

Ресурсоощадна технологія очищення дифузійного соку ГК “Техінсервіс”

Ежегодно на производственные нужды сахарные заводы Украины используют до 2 млн. т. условного топлива и около 1,4 млрд. квт ч. электроэнергии, свыше 1,4 млн. т известняка [1]. На протяжении последних 10 лет доля топлива и энергии в себестоимости переработки сахарной свеклы составила 30...32 %, а составляющая топлива в структуре себестоимости сахара достигла 15 %. Энергетический баланс сахарного завода показывает, что из общих затрат топлива 80...85 % приходится на производство тепловой энергии для технологических нужд, а 8...12 % - на производство электроэнергии, извести и углекислого газа.

Стратегическим курсом ГК “Техинсервис” является создание ресурсосберегающих тепловых и технологических схем и нового прогрессивного оборудования. Только в 2006 и 2007 году успешно внедрены в производство комплект технологического оборудования и система автоматического управления известково-газовым отделением на Томашпольском, Купянском сахарных заводах (Украина), ОАО “Валуйки сахар” и Ольховатском сахарном заводе (Россия), схема двухстадийного уваривания утфеля в вакуум-аппаратах серии ТВА с механическими циркуляторами на Балашовском и Изобильнинском сахзаводах, вертикальные мешалки-кристаллизаторы на Скидельском и Балашовском сахзаводах, станции фильтрации соков с использованием фильтров-сгустителей ТГ на Дмитро-Тарановском, Ржевском, Ольховатском, Буинском и Изобильнинском сахзаводах. В 2006 г. схема очистки диффузионного сока ГК “Техинсервис” и систему автоматического управления станцией дефекосатурации была внедрена в производство на Погребищенском сахарном заводе [2, 3, 4] – одном из лучших заводов “Укрпроминвест”, возглавляемых Порошенко А.И.

Важное место в схеме очистки ГК «Техинсервис» занимает способ проведения предварительной дефекации, в процессе которой достигается основной эффект очистки диффузионного сока – 20...24% в результате осаждения 60...70% высокомолекулярных веществ и несугаров, образующих с гидроксидом кальция малораствори-

мые соединения, формируется осадок, устойчивый к воздействию высокощелочной среды, с хорошими седиментационно-фильтрационными свойствами.

Особенностью технологической схемы очистки ГК “Техинсервис” (рис. 1) является проведение начальной стадии преддефекации при низкой температуре – 30...35 °С и кратковременное пересатурирование сгущенной суспензии осадка II сатурации кислотами диффузионного сока до рН 7,2...8...8,5 в зависимости от расхода извести на дефекацию перед II сатурацией. При этом частицы осадка активируются, получают положительный заряд вследствие образования в растворе потенциалопределяющего иона Ca^{2+} , что способствует интенсификации коллоидно-химических процессов. Далее сок подогревается до температуры 40...50 °С и подается на предварительную дефекацию.

Прогрессивная преддефекация проводится в аппарате системы Бригель-Мюллера с возвратом в зоны минимальной вязкости и электропроводимости – II...IV камеры преддефекатора [4,6] сгущенной суспензии или 40...50 % нефильтрованого сока I сатурации и подщелачиванием сока в последней камере известковым молоком до рН₂₀ 11,0...11,5 в зависимости от качества перерабатываемого сырья. Производственные испытания [4,5] показали, что проведение предварительной дефекации по такому способу обеспечивает высокую скорость коллоидно-химических процессов. Реакции нейтрализации поверхностного заряда высокомолекулярных соединений протекают очень быстро, почти мгновенно, о чем свидетельствуют скорость седиментации преддефекованого сока: за 2 мин – 6,75..8,25 см/мин, за 5 мин – 3,6...4,2 см/мин, образование компактного осадка за 25 мин отстаивания (табл.1).

