

Кузнєцов, Ю. М. Использование модульного принципа при сборке шпиндельных узлов станков на базе мотор-шпинделей [Текст] / Ю. М. Кузнєцов, В. А. Недобой, Ж. Г. Хамуєла // ТiAM. – 2014. – №2. – С. 13–16. **7.** Патент України №91163, МПК В23В 19/00. Шпиндельный узел верстата [Текст] / Кузнєцов Ю. М., Недобой В. А., Хамуєла Ж. А.; заявл. 09.01.2014; опубл.25.06.2014; Бюл.№12. **8.** Кузнєцов, Ю. М. Експериментальні дослідження високошвидкісного інструментального затискного патрону з пружним елементом затиску [Текст] / Ю. М. Кузнєцов, Б. І. Придальний // СТПК2015. – 2015. – №1. – С. 42–45. **9.** Експериментальні дослідження високошвидкісного інструментального затискного патрону з пружним елементом затиску [Текст] / Ю. М. Кузнєцов, В. Б. Фіранський, О. В. Грисяк, В. Н. Волошин // Вісник ХНТУСГ. – 2008. – №45. – С. 294–299. **10.** Кузнєцов, Ю. Н. Расчет и экспериментальные исследования силовых характеристик высокоскоростного инструментального зажимного патрона [Текст] / Ю. Н. Кузнєцов, В. А. Недобой, Геппа Ж. А. Хамуєла / International Scientific Conference "UNITECH '13" – Gabrovo, 2013. – С. 45–55.

Bibliography (transliterated): **1.** Weitz, V. Friedman, L. (1973). Electromechanical clamping devices of machine tools and machining lines. Calculation and design. Saint Petersburg: Engineering, 262. **2.**

Kuznetsov, Y., Voloshin, V., Firansky, V., Gumenyuk, O. (2012). Tool chucks: Monograph. Kyiv. Ltd. "Gnosis", 286. **3.** Kuznetsov, Y., Voloshin, V., Nedelcheva, P., Dahabi, F. (2010). Clamping mechanism for high-performance and high-precision machining: Monograph. Gabrovo, Bulgaria: Un. Publishing House "Vasil Aprilov", 724. **4.** Danilchenko, Y., Kuznetsov, Y. (2003). Precision Spindle units for rolling resistance (theory and practice): Monograph. Ternopil – Kyiv: Economic thought, 344. **5.** Kosmowski, B. US Patent №4423880. The hydraulic chuck. B23B31 / 20, B23B31 / 204, publ. 01.03.1984. **6.** Kuznetsov, Y., Nedoboi, V., Hamuyela, H. (2014). Use the modular principle in the assembly spindle of machines tools based on the motor-spindles. Poland, TіAM, 13–16. **7.** Kuznetsov, Y., Nedoboi, V., Hamuyela, G. (2014). UA Patent №91163, B 23 B 19/00. Machine tool spindle unit. publ.25.06.2014; Byul.№12. **8.** Kuznetsov, Y., Prydalnyy, B. (2015). The analysis process dot gain clip-body rotation clamping mechanism with electromechanical drive. STPK2015, 42–45. **9.** Kuznetsov, Y., Firansky, V., Hrysyuk, A., Voloshin, V. (2008). Experimental study of high-speed tool clamping chuck with an elastic clamping element. KNTUA, №45, 294–299. **10.** Kuznetsov, Y., Nedoboi, V. (2013). Calculation and Experimental Studies of power characteristics high-speed tool chuck. International Scientific Conference "UNITECH '13". Bulgaria, 45–55.

Надійшла (received) 02.11.2015

Відомості про авторів/Сведения об авторах/About the Authors

Недобой Вадим Анатолійович – аспірант кафедри конструювання верстатів та машин, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056;

Недобой Вадим Анатольевич – аспірант кафедри конструювання станків и машин, Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", пр. Победы, 37, г. Киев, Украина., 03056, тел. 063-138-06-89, email: vadim_kpi@mail.ru.

