

**ВЕСТНИК**  
**НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО**  
**УНИВЕРСИТЕТА "ХПИ"**

Сборник научных трудов  
Тематический выпуск "Новые решения в современных  
технологиях"

**12'2008**

Издание основано Национальным техническим университетом «ХПИ» в 2001  
году

Госиздание

Свидетельство Госкомитета по информационной политике

Украины КВ №5256 от 02.07.2001 г

---

**КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ**

**Председатель**

Л.Л.Товажнянский, д-р техн.наук, проф.

**Зам. председателя**

А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.

Е.И. Сокол, д-р техн. наук, проф.

**Секретарь координационного совета**

К.А.Горбунов, канд. техн. наук, доцент

Е.Е. Александров, д-р техн. наук, проф.

Б.Т. Бойко, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Годлевский, д-р техн. наук, проф.

АИ. Грабченко, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Д. Дмитриенко, д-р техн. наук, проф.

П.А. Качанов, д-р техн наук, проф.

А.Ф. Кириченко, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

В.И. Кравченко, д-р техн. наук, проф.

В.А. Лозовой, д-р техн. наук, проф.

О.К.Морачковский, д-р техн наук, проф.

П.Г. Перерва, д-р энон. наук. проф.

Н.И. Погорелов, д-р техн. наук, проф.

М.И. Рыщенко, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.

В.П. Себко, д-р техн. наук. проф.

В.И. Таран, д-р техн. наук, проф.

Ю.В. Тимофеев, д-р техн. наук, проф.

А Ф. Шеховцов, д-р техн. наук, проф

Е.И. Юносова. д-р фил. наук, проф.

---

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**Ответственный редактор**

Е.И. Сокол, д-р техн .наук, проф.

**Ответственный секретарь**

О.В. Саввова, канд. техн. наук

Г.И. Львов, д-р техн. наук, проф.

А.С. Куценко, д-р техн. наук, проф.

И.В. Кононенко, д-р техн. наук, проф.

Л.Г. Раскин, д-р техн. наук, проф.

В.Я. Заруба, д-р техн. наук, проф.

В.Я. Терзиян, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Узунян, д-р техн. наук, проф.

Б.А. Перепелица, д-р техн. наук, проф.

Л.Л. Брагина, д-р техн. наук, проф.

В.И. Шустиков, д-р техн. наук, проф.

В.И. Тошинский, д-р техн. наук, проф.

Р.Д. Сытник, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

Б.В. Клименко, д-р техн. наук, проф.

Г.Г. Жемеров, д-р техн. наук, проф.

В.Т. Долбня, д-р техн. наук, проф.

Н.Н. Александров, д-р техн. наук,

проф.

П.Г. Перерва, д-р энон. наук, проф.

Н.И. Погорелов, д-р энон. наук, проф.

**АДРЕС РЕДКОЛЛЕГИИ**

61002, Харьков, ул. Фрунзе. 21 НТУ  
«ХПИ», СМУС Тел. (057) 707-60-40

Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць.  
Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях.- Харків: НТУ „ХПІ-2008.  
-№12. - 100с.

В сборнике представлены теоретические и практические результаты научных исследований и разработок, которые выполнены преподавателями высшей школы, аспирантами, научными сотрудниками, специалистами различных организаций и предприятий

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, специалистов

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати наукових досліджень та розробок, що виконані викладачами вищої школи, аспірантами, науковими співробітниками, спеціалістами різних організацій та підприємств Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів, спеціалістів

Друкується за рішенням Вченої ради НТУ „ХПІ”, Протокол № 5 від 18.04.08

©Національний технічний університет „ХПІ” 2008

УДК 621.396.2

*С.В. ЛУБЕНЕЦ*, канд. техн. наук

## **СЕТИ И СТАНДАРТЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ В УКРАИНЕ**

В роботі проведено огляд і аналіз теперішнього стану в Україні сучасних систем мобільного зв'язку, які функціонують за технологіями GSM та CDMA. Розглянуто перспективи і напрями розвитку нових стандартів мобільного зв'язку 3-го покоління UMTS (WCDMA) та CDMA2000.

**Введение.** Быстрые темпы развития технологий мобильной голосовой связи и высокоскоростной беспроводной передачи данных заставляют многих специалистов задуматься о перспективах использования уже в ближайшем будущем новых стандартов и систем радиосвязи. При этом экспертам и техническим специалистам телекоммуникационных компаний, операторам связи и провайдерам услуг приходится решать сложные задачи безболезненного перехода к новым технологиям при выполнении условий преемственности и сосуществования с более старыми технологиями, их оптимального использования в интересах операторов и пользователей.

В связи с этим актуальным является обзор и анализ нынешнего состояния в мире вообще, и в Украине в частности, таких стандартов мобильной связи, как GSM, D-AMPS, CDMA [1], UMTS(WCDMA) [2], CDMA2000, WiMAX [3]. Однако, большинство аналитиков как правило акцентируют своё внимание преимущественно на одной из этих технологий, к которой они имеют наиболее близкое отношение. На наш взгляд, учитывая единство телекоммуникационного пространства Украины, более правильным является комплексный подход, когда перспективы каждой технологии рассматриваются в условиях её взаимосвязи и взаимозависимости с другими современными технологиями. Результаты комплексного анализа с учётом мнений и выводов ведущих украинских и зарубежных экспертов в области систем связи и передачи данных позволили бы спрогнозировать тенденции и дальнейшие направления развития стандартов и систем связи на их основе, а также наметить пути решения указанных выше проблемы применительно к украинским реалиям.