Низкая температура диффузионного сока 30...35 °С в сборнике, куда вводится суспензия осадка II сатурации, и дальнейшее проведение прогрессивной предварительной дефекации с постепенным повышением температуры от 40...50 °С на входе до 55...60 °С на выходе из переддефекатора позволяет получить сок с низкой цветностью вследствие уменьшения распада редуцирующих веществ и, что очень важно, обеспечивает максимальную степень осаждения высокомолекулярных соединений, которая наблюдается при температуре 40...50 °С, и высокий эффект очистки диффузионного сока (табл. 1). Кроме того, коагулят преддефекационного осадка, полученный при температуре 40...50 °С, более стойкий к воздействию высокощелочной

среды на основной дефекации при переработке как свежего сырья [6], так и продолжительных сроков хранения. С повышением температуры проведения процесса предварительной дефекации от 50 до 80 °С содержание ВМС в соке увеличивается на 7,4...11,2 % .

Схема очистки диффузионного сока ГК «Техинсервис» была внедрена в производство на Погребещенском сахарном заводе в сентябре 2006 года [4]. Система автоматического управления процессом дефеко saturации реализуется на контроллере «Schneider Electric». Обслуживающий персонал контролирует работу системы на станциях оператора с помощью цветной жидкокристаллической панели и на центральном пульте управления заводом на компьютерах класса РС.

Использование современной системы автоматического управления позволило легко менять технологический режим на каждой стадии очистки: длительность холодной (теплой) дефекации от 10 до 40 мин., горячей основной дефекации – в пределах от 5 до 20 мин., в зависимости от качества сырья, обеспечить достаточно полное разложение редуцирующих веществ и получение термоустойчивого сока и сиропа, стабильно поддерживать рН соков: преддефекованого, I и II сатурации с точностью $\pm 0,1$ в зависимости от величины оптимальной щелочности сока, установленной лабораторией завода.

I и II сатурация (рис. 1) проводится в аппаратах, оснащенных эрлифтом (циркуляционным стаканом), который обеспечивает многократную внутреннюю циркуляцию сока: 20-кратную циркуляцию в котле I сатурации и около 300 % в котле II сатурации. Уровень сока в котле I сатурации составляет 5...6 м, в котле II сатурации – 4...5 м. Сатурационный газ вводится в сатуратор по трем параллельным трубопроводам через шлицы, расположенные равномерно по поперечному сечению направляющей трубы. Чтобы шлицы для выхода газа не загорали, они очищаются специальным вращающимся очистительным устройством.

Проведение процесса I и II сатурации в сатураторах ГК «Техинсервис» обеспечивает высокую скорость массообменных процессов, образование карбоната кальция с высокой удельной поверхностью сорбции, адсорбционной способностью и высокими седиментационно-фильтрационными показателями (табл. 1). Эффект очистки диффузионного сока от несахаров в октябре месяце составил 37,9...40,0 %,

чистота сока II сатурации и сиропа с выпарной установки – 92...92,6 % при расходе известкового камня в среднем 5,83 % к массе свеклы. В отдельных случаях чистота сиропа с выпарной установки достигала 93,5...93,7 % [4].

Высокий уровень сока и система распределения газа в сатураторах I и II сатурации ГК «Техинсервис» обеспечивает высокий коэффициент утилизации CO₂ сатурационного газа – 80-85 % и получение сока с хорошими седиментационно-фильтрационными показателями: для фильтрования сока I сатурации использовали только четыре фильтра ФИЛС-60 из 10-и установленных на заводе, а для фильтрования суспензии – только один вакуум-фильтр из четырех при среднесуточной переработке свеклы в октябре 2500 т/сутки (104,6 % к плановой).

До внедрения схемы ГК «Техинсервис» Погребищенский сахарный завод работал по тепло-горячей схеме очистки с возвратом на прогрессивную переддефекацию 70...80 % нефильтрованного сока. Расход известкового камня за производственный сезон 2004 и 2005 года составил соответственно 8,93 % и 8,42 %, в среднем за два года – 8,67 %, а расход условного топлива – 6,08 % (табл. 2).

В результате внедрения схемы очистки ГК «Техинсервис» в 2006 году и применения современной системы управления станцией дефекосатурации, обеспечивающей точное дозирование соотношения сок – известковое молоко на преддефектор, холодный и горячий дефекатор, на дефекацию перед II сатурацией, стабилизацию давления в коллекторе известкового молока и сатурационного газа, стабильное поддержание оптимальных параметров работы, устанавливаемых лабораторией завода для каждой стадии очистки, и вследствие сокращения возвратов на станцию дефекосатурации расход известкового камня на Погребищенском сахарном заводе снизился в среднем на 2,12 % по сравнению с двумя предыдущими годами и составил 6,55 %, в том числе на технологические нужды – 6,26 %. Расход условного топлива снизился на 0,46 % (табл. 2).