Nedoboi Vadym – graduate student of chair of machine tools and machinery system, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", pr. Peremogy, 37, m. Kyiv, Ukraine, 03056

УДК 658.516.3:664.8.037.5

Д. Н. ОДАРЧЕНКО

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ОБРАТИМЫХ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

В данной статье разработана технология производства обратимых замороженных полуфабрикатов жидких и твердых фаз дикорастущих ягод, культивируемых грибов, томатных овощей (томаты и перец сладкий), курицы (бройлеры) и рыбы (караси серебряные), исследованы их функционально-технологические свойства (ФТС). Данная технология предусматривает получение двух фаз из пищевого сырья путём двукратного цикла замораживания-центрифугирования. На основании проведённых исследований предложены пути использования разработанных полуфабрикатов при производстве различных групп пищевых продуктов.

Ключевые слова: обратимые полуфабрикаты, функционально-технологические свойства, технология производства, жидкие и твёрдые фазы.

Введение. Проблема рационального использования сырьевых ресурсов и производства качественных пищевых продуктов является одной из основных задач, от решения которой зависит обеспечение населения необходимыми и полезными продуктами. Не последнее место среди них занимают продукты переработки овощей, ягод и грибов, которые благодаря своим питательным свойствам составляют часть сырьевой базы перерабатывающей промышленности. Эта ситуация должна побудить наших производителей к поиску новых видов сырья и продукции из нее с целью расширения ассортимента традиционной продукции. Это может дать определенные конкурентные преимущества, так как во всем цивилизованном мире растет спрос на натуральную продукцию без искусственных красителей, витаминов и т.д. [1,2].

В связи с этим особое значение приобретает знание функционально-технологических свойств (ФТС) различных видов основного сырья и его компонентов,

понимание роли вспомогательных материалов и характера изменения ФТС под влиянием операций технологической обработки. Под функционально-технологическими свойствами понимают совокупность показателей, характеризующих сенсорные характеристики (цвет, вкус, запах), структурно-механические свойства (прочность и т.д.), величину выхода и потерь при термической обработке различных видов сырья и тому подобное. Такая трактовка понятия ФТС не является абсолютным, однако не исключается приоритетное значение перечисленных показателей при определении степени целесообразности использования замороженных полуфабрикатов для производства пищевых продуктов. То есть под ФТС подразумевают совокупность таких показателей, которые имеют приоритетное значение при производстве пищевых продуктов [3].

© Д. Н. Одарченко. 2015

Анализ литературных данных и постановка проблемы. Теоретические и практические аспекты получения замороженных полуфабрикатов, способы повышения их качества, а также формирования их свойств были освещены в работах таких учёных как: Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, Н. И. Ткач, З. Р. Сайфулина, Н. В. Диб-ровской, О. Г. Бурдо, Д. Поттера, Д. Кука и др. [4-7].

Цели и задачи исследования. Целью исследования является научное обоснование технологий производства новых обратимых полуфабрикатов из жидкой и твёрдой фаз.

Для достижения поставленной цели не обходимо решить следующие задачи: разработать технологические схемы производства обратимых замороженных полуфабрикатов твердых и жидких частей на основе предложенного способа разделения сырья на фазы; определить их функционально-технологические свойства; разработать и усовершенствовать технологии производства замороженных полуфабрикатов и пищевых продуктов на их основе.

Обоснование технологии производства замороженных обратимых полуфабрикатов. Фазовое равновесие является устойчивым термодинамическим сосуществованием двух или нескольких фаз. Однако вопрос о приближении к полной обратимости физико-химических свойств замороженных пищевых продуктов, сохранении их физиологической и технологической функциональности остается не решенным [8].

Объектами исследования стали дикорастущие ягоды (калины обыкновенной и клюквы крупноплодной), томатные овощи (томаты и перец сладкий), культивируемые грибы (вешенка обыкновенная), продукция птицеводства (бройлеры), продукция рыболовства (караси серебряные).

Основываясь на концепции о получении обратимых фаз продукта была предложена принципиальная схема получения замороженных полуфабрикатов (продуктов разделения исследуемых объектов на фазы). Она заключается в следующих этапах: подготовка сырья, измельчение механическим способом, отделение жидкой и твердой фаз путем 2-х циклов замораживания-центрифугирования, после чего полученные фракции отдельно замораживали до $t = -18 \pm 2^\circ \text{C}$, упаковывали в полимерную упаковку, проводили маркировку и направляли на хранение при температуре $-18 \pm 2^\circ \text{C}$ [9].

