтрування соків з використанням фільтрів-згущувачів ТФ на Дмитро-Тарановському, Ржевському, Ольховатському, Буїнському і Ізобільнинському цукрових заводах. В 2006 р. схему очищення дифузійного соку ГК «Техінсервіс» (рис. 1) і систему автоматичного управління (рис. 2) станцією defeкоcатурації [2–4] було впроваджено у виробництво на Погребищенському цукровому заводі – одному з кращих заводів концерну ЗАТ «Укрпромінвест», який очолює О.І. Порошенко.

Важливе значення в схемі очищення ГК «Техінсервіс» має спосіб проведення попередньої defeкації, в процесі якої, внаслідок осадження 60...70% високомолекулярних речовин і нецукрів, які утворюють з гідроксидом кальцію малорозчинні сполуки, досягається основний ефект очищення дифузійного соку –

20...24% і формується осад, стійкий до дії високоужного середовища, з гарними седиментаційно-фільтраційними властивостями.

Особливістю технологічної схеми очищення ГК «Техінсервіс» (рис. 3) є проведення початкової стадії передdefекації за низьких температур – 30...35°C і короткочасне пересатування суспензії осаду II са-турації кислотами дифузійного соку до рН 7,2...8,5 залежно від витрати вапна на defeкацію перед II са-

Рис. 1. Обладнання очищення дифузійного соку на Погребищенському цукровому заводі



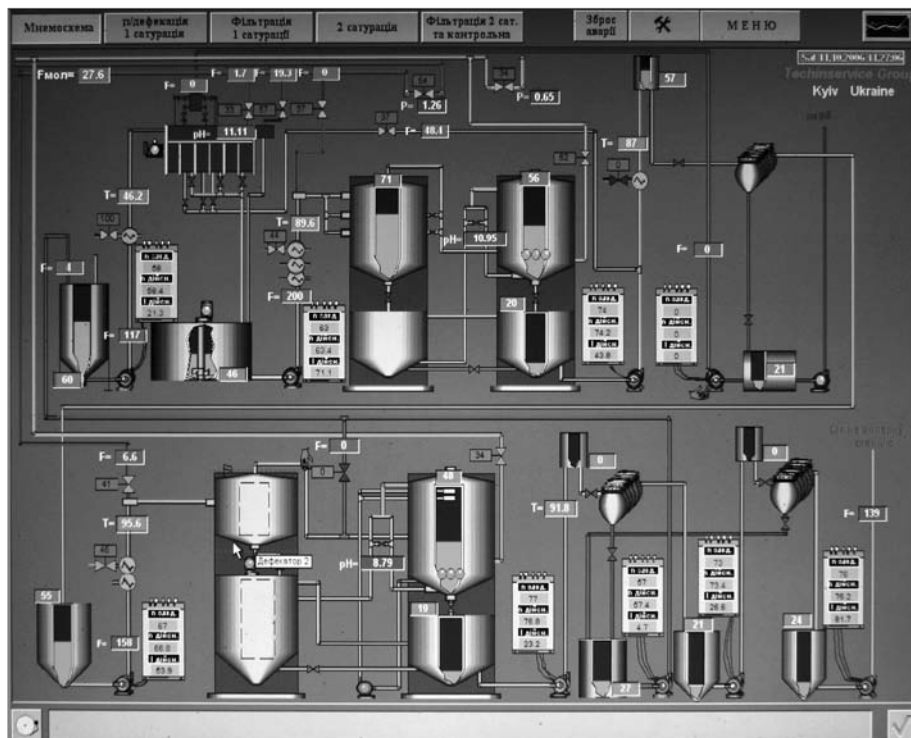


Рис. 2. Мнемосхема системи автоматичного управління станцією дефекосатурації

Далі сік підігрівається до температури 40...50°C і подається на попередню дефекацію.