Табл. 2

Наименование показателей	Производственный сезон			
	Типовая схема очистки		Схема очистки ГК «Техинсервис»	
	2004	2005	2006	2007
Переработано свеклы за производство, т	119270,5	120071,3	177911,2	197230,0

Расход условного топлива, %	6,23	5,93	5,62	5,15
В т.ч. на газовую печь, %	0,66	0,58	0,46	0,42
Расход известкового камня, %	8,93	8,42	6,55	5,34

Весь производственный сезон 2006 года Погребищенский завод работал с высокими показателями. При средней дигестии свекловичной стружки 16,2 %, выход белого сахара за производство составил 13,63 %, выход мелассы – 3,12 %, содержание сахара в мелассе – 1,67 %, коэффициент производства – 78,6 % [4].

Экономический эффект от внедрения схемы очистки диффузионного сока ГК «Техинсервис» на Погребищенском заводе в 2006 г. составил 968 тыс. грн., в том числе за счет экономии расхода газа – 483 тыс. грн., уменьшения расхода угля – 202 тыс. грн., уменьшения расхода известкового камня – 283 тыс. грн. [4].

В 2006 году Погребищенский сахарный завод работал с возвратом 40...50 % нефильтрованного сока I сатурации на предварительную дефекацию, вся суспензия осадка II сатурации после основной и контрольной фильтрации подавалась непосредственно в трубопровод диффузионного сока после мезголовушек [4].

Как известно, возврат нефильтрованного сока не только ухудшает эффект адсорбционной очистки в процессе I сатурации за счет разбавления концентрации несахаров, десорбции из осадка красящих веществ и солей кальция, распада низкомолекулярных фракций белковых веществ при многократной циркуляции, но и приводит к существенному повышению расхода извести на очистку [7]. Уменьшение количества возврата на переддефекацию является существенным резервом снижения расхода известняка и улучшения качества очищенного сока II сатурации.

С целью снижения расхода извести в производственный сезон 2007 года начиная с пуска завода в сентябре месяце количество возвращаемого нефильтрованного сока I сатурации на переддефекацию постепенно уменьшалось до 25...30 %, соответственно уменьшались расходы известняка и условного топлива на производство (табл. 3). Например, за третью декаду сентября расход известкового камня составил 6,09 %, расход условного топлива – 5,51 % к массе свеклы, а в первой и второй декаде октября расход известкового камня составил 5,74 и 5,83 % к массе свеклы, 5,19 и 5,08 % расход условного топлива соответственно.

С 20 октября 2007 года завод перешел на возврат на переддефекацию суспензии осадка I сатурации. Расход известняка в третьей декаде октября по сравнению со второй декадой снизился с 5,83 до 4,90 %. Чтобы проследить, как изменится расход газа, известкового камня на производство и эффективность очистки сока после перехода на возврат суспензии, для сравнения были взяты средние данные четырех суток работы завода с возвратом нефильтрованого сока и суспензии осадка I сатурации. В табл. 4 представлены главные качественные показатели работы завода за этот период: среднесуточная переработка свеклы, сахаристость свекловичной стружки, чистота сока II сатурации и сиропа и количество взвешенного белого сахара, расходы известняка и газа на производство. Очевидно, что после перехода на возврат суспензии осадка I сатурации, на переддефекацию существенно уменьшился расход известкового камня – с 6,27 % до 5,36 % к м.с. (табл. 4). Активная щелочность сока основной дефекации по фенол-фталеину, а также активная щелочность переддефекованого сока, сока I и II сатурации и pH_{20} соков на выходе из переддефекатора и сатураторов поддерживались одинаковыми за весь период с 16.10 по 23.10.07.