**Системы сотовой радиосвязи GSM-900/1800, D-AMPS.** Для работы систем мобильной связи в стандартах GSM-900/1800 выделены следующие диапазоны частот (приём/передача): (890-915)/(935-960) МГц для GSM-900 и (1710-1785)/(1805-1880) МГц для GSM-1800. В настоящее время услуги связи этих стандартов в Украине предоставляют пять операторов: ЗАО «Украинская мобильная связь» (УМС), ЗАО «Киевстар», СП «Астелит», ЗАО «Украинские радиосистемы» (УРС) и ООО «Голден Телеком». При этом сети компаний «Голден Телеком» и «Астелит» работают только в стандарте GSM-1800.

Лицензии на предоставление в Украине услуг мобильной связи в стандарте D-AMPS в диапазоне частот 800 МГц было выдано двум украинским операторам – ЗАО «Цифровая сотовая связь» (DCC) и СП "Украинская волна" (ТМ DGtel). При этом НКРС определила граничные сроки использования в Украине технологии D-AMPS до 2017 года.

Возможные направления совершенствования и дальнейшего развития сетей связи стандарта GSM в Украине, а также систем связи других стандартов, о которых речь пойдет ниже, приведены на рис. 1. Здесь же показаны перспективы дальнейшего развития беспроводной связи в Украине на основе систем беспроводной передачи данных и мобильной связи 4G WiMAX, а также их роль и место в общей структуре беспроводной связи в Украине.

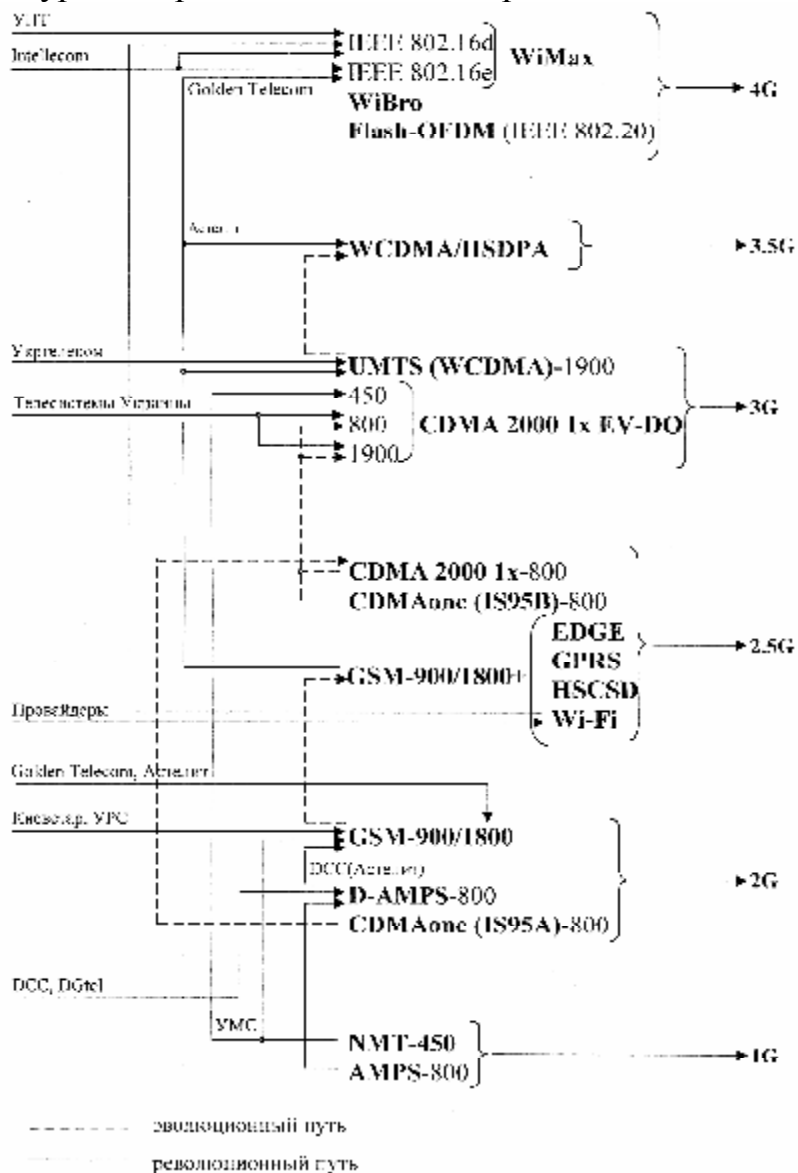


Рис. 1. Тенденции развития систем мобильной связи в Украине.

Как видно из рис. 1, общей тенденцией для всех без исключения действующих украинских операторов является их постепенный переход со стандарта GSM на более современные стандарты связи 3-го и 4-го поколений, такие как UMTS, CDMA 2000 и WiMAX. Рассмотрим более детально особенности внедрения, использования и развития систем связи этих стандартов в Украине.