Прогресивна переддефекація здійснюється в апараті системи Брігель-Мюллера з поверненням в зони мінімальної в'язкості і електропровідності – II...IV камери переддефекатора [4, 6] стисненої суспензії або 40...50% нефільтрованого соку I сатурації і підлужуванням соку в останній камері вапняним молоком до pH_{20} 11,0...11,5 залежно від якості сировини. Виробничі випробування [4, 5] показали, що проведення переддефекації таким чином забезпечує високу швидкість колоїдно-хімічних процесів. Реакції нейтралізації поверхневого заряду високомолекулярних сполук перебігають майже миттєво,

турацією, при цьому частки осаду активуються, отримують позитивний заряд завдяки утворенню в розчині потенціалутворювального іона Ca^{2+} , що сприяє інтенсифікації колоїдно-хімічних процесів.

про що свідчить швидкість седиментації переддефекованого соку: за 2 хв. – 6,75...8,25 см/хв., за 5 хв. – 3,6...4,2 см/хв., утворення контактного осаду за 25 хв. відстоювання (табл. 1).

Рис. 3. Схема очищення дифузійного соку ГК "Техінсервіс"

1 – збірник дифузійного соку; 2 – підігрівачі; 3 – переддефекатор; 4 – апарат холодної (теплої) дефекації; 5 – статична мішалка; 6 – апарат гарячої дефекації; 7 – апарат I сатурації; 8 – збірник нефільтрованого соку I сатурації; 9 – збірник фільтрованого соку I сатурації; 10 – підігрівачі; 11 – мішалка; 12 – дефекатор перед II сатурацією; 13 – апарат II сатурації; 14 – фільтри ФІЛС-60; 15 – дозрівач соку II сатурації; 16 – збірник нефільтрованого соку II сатурації; 17 – збірник фільтрованого соку II сатурації