Таким образом, принципиальная схема получения замороженных продуктов переработки ягод, овощей, мяса и рыбопродуктов позволяет получить однородную жидкую фазу и жмых, которые не разделяются на фазы со временем и при размораживании. Полученные полуфабрикаты обладают новыми функционально-технологическими свойствами и потребительскими характеристиками. Кроме того, предлагаемый прием позволяет использовать сырье в полном объеме и увеличить сырьевую базу для предприятий пищевой промышленности практически вдвое.

Практические аспекты применения разработанных обратимых полуфабрикатов. Для обоснования путей применения замороженных полуфабрикатов жидкой и твердой фаз проводили исследование их функционально-технологических свойств.

С целью конкретизации и количественного определения функционально-технологических свойств полученной ягодной жидкой фазы, которые обосновывают возможность ее применения в производстве продуктов питания, были изучены ее цветовые характеристики (рис. 1), где: 1 – водный раствор сока клюквы крупноплодной; 2 – водный раствор сока калины обыкновенной; 3 – водный раствор жидкой фазы клюквы крупноплодной после двукратного цикла замораживания-размораживания-центрифугирования; 4 – водный раствор жидкой фазы клюквы крупноплодной после двукратного цикла замораживания-размораживания-центрифугирования и термической обработки; 5 – водный раствор жидкой фазы калины обыкновенной после двукратного цикла замораживания-размораживания-центрифугирования; 6 – водный раствор жидкой фазы калины обыкновенной после двукратного цикла замораживания-размораживания-центрифугирования и термической обработки.

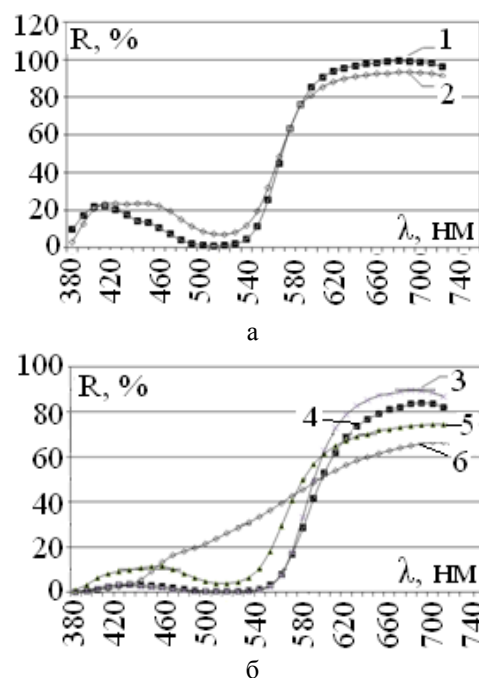


Рис. 1 – Спектры пропускания водных растворов соков и жидких фаз из клюквы крупноплодной и калины обыкновенной: λ – длина волны, R – коэффициент пропускания

Проведенными исследованиями обнаружено, что тепловая обработка (нагрев до 95°C и кипячения в течение 15...20 мин.) вызывает резкое смещение величины цветового тона в область желтого цвета спектральных тонов для исследуемых образцов водных растворов жидкой фазы калины обыкновенной, что в дальнейшем повлияет на пути ее использования в пищевой промышленности.

Благодаря особенностям химического состава и технологическим свойствам продукты переработки растительного сырья играют особую роль в технологиях продукции с пенной и эмульсионной структурой. Поверхностные свойства систем характеризовались по показателю поверхностного натяжения. Выбирая концентрации модельных систем, учитывали возможную долю введения растительных добавок в пищевые продукты. Для проведения исследований предварительно готовили

водные растворы ягодной жидкой фазы со следующими соотношениями жидкой фазы и воды: 1:20, 1:10, 1:5, 1:2. Как свидетельствуют полученные результаты, все исследуемые образцы в одинаковой степени снижают поверхностное натяжение воды. Причем водные растворы жидкой фазы клюквы крупноплодной и калины обыкновенной с разведением 1:2 и жидкая фаза без разведения снижают поверхностное натяжение воды в максимальной степени.