**Системы сотовой радиосвязи CDMA-450/800/1900.** Используемые в Украине стандарты семейства CDMA предусматривают работу в следующих диапазонах частот: 420-490 МГц для CDMA-450 и (824-848)/(869-893) МГц для CDMA-800. Для предоставления услуг мобильной связи в стандарте CDMA диапазона 800° МГц в Украине было выдано всего пять лицензий следующим операторам: СП ООО "International Telecommunication Company" (ITC) (ТМ «CDMA-Украина», Киев); ООО «ТК «Велтон.Телеком»» (Харьков); «CST Инвест» (ТМ NewTone, Днепропетровск); ООО «Интертелеком» (Одесса); ЗАО «Телесистемы Украины» (ТМ «PeopleNet», Киев). Первые четыре оператора, имеющие лицензии лишь на предоставление услуг фиксированного абонентского радиодоступа (WLL) и работающие ранее в стандарте CDMA IS-95, выполнили постепенный перевод своих сетей на стандарт CDMA 2000-1х.

В разных источниках этот стандарт позиционируют как систему связи 2,5G, или как первую фазу мобильной связи 3-го поколения. В отличие от остальных операторов, ЗАО «Телесистемы Украины» предоставляет услуги мобильной связи 3-го поколения 3G в стандарте CDMA 2000 1xEV-DO, речь о котором пойдёт ниже. Выдачу другим CDMA-операторам лицензий на предоставление услуг мобильной связи, с дальнейшей организацией национального роуминга, сдерживает НКРС, объясняя это тем, что частоты диапазона 800 МГц определены лишь для стационарной связи. К тому же, одним из своих решением НКРС определила граничные сроки использования в Украине технологии CDMA в диапазоне 800 МГц до 2015 года. В будущем в этом частотном диапазоне планируется работа цифрового телевидения. И всё же Ассоциация операторов CDMA рассчитывает на то, что диапазон 800 МГц будет сохранен для развития стандарта CDMA в Украине.

Компания «Украинская мобильная связь» получила к настоящему времени пока единственную в Украине лицензию на диапазон частот 450 МГц, ранее отведённом под NMT-450. Это предоставило ей возможность оказывать услуги голосовой связи и передачи данных 3G по технологии CDMA-450.

Основное преимущество системы CDMA состоит в ее возможности плавного эволюционного перехода в том же частотном диапазоне и в той же рабочей полосе частот к сетям связи третьего поколения путём модернизации уже развёрнутых коммерческих сетей при незначительных капиталовложениях операторов, сохраняя значительную часть работающего оборудования и абонентскую базу. В других же системах сотовой связи переход к новому поколению стандартов основан на революционном вытеснении предыдущих систем и построении принципиально новых практически с нуля. Так стандарт GSM вытеснил NMT-450, а стандарт UMTS предусматривает постепенное вытеснение и замену GSM. На рис. 1 направления эволюционного перехода к новым стандартам связи показаны пунктирными линиями, а революционного перехода – сплошными.

Следует заметить, что для технологии GSM эволюционный путь развития тоже возможен путём дополнения её такими технологиями как Wi-Fi, GPRS и EDGE. Например, крупнейшие украинские операторы планируют дальнейшее расширение EDGE-покрытие на всё большую территорию страны, а саму эту технологию высокоскоростной передачи данных в GSM-сетях иногда условно обозначают как 2,75G.

Таким образом, можно предположить, что системы CDMA могут стать одним из основных направлений развития связи 3-го поколения в Украине при условии выделения частотного ресурса в диапазоне частот 1900 МГц и дальнейшего расширения услуг на базе технологии CDMA-450, которая может стать основной CDMA технологией в Украине в случае закрытия диапазона 800 МГц.

**Системы сотовой радиосвязи 3-го поколения UMTS (WCDMA) и CDMA 2000.** Одним из наиболее распространенных в настоящее время в Европе стандартов систем сотовой связи третьего поколения является стандарт UMTS [2], который предполагает постепенную миграцию от стандарта GSM к стандарту WCDMA. Стандарт UMTS работает в диапазонах частот 1935-1950 МГц, 2015-2020 МГц и 2125-2140 МГц. Предусмотрена также возможность его использования в других диапазонах.

ОАО «Укртелеком» первым в Украине получил лицензию и начал предоставлять услуги мобильной связи в диапазоне частот 1,9-2,1 ГГц в этом стандарте, обеспечивая роуминг с сетью GSM оператора «Украинские радиосистемы». Согласно представленному общественности бизнес-плану ОАО «Укртелеком» по развитию сети мобильной связи третьего поколения, к 2010 году его сеть охватит территорию Украины, на которой проживает более 70% населения.

На получение остальных трёх UMTS-лицензий в диапазоне частот 2,1-2,2 ГГц претендуют четыре оператора, это – «Украинская мобильная связь», «Киевстар», «Астелит» и «Украинские радиосистемы». Некоторые из перечисленных GSM-операторов проводят тестовые испытания своих сетей. При этом «Астелит» планирует внедрение более скоростного стандарта UMTS/HSDPA, который позиционируется как стандарт поколения 3,5G (см. рис. 1).