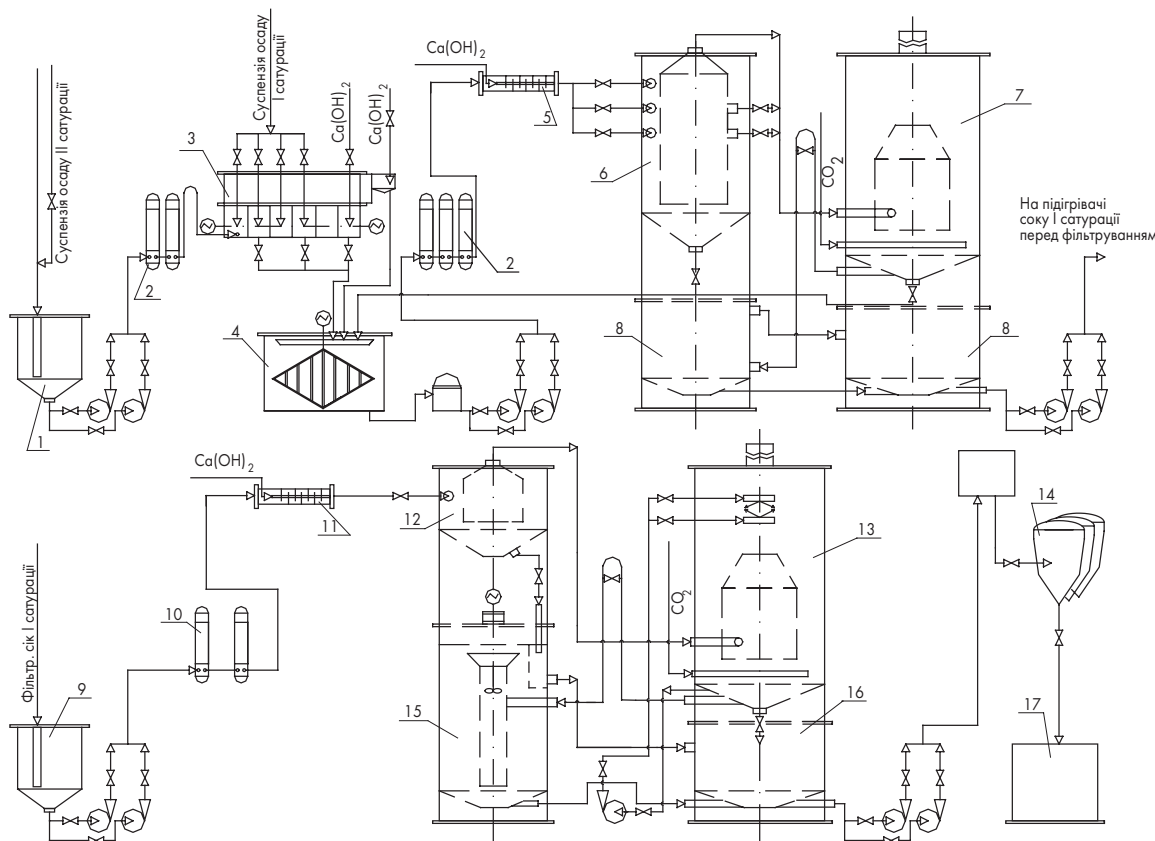


Табл. 1

№ прикладу	Повернено не-фільтрованого соку I сатурації, %	Температура соку на попереднє вапнування, °С	Сік попереднього вапнування				Сік I сатурації				Сік II сатурації			Загальний ефект очищення, %
			pH ₂₀	Середня швидкість седиментації, см·хв ⁻¹		Відносний об'єм осаду через 25 хв, %	pH ₂₀	Середня швидкість седиментації, см·хв ⁻¹		Відносний об'єм осаду через 25 хв, %	pH ₂₀	Ч, %	Кольоровість, ум. од.	
				S ₂	S ₅			S ₂	S ₅					
1	47,9	50,0	11,2	9,0	4,24	8,8	10,95	8,5	4,1	10,0	9,2	92,6	6,3	37,9
2	49,4	51,1	11,15	6,75	3,44	18,0	11,2	6,25	3,68	12,8	9,2	92,4	7,0	40,8
3	40,2	51,4	11,2	8,25	3,86	13,2	11,2	7,0	3,88	12,0	9,15	92,4	9,0	38,5
4	43,5	50,8	11,2	6,75	3,64	16,0	11,0	6,5	3,78	14,8	9,0	92,5	7,3	40,8
5	42,1	50,0	11,09	6,75	3,6	16,0	11,09	7,25	3,9	11,2	8,9	92,7	5,0	42,0
середнє	44,6	50,7	11,2	7,5	3,76	14,4	11,1	7,1	3,87	12,2	9,1	92,5	6,9	40,0

Низька температура дифузійного соку (30...35°C) в збірнику, в який вводиться суспензія осаду ІІ сатурації, з подальшим проведенням прогресивної попередньої дефекації і поступовим підвищенням температури від 40...50°C на вході до 55...60°C на виході із переддефекатора дозволяє отримати сік з низькою кольоровістю внаслідок зменшення розкладу редукувальних речовин і, що дуже важливо, забезпечує максимальну ступінь осадження високомолекулярних сполук, яка спостерігається за температури 40...50°C, і високий ефект очищення дифузійного соку (табл. 1). Крім того, коагулянт переддефекаційного осаду, отриманий за температури 40...50°C, стійкіший до дії високолузнього середовища на основній дефекації при переробці як свіжої сировини [6], так і сировини тривалих строків зберігання. З підвищенням температури проведення процесу попередньої дефекації від 50°C до 80°C вміст ВМС в соку збільшується на 7,4...11,2%.

Схема очищення дифузійного соку була впроваджена у виробництво на Погребищенському цукровому заводі у вересні 2006 р. [4]. Система автоматичного управління процесом дефеко-сатурації здійснюється системою автоматичного управління на базі контролера "Scheider Electric". Обслуговуючий персонал контролює роботу системи за допомогою кольорової рідиннокристалічної панелі і на центральному пульті управління заводом на комп'ютерах класу РС.

Використання сучасної системи автоматичного управління дозволяє легко змінювати технологічний режим на кожній стадії очищення: температуру і тривалість холодної (теплої) дефекації від 10 хв. до 40 хв., гарячої основної дефекації – від 5 хв. до 20 хв., за-

лежно від якості сировини, забезпечити достатньо повний розклад редукувальних речовин і отримати термостійкий сік і сироп з ВУ [4], стабільно підтримувати рН соків: переддефекованого, І та ІІ сатурації з точністю +0,1 залежно від величини оптимальної лужності соку, встановленої лабораторією заводу.