Полученный клюквенный и калиновый жмых подвергали влажным и сухим способам обработки, а именно: варке, припусканию и запеканию. После проведения всех указанных видов технологической обработки были проведены органолептические исследования. Полученные результаты сравнивали с контрольными образцами – размороженными продуктами переработки клюквы и калины. Проверка функционально-технологических свойств жмыха определяет возможные пути его применения, главным образом, в пищевой промышленности.

Для определения желирующей способности ягодного жмыха были приготовлены желе и определена их прочность при помощи механического пенетromетра. Установлено, что показатели прочности желе из жмыха

клюквы практически в 3,5 раза больше, прочность желе из калины и составляет 138 г/см².

В результате проведенных колориметрических исследований водных растворов соков и жидких фаз томатных овощей были количественно установлены основные характеристики цвета (табл. 1), а именно яркость, цветовой тон и колориметрическая чистота цвета, где: 1 – сок томатов грунтовых, 2 – жидкая фаза томатов грунтовых, 3 – сок томатов парниковых, 4 – жидкая фаза томатов парниковых, 5 – сок перца сладкого грунтового, 6 – жидкая фаза перца сладкого грунтового, 7 – сок перца сладкого желтого парникового, 8 – жидкая фаза перца сладкого желтого парникового, 9 – сок перца сладкого красного парникового, 10 – жидкая фаза перца сладкого красного парникового. Полученные результаты позволяют обосновать дальнейшее использование тоματοвощей и продуктов их переработки в пищевой промышленности в качестве рецептурных компонентов, а также определить, какие функционально-технологические свойства они придадут пищевым продуктам в процессе их производства и при реализации, что в определенной степени определит место данной продукции на рынке.

Таблица 1 – Характеристика цвета водных растворов исследуемых образцов

Образец	Характеристики цвета				Цветовой тон (λ), нм $\lambda \pm S_\lambda, S_\lambda = \pm 2$	Колориметрическая чистота цвета (p_c), отн. ед.
	Координаты цвета					
	$X \cdot 10^{-3}$	$Y \cdot 10^{-3}$	$Z \cdot 10^{-3}$			
1	8,5	8,8	5,3	575	0,400	
2	7,7	7,9	4,6	575	0,410	
3	9,5	9,7	7,4	575	0,242	
4	9,1	9,3	6,6	575	0,292	
5	2,2	2,1	1,1	583	0,470	
6	5,8	5,7	3,7	580	0,370	
7	0,74	0,63	0,16	585	0,750	
8	5,0	5,0	2,5	577	0,500	
9	0,65	0,55	0,3	591	0,460	
10	5,0	4,9	2,9	580	0,420	

В результате исследования цветовых характеристик полученных жидких частей грибов установлено, что интенсивность цвета жидкой части грибов в 2 раза выше, чем в соке из свежих культивируемых грибов, а рассчитанные цветовой тон и колориметрическая чистота цвета предоставили возможность отметить, что отличие цветового тона не является выраженной и относится к красно-оранжевой области видимого диапазона электромагнитного излучения (до 660 нм). Применение описанной операции предварительной подготовки культивируемых грибов позволяет получить продукт с высокими цветовыми характеристиками [10].

Исследование поверхностно активных свойств жидких фаз из животного сырья, свидетельствует о том, что им присуща эмульгирующая способность (рис. 2). Установлено, что использование рыбной жидкой фазы с содержанием сухих веществ не менее 11,2% позволяет получить майонез со свойствами типа масляно-жировой эмульсии, структурообразованием и плотностью без применения загустителей, что обеспечивает неизменность органолептических и структурных свойств при хранении.

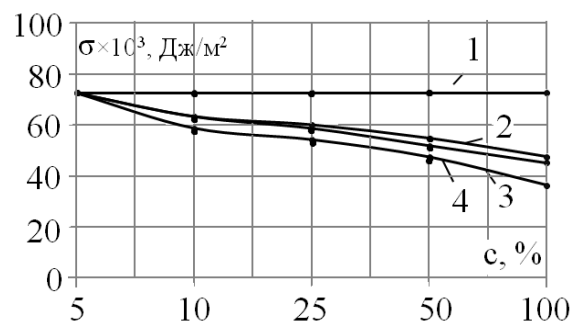


Рис. 2 – Поверхностно-активные свойства жидких фаз: С – концентрация исследуемого раствора, σ – величина поверхностного натяжения; 1 – воды; 2 – из белого мяса бройлеров; 3 – из рыбного сырья; 4 – из красного мяса бройлеров

Анализ ФТВ измельченного мяса (твердой фазы) показал, что образцы характеризуются невысокими значениями влаго- и жиродерживающей способностей, поэтому использование их в традиционных технологиях рубленых полуфабрикатов требует применения дополнительных стабилизаторов и структурообразователей (табл. 2).