Ещё одним стандартом, претендующим на роль лидера среди 3G стандартов в Украине, является стандарт CDMA 2000 1xEV-DO. Этот стандарт получил распространение в Японии, Юго-Восточной Азии и Северной Америке, и является одной из модификаций стандарта CDMA 2000. Оборудование этого стандарта может работать в диапазонах частот 450, 850, 1700, 1900 (1900-1920 МГц и 1980-2000 МГц), 2100 МГц. Как было указано выше, компания «Украинская мобильная связь» получила лицензию, позволяющую ей оказывать услуги фиксированной и мобильной связи 3G по технологии CDMA-450 с использованием именно стандарта CDMA 2000 1xEV-DO версии Rev A в освобожденном частотном ресурсе после закрытия в 2006 г. стандарта NMT-450. Первоначально предполагается использовать CDMA-450 только для скоростной передачи данных на ноутбуки и стационарные ПК с ориентацией на бизнес-пользователей в городах-миллионниках. Предполагается использование 3, 4 и 5-го каналов, тогда как под CDMA-450 всего отведено 7 каналов, ещё полностью не распределенных.

Другие CDMA-операторы могут получить аналогичные лицензии только в случае проведения конверсии, или же попытаются перейти в диапазон частот 1900 МГц, лицензии на который НКРС начала выдавать пока только под технологию UMTS. Таким образом можно утверждать, что возникшая на данный момент ситуация с распределением частотного ресурса ослабила конкурентное преимущество операторов CDMA-800.

Ещё одним 3G-оператором, который первым в Украине начал предоставлять услуги мобильной связи 3G, является оператор «Телесистемы Украины» (ТМ

«PeopleNet»). Этот оператор вышел на рынок в начале 2007 года, сделав ставку на высокоскоростной мобильный доступ в Интернет с использованием технологии CDMA 2000 1xEV-DO Rev. 0 в диапазоне частот 800 МГц. В сентябре 2007 г. «Телесистемы Украины» начали предоставлять своим абонентам услугу мобильного ТВ, осуществляя трансляцию ТВ-каналов через Интернет.

И всё же, несмотря на начало процесса получения лицензий и развёртывания в Украине сетей связи в стандартах UMTS и CDMA 2000 1xEV-DO, остаётся масса открытых вопросов по совместному сосуществованию этих сетей и по их взаимодействию с сетями стандарта CDMA 2000-1x (2,5G), а также с будущими сетями стандартов UMTS/HSDPA (3,5G) и IEEE 802.16e (4G). Мнения экспертов здесь кардинально различаются: от равноценного сосуществования до предположений о том, что в массовом использовании может остаться только одна из этих технологий. Существуют также предположения, что 3G-сети будут специализироваться на предоставлении услуг связи и передачи данных исключительно в крупных населённых пунктах.

Всего в мире на начало 2007 г. запущено в эксплуатацию около 200 сетей 3G. При этом 73% относятся к стандарту UMTS (преимущественно Европейский регион), из них 96 сетей поддерживают технологию HSDPA. Остальные 27% (54 сети) поддерживают стандарт CDMA 2000 1xEV-DO (преимущественно Азиатско-Тихоокеанский регион). Прогнозируется, что к 2010 г. это процентная дистанция увеличится как 84% к 16%.

Внедрение систем связи стандарта UMTS представляет собой революционный путь перехода к системам третьего поколения и предполагает использование принципиально нового оборудования с построением новых сетей связи практически с нуля. В результате этого существующие операторы сотовой связи неохотно идут на внедрение UMTS-сетей из-за необходимости больших капиталовложений при неочевидных перспективах возврата инвестиций. Поэтому можно предположить, что глобального вытеснения старых технологий системами 3G пока не предвидится. Вероятно, окончательному их внедрению будет предшествовать продолжительный период совместного существования с системами 2-го поколения.

**Выводы.** Внедрение в Украине новых технологий мобильной связи UMTS(WCDMA) и CDMA2000 предоставит пользователям возможность как высокоскоростной мобильной передачи данных, так и мобильной голосовой связи с широким набором новых сервисных услуг. Основными препятствиями на пути внедрения новых стандартов в Украине являются: состояние частотного ресурса, вопросы сертификации нового оборудования, потребности в значительных капиталовложениях, проблемы совместного сосуществования стандартов и систем мобильной связи разных поколений.

**Список литературы:** 1. Томаси У. Электронные системы связи. М.: Техносфера, 2007. – 1360 с. 2. Горностаев Ю.М. Перспективные рынки мобильной связи. М.: МЦНТИ, ООО «Мобильные коммуникации», 2000. – 213 с. 3. Лубенец С.В. Перспективы и проблемы развития систем беспроводной передачи данных в Украине // Вісник Національного технічного університету „ХПІ”. Зб. наук. пр. Темат. випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2007. – №30. – с. 13-18.

*Поступила в редколлегию 16.04.08*

*М.А. СТОЛЯРЕНКО*, канд. техн. наук

## **ПРОБЛЕМЫ СХОДИМОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

У статті розглянуті проблеми навчання штучних нейронних мереж методом зворотного розповсюдження помилки. Проведений аналіз та порівняння різновидів методу та виявлені основні проблеми збіжності. Запропонована методика визначення початкових значень вагових коефіцієнтів, що поліпшує швидкість збігу процедури навчання.

*Постановка проблеми.* В современной практике искусственных нейронных сетей большую популярность завоевали сети прямого распространения с одним скрытым слоем, обучаемые методом обратного распространения ошибки. Этот метод был предложен в 1986 г. Руммельхартом, Хинтоном и Вильямсом [1], и на сегодняшний день является одним из самых популярных для обучения сетей данного типа.