І і ІІ сатурація здійснюється в апаратах, оснащених ерліфтом (циркуляційним стаканом), який забезпечує багаторазову внутрішню циркуляцію соку: двадцятикратну циркуляцію в апараті І сатурації та близько 300% – в апараті ІІ сатурації. Рівень соку в апараті І сатурації становить 5...6 м, в апараті ІІ сатурації – 4...5 м. Сатураційний газ вводиться в сатуратор по трьох паралельних трубопроводах через рівномірно розташовані шліци. Кожний трубопровід оснащений спеціальним пристроєм, який приводиться в дію від електродвигуна і очищає шліци.

Проведення І і ІІ сатурації в сатураторах ГК «Техінсервіс», забезпечує високу швидкість масообмінних процесів, утворення карбонату кальцію з високою питомою поверхнею сорбції, адсорбційною здатністю та високими седиментаційно-фільтраційними показниками (табл. 1). Ефект очищення дифузійного соку від нецукрів в жовтні 2006 р. становив 37,9...40,0%, чистота соку ІІ сатурації і сиропу з випарної установки – 92,0...92,6% при витратах вапняку в середньому 5,83% до м.б. В окремих випадках чистота сиропу з випарної установки досягала 93,5...93,7% [4].

Високий рівень соку і система розподілу газу в сатураторах І і ІІ сатурації ГК «Техінсервіс» забезпечують високий коефіцієнт утилізації CO₂ сатураційного

Табл. 2

Найменування показників	Роки виробництва			
	Типова схема очищення		Схема очищення ГК «Техінсервіс»	
	2004	2005	2006	2007
Перероблено буряків за виробництво, т	119270,5	120071,3	177911,2	197230,0
Витрати умовного палива, %	6,23	5,93	5,62	5,15
в т.ч. на газову піч, %	0,66	0,58	0,46	0,42
Витрати вапнякового каменю, %	8,93	8,42	6,55	5,34

Табл. 3

Декади звітності	Дигестія бурякової стружки, %		Вихід цукру, %		Втрати цукру у виробництві, %		Вихід меляси, %		Вміст цукру в мелясі, %		Чистота меляси, %		Середньо добова переробка, т	Коефіцієнт виробництва	Витрати вапняку, % до м.б.	Витрати умовного палива, % до м.б.
	За декаду	Від початку	За декаду	Від початку	За декаду	Від початку	За декаду	Від початку	За декаду	Від початку	За декаду	Від початку				
Вересень																
II	13,70	13,70	11,04	11,04	1,0	1,0	3,27	3,27	1,66	1,66	59,7	59,7	2394			
III	14,01	13,87	11,57	11,33	0,80	0,89	3,15	3,20	1,64	1,65	61,2	60,8	2648	76,27	6,09	5,51
Жовтень																
I	14,28	14,02	11,82	11,51	0,89	0,89	2,94	3,11	1,53	1,62	61,4	61,1	2813	77,16	5,74	5,19
II	14,80	14,24	12,25	11,72	0,82	0,83	3,30	3,16	1,73	1,65	62,0	61,4	2997	77,71	5,83	5,08
III	15,43	14,51	12,78	11,96	0,78	0,85	3,47	3,23	1,87	1,70	63,4	62,0	2881	78,07	4,90	5,02
Листопад																
I	15,31	14,65	12,59	12,07	0,79	0,84	3,61	3,30	1,93	1,74	63,1	62,2	2893	79,15	5,0	5,3
II	15,66	14,80	12,54	12,14	0,91	0,85	–	3,37	2,21	1,81	–	62,1	2883	77,78	4,64	5,2
III	–	14,84	–	12,26	–	0,80	–	3,37	–	1,78	–		2802	79,80	5,34	5,15

газу – 80...85% і отримання соку з хорошими седиментаційно-фільтраційними показниками: для фільтрування соку I сатурації використовували лише чотири фільтри ФІЛС-60 із десяти, встановлених на заводі, а для фільтрування суспензії – лише один із чотирьох вакуум-фільтрів за середньодобової переробки буряків 2500 т/доб. (104,6% до планової).

До впровадження схеми ГК «Техінсервіс» Погребищенський цукровий завод працював за тепло-гарячою схемою очищення з поверненням 70...80% нефільтрованого соку на прогресивну переддефекацію. Витрати вапнякового каменю за виробничий сезон 2004–2005 рр. становили відповідно 8,93% і 8,42%, а в середньому за два роки – 8,67%, витрати умовного палива – 6,08% (табл. 2).