Таблица 2 – Функционально-технологические свойства твердой фазы

Показатель	Режим обработки	Вид сырья		
		Рыбное сырье	Белое мясо бройлеров	Красное мясо бройлеров
ВУС, %	Без замораживания	61,70±3,00	67,10±3,30	68,00±3,90
	После 2-х циклов замораживания	31,70±1,50	35,00±1,70	33,10±1,60
ЖУС, %	Без замораживания	0,60±0,02	1,70±0,10	0,50±0,10
	После 2-х циклов замораживания	0,80±0,03	2,40±0,01	1,50±0,10
СЭ, %	Без замораживания	76,40±3,50	75,80±3,70	82,80±4,10
	После 2-х циклов замораживания	66,20±3,30	70,80±3,50	72,60±3,60
ВСС, %	Без замораживания	58,20±2,50	64,10±3,20	62,40±3,20
	После 2-х циклов замораживания	50,70±2,50	53,10±2,60	51,12±2,50

Однако учитывая то, что измельченное мясо за счет циклического замораживания-центрифугирования лишено доли влаги, в технологиях производства паштетов данное сырье может решать проблему потерь массы при тепловой обработке, а также повышению органолептических свойств, пищевой и биологической ценности за счет того, что такое мясо – важное белоксодержащее диетическое сырье.

На основании проведенных исследований были разработаны рекомендации по применению разработанных замороженных обратимых полуфабрикатов, а именно ягодные полуфабрикаты возможно применять при приготовлении десертных блюд с характерными цветовыми и вкусовыми ягодными характеристиками (кисели, муссы и желе), томатные – в технологиях приготовления напитков с томатными вкусами и ароматами, грибные – в технологиях производства полуфабрикатов на основе грибов для первых и вторых блюд, приправ, рыбные и куриные – в технологиях производства паштетов, эмульсий по типу майонез.

Выводы. На основе исследования функционально-технологических свойств полученных жидких и твердых фаз из растительного и животного сырья:

1. Разработана принципиальная схема получения обратимых замороженных полуфабрикатов жидких и твердых фаз пищевого сырья;
2. Изучены функционально-технологические свойства полученных полуфабрикатов и предложены пути их использования в пищевой промышленности при производстве пищевых продуктов и кулинарных блюд;
3. На основании проведенных исследований были разработаны рекомендации по применению разработанных замороженных обратимых полуфабрикатов в технологиях пищевых продуктов и кулинарных блюд.

Список литературы: 1. Скрипников, Ю. Г. Технология переработки плодов и ягод [Текст] / Ю. Г. Скрипников. – К. : Урожай, 1991. – 272 с. 2. Донцова, Н. Т. Создание новых композиций быстрозамороженных готовых блюд и полуфабрикатов для повышения биологичес-