Очевидно, что замена возврата нефильтрованного сока I сатурации на суспензию осадка I сатурации и уменьшение массы сока, поступающего на теплую основную дефекацию, привело к существенному снижению расхода известкового камня – на 0,91 % (с 6,27 % до 5,36 %), уменьшению суммарного эффекта десорбции несугаров с поверхности возвращаемого карбоната кальция и повышению чистоты сиропа с выпарной установки на 0,2...0,35 % (табл. 4). При практически одинаковой дигестии свекловичной стружки среднесуточное количество взвешенного сахара на заводе увеличилось на 16,05 т.. Расход известкового камня за первую и вторую декады ноября составил 5,0 и 4,64 %, а за производство в целом – 5,34 % (табл. 3).

Таким образом, вследствие внедрения схемы очистки ГК “Техинсервис” в 2006...2007 г.г. расход известкового камня на Погребещенском сахарном заводе уменьшился с 8,42 % в 2005 г. до 5,34 % в 2007 г. – на 3,08 %, расход условного топлива снизился с 5,93 % до 5,15 % – на 0,78 % соответственно. Производственный сезон 2007 года завод завершил с высокими технико-экономическими показателями. При среднесуточной переработке свеклы 2802 т (116,7 % к плановой), дигестии свекловичной стружки 14,84 % выход сахара за производственный сезон составил

12,26 %, потери сахара в производстве – 0,80 %, выход условной мелассы – 3,37%,
потери сахара в мелассе – 1,78 %, коэффициент производства – 79,80 %.

Табл. 1

№ опыта	Возврат нефильтрованного сока I сатурации, %	Температура сока на преддефекацию	Сок предварительной дефекации				Сок I сатурации			Сок II сатурации			Общий эффект очистки, %	
			pH ₂₀	Средняя скорость седиментации, см·мин ⁻¹		Относительный объем осадка через 25 мин, %	pH ₂₀	Средняя скорость седиментации, см·мин ⁻¹		Относительный объем осадка через 25 мин, %	pH ₂₀	Ч, %		Цветность, ус. ед.
				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
среднее	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

Табл. 3

Декады отчетности	Дигестия свекловичной стружки, %		Выход сахара, %		Потери сахара в производстве, %		Выход мелассы, %		Содержание сахара в мелассе, %		Чистота мелассы, %		Среднесуточная переработка, т	Коэффициент производства	Расход известняка, % к м.с.	Расход условного топлива, % к м.с.
	За декаду	От начала производства	За декаду	От начала производства	За декаду	От начала производства	За декаду	От начала производства	За декаду	От начала производства	За декаду	От начала производства				
Сентябрь																
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
Октябрь																
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
Ноябрь																
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

Дата	Среднесу- точная пе- реработка, т	Взве- шено сахара, т	Расход извест- кового камня, % к м.с.	Расход газа, м ³ /т	Сахари- стость свекло- вичной стружки, %	Чистота, %			
						клеточного сока	диффузи- онного сока	сока II сатурации	сиропа
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
среднее	2951	364,2	6,27	41,25	14,94	86,55	87,78	91,4	91,56
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
Среднее	2853,5	380,25	5,36	42,5	14,96	86,68	87,91	91,60	91,81