Рассматриваемый метод имеет два существенных недостатка. Первый заключается в низкой скорости сходимости метода и соответственно, большие вычислительные и временные затраты. Вторым недостатком является возможность возникновения «паралича сети» - невозможности обучения сети при определенных начальных условиях [2].

*Анализ последних достижений.* Классически метод обратного распространения ошибки реализован с помощью градиентного алгоритма наискорейшего спуска. Данная методика имеет линейную скорость сходимости, а также резкое замедление процесса в окрестности точки оптимального решения, что делает алгоритм малоэффективным. Более эффективными методами настройки весов многослойной сети являются квазиньютоновские алгоритмы, такие как Бройдлени-Флетчера-Гольдфарба-Шено, Девидона-Флетчера-Пауэла и др. При большом числе настраиваемых весов (десятки тысяч и более) хорошо зарекомендовал себя алгоритм сопряженных градиентов, хотя при меньшей размерности он уступает квазиньютоновским методам [3]. Однако нет строгого доказательства сходимости всех этих методов и для увеличения вероятности нахождения глобального экстремума необходимо проводить обучение несколько раз с разными начальными весами нейронов.

*Цель статьи.* Произвести анализ метода обратного распространения ошибки и предложить методы улучшения сходимости.

*Основной материал.* На основе анализа метода было установлено, что обучение производится с помощью градиентного алгоритма поиска минимума функционала ошибки нейронной сети. Т.к. в прикладных задачах функционал ошибки является многоэкстремальной функцией, то применяющийся в большинстве случаев случайный выбор начальных значений весовых коэффициентов нейросети приводит к тому, что метод обратного распространения ошибки может остановиться



в локальном минимуме, не обеспечив необходимой точности прогноза. Таким образом, актуальной задачей является начальный выбор весовых коэффициентов нейронной сети.

Как известно, взвешенная сумма классического нейрона представляет собой скалярное произведение вектора входов нейрона и вектора весовых коэффициентов:

$$d = w_0 + w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + \dots + w_n \cdot x_n = (\vec{w}, \vec{x}^*), \quad (1)$$

где  $\vec{w}$  - вектор весовых коэффициентов  $\vec{x}^*$  - вектор входов нейрона, в котором  $x_0=1$ :

$$\vec{x}^* = (1, x_1, \dots, x_n). \quad (2)$$

Т.к. скалярное произведение принимает максимальное значение при условии коллинеарности векторов, то максимальное значение взвешенной суммы (1) будет достигаться при условии (3):

$$\vec{w} = k \cdot \vec{x}^*, k > 0, \quad (3)$$

а минимальное при:

$$\vec{w} = -k \cdot \vec{x}^*, k > 0. \quad (4)$$

В силу того, что сигмоидальная активационная функция нейрона является строго монотонно возрастающей, то максимальное (минимальное) значение на выходе нейрона возникнет в случаях достижения соответствующего экстремума взвешенной суммы.

В задачах классификации и распознавания, где достаточно широко применяется данный метод, выход сети может иметь несколько фиксированных значений (чаще всего два), соответствующих распознаваемым классам. Как правило, значение выхода нейронной сети, соответствующего одному из них, принимается близким к 1 (максимально возможному значению в случае сигмоидальной функции активации), а второму – к 0 (минимально возможному). В этом случае выходы нейронов обученной нейронной сети принимают свои экстремальные значения при условии подачи на их входы векторов, соответствующих объектам рассматриваемых классов.

В предположении разделимости исследуемых классов максимальные и минимальные значения выходов нейронов должны приниматься в центрах соответствующих областей. В общем случае центры (масс) объектов класса могут находиться за его пределами, поэтому необходимо рассматривать только линейно разделимые области.

Таким образом, целесообразно начальные значения весовых коэффициентов задавать близкими к координатам экстремума выхода нейрона. Наибольшую эффективность показал прием выбора в качестве начальных значений координат центров масс линейно разделимых областей нейронов, соответствующих уровню логической единицы на выходе нейросети:

$$w_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{ij}, \quad (5)$$

где  $x_{ij}$  – значение  $i$ -го входа  $j$ -го элемента выборки,  $m$  – количество выборок обучающей последовательности.

Проведенное численное исследование подтвердило предлагаемую методику. Была произведена серия обучений нейронной сети с одним скрытым слоем методом обратного распространения ошибки (градиентным методом с постоянным шагом). В первом случае начальные значения весовых коэффициентов были заданы случайным образом. В этом случае среднее количество итераций в серии из 100 обучений составило 11979. Во втором случае при прочих равных условиях начальные значения весовых коэффициентов скрытого слоя были приняты как координаты центров масс линейно разделимых областей нейронов. Количество итераций при этом составило 7223, что на 35% лучше первого случая.

*Выводы.* Предлагаемая методика выбора начальных значений весовых коэффициентов позволяет улучшить сходимость метода обратного распространения ошибки и уменьшить вероятность возникновения «паралича» сети.

**Список литературы:** 1. Rumelhart D.E., G.E. Hinton and R.J. Williams. "Learning internal representations by error propagation", in D.E. Rumelhart and J.L. McClelland, eds., vol 1, Chapter 8, Cambridge, MA: MIT Press, 1986. 2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. – М: Вильямс, 2006. – 1104 с. 3. Усаков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2004. – 143 с.