кой ценности [Текст] / Н. Т. Донцова, А. М. Сивачева // Мороженое и замороженные продукты. – 2002. – № 3. – С. 32 – 33. 3. Теоретичні основи харчових технологій : навчальний посібник [Текст] / П. П. Пивоваров ; за ред. П. П. Пивоварова. – Х. : ХДУХТ, 2010. – 363 с. 4. Maskan, A. Effect of concentration and drying processes on color change of grape juice and leather (pestil) [Text] / A. Maskan, S. Kaya, M. Maskan // Journal of food engineering, 2002. – Vol. 54, № 1. – P. 75–80. 5. Burdo, O. G. Optimization of Heat Pipes and Mass Recovery [Text] / O. G. Burdo, S. G. Terziev, A. V. Zykov // 5-th Int. Seminar «Heat Pipe, Heat Pumps, Refrigerators», 8-11 September. – Minsk, Belarus, 2003. – P. 161–166. 6. Kuc, J. Development and future direction of inducec systemic resistance in plans [Text] / J. Kuc // Crop Protection, 2000. – P. 859–861. 7. Potter, D. Functional foods offer products developers new openings [Text] / D. Potter // Food Technology International Europe. – 1991. – Vol. 8. – P. 138. 8. Leung, H. K. Water binding of macromolecules determined by NMR [Text] / H. K. Leung, M. P. Steinberg, L. S. Wei, A. I. Nelson // Food Science, 1976. – Vol. 41. – P. 297. 9. Погужих, М. І. Особливості перерозподілу сухих речовин при підготовці проб для оцінки якості рослинної сировини [Текст] / М. І. Погужих, Д. М. Одарченко // Технологічний аудит і резерви виробництва, 2014. – №3/5 (17). – С. 14–18. 10. Дослідження функціонально-технологічних властивостей заморожених напівфабрикатів на основі дикорослих ягід [Текст] / Д. М. Одарченко, А. І. Кудряшов, С. В. Штих, О. О. Сюсель // Наукові праці Одеської нац. акад. харч. техн. : зб. наук. пр. / ОНАХТ. – Одеса, 2012. – Вип. 42, Т. 2. – С. 17–20.

Bibliography (transliterated): 1. Skripnikov, Yu. (1991). Tehnologya pererobki plodiv ta yagid, 272. 2. Dontcova, N. (2002). Sozdanie novikh kompozitsiy bistrozamozozennikh gotovikh blud I polyfabrikatov dlya povishenia biologicheskoy cennosti. Moroznoe I zamorozhenie producty, 3, 32-33. 3. Pivovarov, P. (2010). Teoretichni osnovy kharchovich tehnologiy, 363. 4. Maskan, A. (2002). Effect of concentration and drying processes on color change of grape juice and leather (pestil). Journal of food engineering, 54, 1, 75-80. 5. Burdo, O. (2003). Optimization of Heat Pipes and Mass Recovery. 5-th Int. Seminar «Heat Pipe, Heat Pumps, Refrigerators», 8-11 september, Minsk: Belarus, 161–166. 6. Kuc, J. (2000). Development and future direction of inducec systemic resistance in plans. Crop Protection, 859-861. 7. Potter, D. (1991). Functional foods offer products developers new openings. Food Technology International Europe, 8, 138. 8. Leung, H. (1976). Water binding of macromolecules determined by NMR. Food Science, 41, 297. 9. Pogozhik, M. (2014). Osoblivosty pererospodily syhikh rehovin pri pidgotovtsi prob dlya ocinki yakosti roslynnoi siroviny. Technologicheskii aydit I rezervy proizvodstva, 3/5 (17), 14-18. 10. Odarchenko, D. (2012). Doslidzennya funkcionalno-technologicheskikh vlastivostey zamozozennikh napivfabrykativ na osnovy dikoroslikh yagid. Naukovy pratsi ONAHT, 42, 2, 17-20.

Поступила (received) 03.11.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Одарченко Дмитрій Николаевич – доктор технических наук, Харьковский государственный университет питания и торговли, профессор кафедры «Товароведения, управления качеством и экологической безопасности»; ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051; тел.: 067-578-33-02; e-mail: laboratory119@mail.ru.

Одарченко Дмитро Миколайович – доктор технічних наук, Харківський державний університет харчування та торгівлі, професор кафедри «Товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки»; вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051; тел. 067-578-33-02; e-mail: laboratory119@mail.ru.

Odarchenko Dmytro – doctor of technical sciences, associate professor, Kharkiv State University of Food Technology and Trade; Klochkovs'ka str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051

УДК 66-9

М. И. ВАСИЛЬЕВ, И. В. ПИТАК, В. П. ШАПОРЕВ, О. Я. ПИТАК

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КАРБОНИЗАЦИИ СОДОВОГО РАСТВОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ОЧИЩЕННОГО БИКАРБОНАТА НАТРИЯ, ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КРИСТАЛЛОВ ПРОДУКЦИИ

Поскольку отсутствует надежная информация о влиянии гидродинамических факторов на количество, скорость образования NaHCO_3 , финальное распределение частиц NaHCO_3 по размерам и массе, в работе рассматриваются вопросы влияния данных факторов при варьировании типов тарелок внутри карбонизационной колонны, их комбинации и расстояния между ними. Изменения внутреннего конструктивного оформления проводились на образце действующей промышленной колонны. Полученные результаты могут быть использованы при модернизации содовых производств, с целью повышения производительности карбонизационных колонн и улучшения качества продукции.