Впровадження у 2006 р. схеми очищення ГК «Техінсервіс» і використання сучасної системи управління станцією дефекосатурації, яка забезпечує точне дозування співвідношення сік–вапняне молоко на переддефектор, холодний (теплий) і гарячий дефектор, дефектор перед II сатурацією, стабілізації тиску в колекторі вапняного молока і сатураційного газу, стабільному дотриманню оптимальних параметрів роботи, встановлених лабораторією заводу для кожної стадії очищення надало можливість зменшити повернення нефільтрованого соку I сатурації на попередню дефекацію до 40...50%, а всю суспензію осаду II сатурації після основної і контрольної фільтрації подавати безпосередньо в трубопровід дифузійного соку після мезгоуловлювачів. Завдяки цьому витрати вапнякового каменю у 2006 р. зменшились в середньому на 2,12% порівняно з двома попередніми роками і становили 6,55%, в тому числі на технологічні потреби – 6,26%, а витрати умовного палива за цей же період зменшились на 0,46%.

Весь виробничий сезон 2006 р. Погребищенський цукровий завод працював з високими показниками.

За середньої дигестії бурякової стружки 16,2% вихід білого цукру за виробництво становив 13,63%, вихід меляси – 3,12%, вміст цукру в мелясі – 1,67%, коефіцієнт виробництва – 78,6% [4].

Економічний ефект від впровадження схеми очищення дифузійного соку ГК «Техінсервіс» на Погребищенському заводі у 2006 р. становив 968 тис. грн., в тому числі за рахунок економії газу – 483 тис. грн., зменшення витрати вугілля – 202 тис. грн., зменшення витрат вапнякового каменю – 283 тис. грн. [4].

Відомо, що повернення нефільтрованого соку не тільки погіршує ефект адсорбційного очищення в процесі I сатурації за рахунок зниження концентрації нецукрів, десорбції із осаду барвних речовин і солей кальцію, розкладу низькомолекулярних фракцій білкових речовин за багаторазової циркуляції, але й зумовлює суттєве підвищення витрати вапняку на очищення [7]. Зменшення кількості повернень на переддефекацію є суттєвим резервом зменшення витрат вапняку і покращення якості очищеного соку II сатурації.

З метою зменшення витрат вапняку у виробничий сезон 2007 р. починаючи з пуску заводу у вересні кількість поверненого нефільтрованого соку на переддефекацію поступово зменшували до 25...30 %, відповідно зменшувались витрати вапнякового каменю і умовного палива на виробництво (табл. 3). Наприклад, за третю декаду вересня 2007 р. витрати вапнякового каменю склали 6,09%, витрати умовного палива – 5,51% до м.б., а у першій і другій декаді жовтня 2007 р. витрати вапнякового каменю становили 5,74% і 5,83% до м.б., а витрати умовного палива – 5,19% і 5,08% відповідно.

З 20 жовтня 2007 р. завод перейшов на повернення на переддефекацію суспензії осаду I сатурації. Витрати вапнякового каменю у третій декаді жовтня порівняно з другою декадою зменшились з 5,83% до 4,90% до м.б. Щоб простежити, як змінюються витрати га-

Табл. 4

Дата	Середньо- добова перероб- ка, т	Зважено цукру, т	Витрати вапняку, % до м.б.	Витрати газу, м³/т	Дг струж- ки, %	Чистота, %			
						клітинного соку	дифузійно го соку	соку II сатурації	сиропу
За період з 16.10.2007 по 19.10.2007									
16.10	3020	360	5,76	40	15,48	86,60	87,85	91,4	91,50
17.10	3039	345	5,97	39	14,80	86,45	87,60	91,3	91,50
18.10	2745	365	6,47	46	14,68	86,60	87,85	91,4	91,65
19.10	3003	387,1	6,86	40	14,78	86,60	87,80	91,5	91,60
середнє	2951	364,2	6,27	41,25	14,94	86,55	87,78	91,4	91,56
За період з 20.10.2007 по 23.10.2007									
20.10	2905	364	5,89	41	14,8	86,8	88,0	91,7	91,85
21.10	2823	390	5,30	43	15,15	86,6	87,85	91,65	91,85
22.10	2774	379,7	5,22	43	15,0	86,65	87,85	91,50	91,75
23.10	2912	387,3	5,04	43	14,88	86,65	87,95	91,55	91,80
середнє	2853,5	380,25	5,36	42,5	14,96	86,68	87,91	91,60	91,81