*Поступила в редколлегию 07.04.2008*

**УДК 621.396.98**

***В.И. БАРЫШЕВ, А.В. МАЗУРЕНКО, В.В. ПЕЧЕНИН***

## **МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ОДНОКАНАЛЬНОГО ФИЛЬТРА ДОПЛЕРОВСКОЙ ЧАСТОТЫ**

В статті запропонована і досліджується методика оцінки завадостійкості одноканального фільтра доплерівської частоти, реалізованого на електромагнітній лінії затримки. Основою методики є використання цифрового еквівалента аналогової структури фільтра, що дозволяє підбирати параметри фільтра за заданою завадостійкістю та величиною розлагодження. Наведено приклад оцінки завадостійкості доплерівського фільтра одержаної моделюванням на ЕОМ.

### **Введение**

Вопросам разработки резонансных фильтров доплеровской частоты (ФДЧ), повышению их помехоустойчивости, методам расчета, способам уменьшения полосы пропускания, улучшению стабильности работы фильтров при расширении полосы обработки сигнала посвящено достаточное количество работ [1-3]. Особое внимание уделяется разработке многоканальных ФДЧ, в которых применяются резонансные индуктивно-емкостные элементы. При этом возникает ряд труднопреодолимых ограничений, а именно, использование неоправданно большого количества каналов, усложнение их практической реализации, ухудшение стабильности положения и формы частотной характеристики отдельного фильтрующего канала и т.д.

В работе [4] рассмотрено одно из возможных направлений, обеспечивающих преодоление некоторых из указанных выше препятствий. Сущность данного направления будет рассмотрена ниже.

При практической реализации синтезированных на эвристическом уровне одноканальных ФДЧ возникает необходимость оперативной оценки уровня их помехоустойчивости при изменении параметров фильтра; параметров доплеровского сигнала и мощности помехи.

Цель выполненных в работе исследований состояла в разработке методики оценки помехоустойчивости одноканального ФДЧ [4] по его цифровому эквиваленту, который полностью реализуется на широко применяемой в настоящее время универсальной вычислительной технике. Применение такой методики позволяет оценить количественные параметры помехоустойчивости ФДЧ и принять решение о технических возможностях и целесообразности практической реализации фильтра в структуре доплеровской радиотехнической системы.

### Синтез и исследование цифрового одноканального фильтра доплеровской частоты

Синтезируем структурно-физическую и математическую модели цифрового эквивалента одноканального ФДЧ на ЛЗ, воспользовавшись результатами, изложенными в [4]. Вариант структурно-физической модели ФДЧ на линии задержки (ЛЗ) представлен на рис. 1.

Амплитудно-частотная характеристика такого ФДЧ с учетом формирующего фильтра:

$$K'(f) = K(f)_{\phi\phi} \left[ e^{-j2pf\frac{T}{2}} + g(1 + e^{-j2pfT}) \right], \quad (1)$$

где  $T$  – время задержки ЛЗ;  $K(f)_{\phi\phi}$  – АЧХ формирующего фильтра с полосой пропускания  $\Delta f$  и гауссовской огибающей вида:

$$K(f)_{\phi\phi} = K_0 e^{-2p\left(\frac{f-f_0}{\Delta f}\right)^2}, \quad (2)$$

где  $K_0$  – коэффициент передачи формирующего фильтра;  $f_0$  – резонансная частота формирующего фильтра.

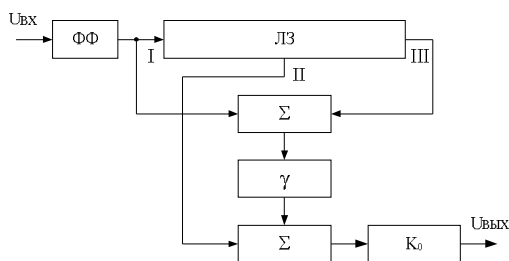


Рис. 1. Структурно-физическая модель ФДЧ:

$\Sigma$  – сумматор;  $\gamma$  – линейный усилитель с коэффициентом усиления  $\gamma$ ;  $K_0$  – выходной усилитель с коэффициентом усиления  $K_0$ .

Аналоговый фильтр на линии задержки может быть заменен цифровым эквивалентом – цифровым фильтром (ЦФ). Структурно-физическая модель цифрового фильтра доплеровской частоты приведена на рис. 2.

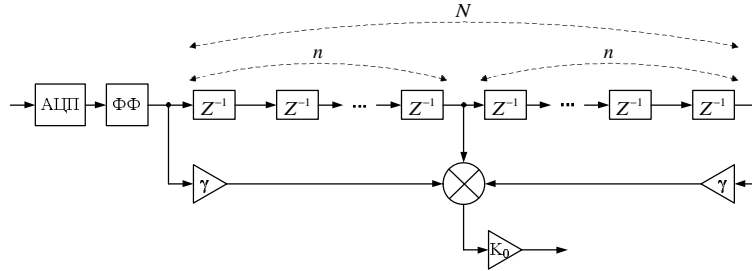


Рис. 2. Структурная схема цифрового ФДЧ

На рис.2.:  $Z^{-1}$  – элемент задержки отсчета сигнала на  $\Delta t_\delta$  ( $\Delta t_\delta$  – период дискретизации сигнала);  $N = 2n$  – количество элементов задержки цифрового фильтра. Здесь, как и прежде, формирующий фильтр имеет АЧХ с гауссовской огибающей

$$K(mdf)_{\phi\phi} = K_0 e^{-2p \left( \frac{mdf - f_0}{\Delta f} \right)^2}, \quad (3)$$

где  $df$  – дискретность отсчета частоты;  $m$  – номер текущего частотного отсчета.