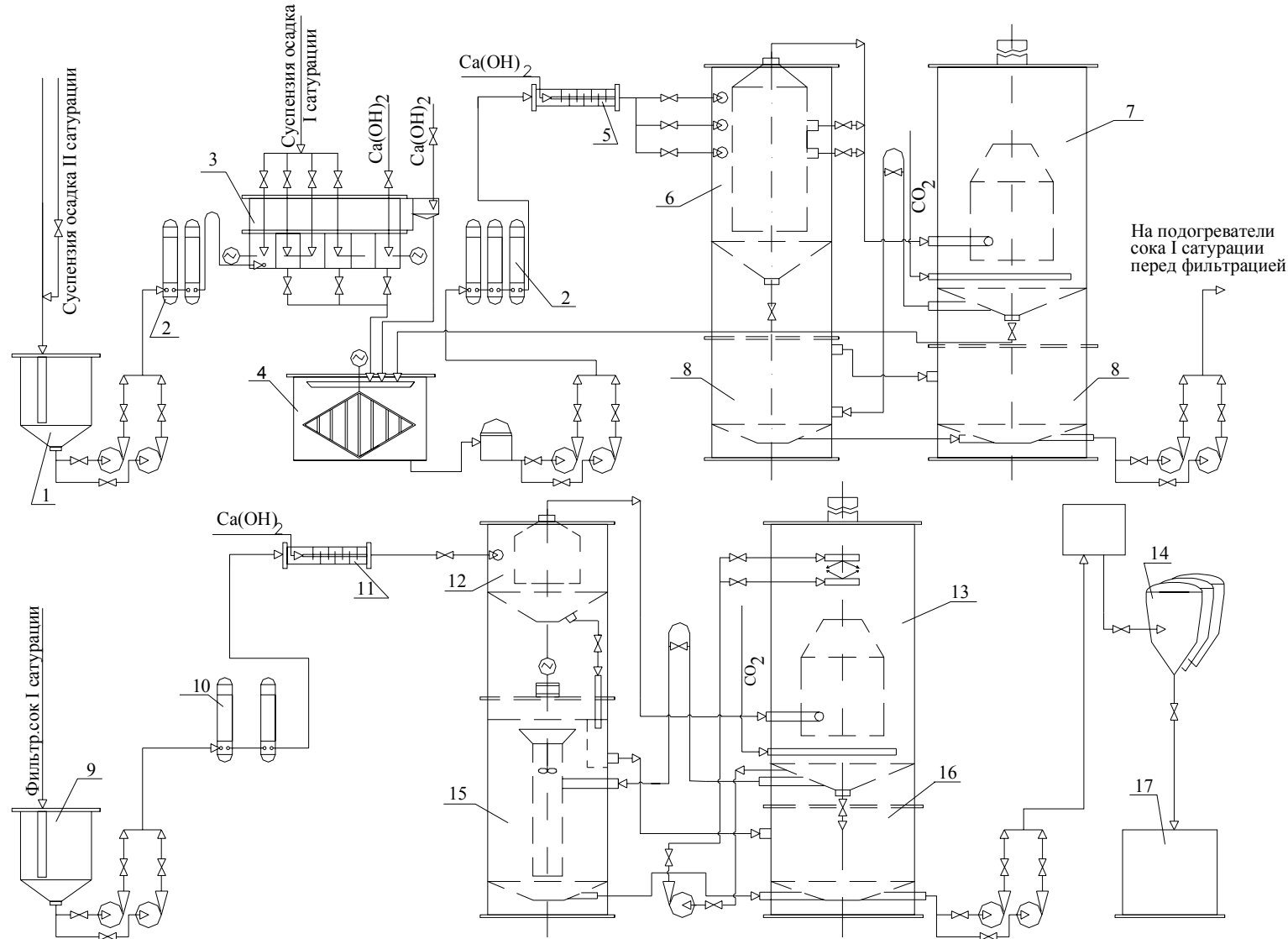


Рис.1.Схема очистки диффузионного сока ГК «Техинсервис»

1 – сборник диффузионного сока; 2 – подогреватель; 3 – преддефекатор; 4 – аппарат холодной (теплой) defeкации; 5 – статическая мешалка; 6 – аппарат горячей defeкации; 7 – аппарат I сатурации; 8 – сборник нефильтрованного сока I сатурации; 9 – сборник фильтрованного сока I сатурации; 10 – подогреватель; 11 – статическая мешалка; 12 – defeкактор перед II сатурацией; 13 – аппарат II сатурации; 14 – фильтры ФИЛС–60; 15 – дозреватель сока II сатурации; 16 – сборник нефильтрованного сока II сатурации; 17 – сборник фильтрованного сока II сатурации

Литература

1. *Ярчук М.Л.* 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 дефекосатурации ГК “Техинсервис” // Цукор України. –№ 1. –2007. –С. 17–20.

4. *Впровадження* схеми очищення дифузійного соку ГК “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.

// Сахар-2008. Сборник научных трудов участников VIII ежегодной международной научно-практической конференции “Совершенствование технологий переработки сырья для сахарной промышленности, освоение новых видов оборудования и компьютеризации производства, повышение качества. Москва. – 2008. Часть I. –С. 67–75