зу, вапнякового каменю на виробництво і ефективність очищення соку після переходу на повернення суспензії, для порівняння було взято середні дані чотирьох діб роботи заводу з поверненням нефільтрованого соку і суспензії осаду I сатурації. В табл. 4 наведені головні якісні показники роботи заводу за цей період: середньодобова потужність, цукристість бурякової стружки, чистота соку II сатурації і сиропу, кількість зваженого білого цукру, витрати вапнякового каменю і газу на виробництво. Після переходу на повернення суспензії осаду I сатурації на переддефекацію суттєво зменшились витрати вапнякового каменю — з 6,27% до 5,36% до м.б.

Активна лужність соку основної дефекації по фенолфталеїну, а також активна лужність переддефекованого соку, соків I та II сатурації, рН₂₀ соків на виході із переддефекатора і сатураторів підтримувались однаковими за весь період з 16.10.2007 р. по 23.10.2007 р.

Очевидно, що заміна повернення нефільтрованого соку I сатурації на суспензію осаду I сатурації на переддефекацію і зменшення маси соку, що надходить на теплу основну дефекацію, призвело до суттєвого зменшення витрат вапнякового каменю (на 0,91%), і сумарного ефекту десорбції нецукрів з поверхні карбонату кальцію та підвищення чистоти соку II сатурації і сиропу з випарної установки на 0,20...0,35%. За практично однакової дигестії бурякової стружки середньодобова кількість зваженого цукру на заводі збільшилась на 16,05 т. Витрати вапнякового каменю за першу і другу декади листопада становили 5,0% і 4,64% відповідно, а за виробничий сезон 2007 р. в цілому — 5,34% (табл. 4).

Таким чином, внаслідок впровадження схеми очищення «Техінсервіс» у 2006...2007 рр. витрати вапнякового каменю на Погребищенському цукровому заводі зменшились з 8,42% у 2005 р. до 5,34% у 2007 р. — на 3,08%, витрати умовного палива зменшились з 5,93% до 5,15% — на 0,78 % відповідно. Виробничий

сезон 2007 р. завод завершив з високими техніко-економічними показниками. При середньодобовій переробці буряків 2802 т на добу (116,7% до планової) за середньої дигестії 14,84% вихід цукру за виробництво становив 12,26%, втрати цукру у виробництві — 0,80%, вихід умовної меляси — 3,37%, втрати цукру в мелясі — 1,78%, коефіцієнт виробництва — 79,80%. Загальний економічний ефект за виробничий сезон склав 3,3 млн. грн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ярчук М.М. Деякі підсумки роботи бурякоцукрової галузі України в 2006 році та окремі проблемні питання // Цукор України. — № 2. — 2007. — С.2—3.
2. Каталог продукции ГК «Техинсервис». Гребенковский машиностроительный завод. — К.: Техинсервис, 2007. — 65 с.
3. Ровинский А.Д., Олянская С.П. Схема очистки диффузионного сока и система автоматического управления станцией дефеко-сатурации ГК «Техинсервис» // Цукор України. — № 1. — 2007. — С.17—20.
4. Впровадження схеми очищення дифузійного соку «Техінсервіс» на Погребищенському цукровому заводі // Цукор України. — № 2. — 2007. — С.24—27.
5. Олянская С.П., Щуцкий И.В., Ровинский А.Д. Схема очистки диффузионного сока: современный подход // Сборник научн. трудов VII ежегодной Междунар. науч.-практ. конф. «Сахар 2007», «Энерго- и ресурсосберегающие технологии сахарного производства», 16–21 апреля 2007 г. — М.: МГУПП, 2007. — С.39–45.
6. Олянская С.П. Высокоэффективная технология очистки сока и получения белково-витаминных концентратов: Монография. — К.: НУХТ, 2005. — 373 с.
7. Хомічак Л.М. Технологічні аспекти енергозбереження у виробництві цукру з буряків // Цукор України. — 2006. — № 1–2. — С.47.