Для аналогового ФДЧ на ЛЗ должны выполняться условия [4]:

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{1}{2f_\phi} \\ f_\phi &= f_0 - \Delta f_\phi \end{aligned} \right\}. \quad (4)$$

Величина  $f_\phi$  определяется параметрами линии задержки и выбирается вблизи резонансной частоты формирующего фильтра таким образом, чтобы абсолютная расстройка  $\Delta f_\phi$  ФДЧ относительно  $f_0$  удовлетворяла условию:

$$\Delta f_\phi \leq \Delta f \quad (5)$$

Порядок цифрового ФДЧ зависит от соотношения требуемого времени задержки фильтра и интервала дискретизации сигнала. Исходя из соотношений времен задержки для аналогового фильтра-прототипа (время задержки между отводами I и II, а также отводами II и III ЛЗ равно  $t_{I-II} = t_{II-III} = \frac{T}{2}$ ) очевидно, что  $N$  должно быть величиной четной:

$$N = 2n = V \left( \frac{T}{\Delta t_\delta} \right) = V \left( \frac{1}{2f_\phi \Delta t_\delta} \right) = V \left( \frac{f_\delta}{2f_\phi} \right) = V \left( \frac{f_\delta}{2[f_0 - \Delta f]} \right), \quad (6)$$

где  $V(\bullet)$  – оператор определения ближайшего четного.

Используя цифровой фильтр, исследуем влияние параметров ФДЧ на мощность выходных шумов. Исходными данными будем считать следующие параметры:

- резонансная частота ФФ – 465 кГц;
- полоса пропускания ФФ –  $\Delta f = 10$  кГц;
- форма резонансной кривой ФФ – гауссовская;
- входной сигнал нормальный «белый» шум (НБШ).

НБШ представляет собой последовательность дельта коррелированных отсчетов  $n(kt) \rightarrow N(0, \sigma_n^2)$ ,  $\langle n(kt) \cdot n(lt) \rangle = \sigma_n^2 \cdot \delta(kt, lt)$  с дисперсией  $\sigma_n^2$ .

При воздействии на входе ФДЧ с гауссовской частотной характеристикой ФФ отсчетов НБШ  $N(0,1)$  на выходе последнего имеют место квазигармонические колебания. Спектр такого сигнала показан на рис. 3.

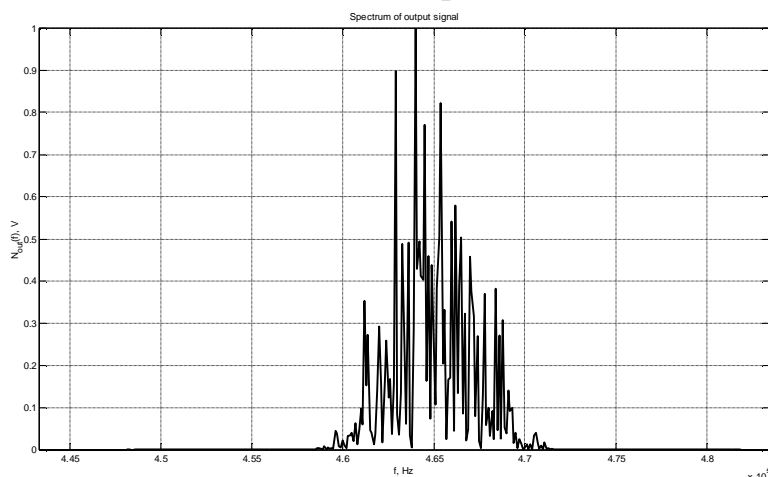


Рис. 3. Спектр сигнала на выходе формирующего фильтра

Изменяя параметры настройки ФФ и величину  $\sigma_n^2$  можно регулировать мощность шума, поступающего на вход цифровой части ФДЧ. Основной количественной характеристикой мощности выходного шума является его спектральная плотность  $G_\Gamma(f)$ , где индекс «Г» соответствует гауссовской аппроксимации амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) формирующего фильтра.

В соответствии с результатами, полученными в [4] выходное значение  $G_\Gamma(f)$  вычисляется по формуле

$$G'_\Gamma(f) = G_0 K_0^2 \exp \left\{ -2p \left( \frac{f - f_0}{\Delta f} \right)^2 \right\} \left[ 1 + 2g_\Gamma \cos 2p f \frac{T}{2} \right]^2, \quad (7)$$

где  $G_0$  – спектральная плотность входного НБШ.

Величина мощности входных шумов рассчитывается по формуле  $S^2 = K_0 G_0 \Delta f_{эф}$ . Из анализа выражения (7) следует, что мощность выходных шумов может регулироваться выбором величин  $g_\Gamma$  и  $\Delta f_{эф\phi} = \Delta f$ .

Амплитудно-частотная характеристика цифровой части ФДЧ при выбранных параметрах  $f_0$ ,  $\Delta f$  и  $g_\Gamma$  приведена на рис. 4.