Ключевые слова: производство соды, раствор, карбонизационная колонна, гидродинамические факторы, контактный элемент, степень пересыщения.

Введение. Массообменные процессы абсорбции газа жидкими растворами, сопровождаемые физико-химическими превращениями в жидкости с образованием и кристаллизацией новой твердой фазы достаточно широко распространены в химической и перерабатывающей промышленности. Такого типа процессы относят к совмещенным реакционно-массообменным процессам – направлено организованным совмещенным процессам [1].

Организация подавляющего большинства указанных совмещенных процессов базируется на чисто эмпирическом подходе. Для примера можно привести организацию основного процесса в производстве очищенного бикарбоната натрия, сущность которого заключается в протекании последовательно-параллельно процессов абсорбции углекислого газа растворами Na_2CO_3 , физико-химическими превращениями с образованием NaHCO_3 в растворе, пересыщения и кристаллизации твердой фазы NaHCO_3 [2,3]. Основным аппаратом (реактором), в котором реализуется процесс, является карбонизационная колонна, работающая под заливом. По высоте колонны выделены зоны абсорбции, пересыщения, кристаллизации.

В известных публикациях [2-5] по исследованию процессов в содовом производстве приводятся ограниченные данные, которые раскрывали бы механизмы интенсификации процессов, протекающих в аппаратах и их взаимного влияния друг на друга, отсутствуют достоверные данные по кинетике процессов и влиянию на кинетику гидродинамических факторов, до конца не ясен механизм химических превращений, не проведен комплексный анализ гидродинамики, энергетического распределения в системе и характеристик газовой фазы, их влияния на кинетику процессов абсорбции и кристаллизации.

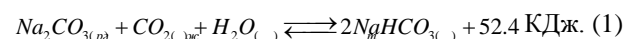
В связи этим исследования, направленные на выяснение особенностей протекания направленно-организованных совмещенных процессов и разработку специфических технологических приемов, основанных на методах интенсивного энергетического воздействия на обрабатываемую среду, с целью ин-

тенсификации химико-технологического процесса являются актуальными. Приведенные в данной статье результаты исследований выполнены для процесса производства очищенного бикарбоната натрия.

Анализ литературных данных и постановка проблемы. Производство очищенного бикарбоната натрия тесно связано с содовым производством, так как в качестве сырья для получения NaHCO_3 применяют кальцинированную соду, или сырой бикарбонат, и диоксид углерода известковых печей. Поэтому цехи для получения очищенного бикарбоната натрия находятся на содовых заводах.

Бикарбонат натрия представляет собой кристаллический порошок белого цвета со средним размером кристаллов 0.05 – 0.2 мм. Его молекулярная масса 84.01, плотность 2200 кг/м³, насыпная плотность 0.9 г/см³. Теплота растворения бикарбоната натрия 205 КДж (48.8 Ккал) на 1 кг NaHCO_3 , теплоемкость 1.05 КДж/кг·К (0.249 Ккал/кг·°С). Содержание основного вещества (NaHCO_3) 99-99.5 %.

Наиболее распространенный способ очистки солей от примесей – перекристаллизация их из растворов. Бикарбонат натрия плохо растворим в воде, а кроме того, термически неустойчив. Поэтому в промышленных масштабах очищенный бикарбонат натрия получают методом карбонизации содового раствора согласно реакции [2-7]:



Применение метода карбонизации позволяет значительно сократить объем жидкости, необходимый для получения единицы продукта, так растворимость соды в несколько раз выше растворимости NaHCO_3 .

Полученный "мокрым" или "сухим" способом содовый раствор подвергают карбонизации для выделения из него NaHCO_3 в твердую фазу по уравнению (1). Как и при поглощении CO_2 аммонизированным

© М. И. Васильев, И. В. Питак, В. П. Шапоров,

О. Я. Питак. 2015