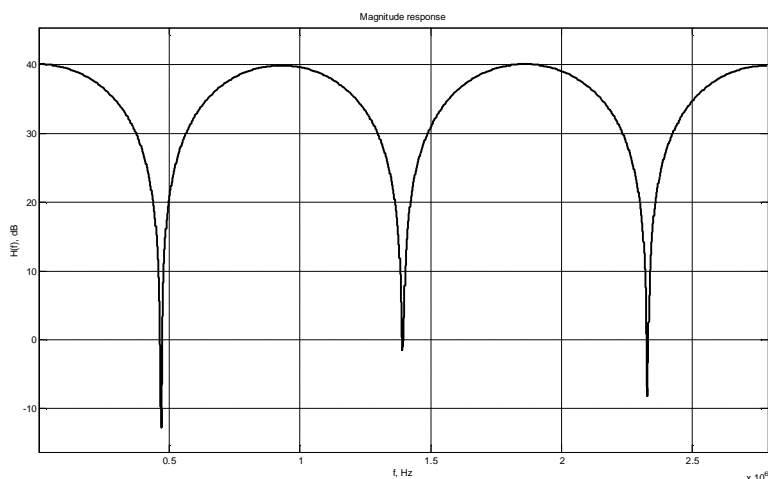


Рис. 4. АЧХ цифрового ФДЧ

На рис. 5 приведена суммарная АЧХ исследуемого ФДЧ (3), а также АЧХ цифровой части ФДЧ (2) и АЧХ формирующего фильтра (1). Регулировка положения максимума и ширина полосы пропускания ФДЧ в области наблюдения ожидаемого доплеровского сигнала (левее частоты настройки ФФ – 465 кГц) осуществляется выбором отношения  $\frac{\Delta f_\phi}{\Delta f}$ . В частности с увеличением этого отношения наблюдается сужение полосы АЧХ и перемещения ее максимума в область более низких частот.

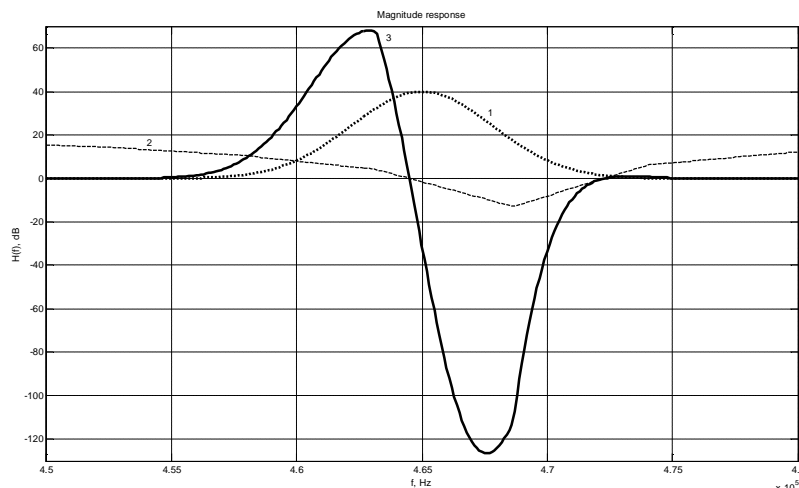


Рис. 5. Суммарная АЧХ исследуемого фильтра (3), АЧХ цифровой части ФДЧ (2) и АЧХ формирующего фильтра (1)

Следует отметить, что результаты, полученные для цифрового прототипа ФДЧ, полностью согласуются с результатами исследований для аналогового ФДЧ на ЛЗ [4].

### Результаты оценки помехоустойчивости цифрового ФДЧ

Фильтруемый сигнал представляет собой аддитивную смесь радиоимпульса с прямоугольной огибающей:

$$s(kt) = \begin{cases} U_0 \sin(2\pi f_c kt + \varphi_0), & |t| \leq \frac{\tau_u}{2} \\ 0, & |t| > \frac{\tau_u}{2} \end{cases}, \quad (8)$$

где  $U_0$  – амплитуда сигнала;  $f_c$  – частота сигнала;  $\varphi_0$  – начальная фаза;  $\tau_u$  – длительность импульса,

и нормального «белого» шума (НБШ):

$$u(kt) = s(kt) + n(kt). \quad (9)$$

Параметры моделирования: частота гармонического сигнала  $f_c = 462$  кГц, длительность импульса  $\tau_u = 0,001 \dots 1$  мс, амплитуда сигнала  $U_0 = 1B$ , частота настройки формирующего фильтра  $f_0 = 465$  кГц, полоса пропускания ФФ  $\Delta f = 10$  кГц, частота дискретизации  $f_\delta = 5,544$  МГц.

Приведенные ниже графики получены для случая, когда частота сигнала расстроена относительно центральной частоты настройки формирующего фильтра, но согласована с параметрами ФДЧ:  $f_c = f_\phi$ ,  $\Delta f_c = \Delta f_\phi$ .

Для точной настройки цифрового ФДЧ на частоту сигнала, частота дискретизации выбрана исходя из соотношения  $f_d = 12f_c$ . Отсюда, согласно (4),  $N = 6$ .

Зависимость отношения сигнал/шум на выходе ФДЧ от относительной расстройки сигнала  $\frac{\Delta f_c}{\Delta f}$  при некоторых значениях параметра фильтра  $\frac{\Delta f_\phi}{\Delta f}$  приведена на рис. 6.

Для сравнения на рис. 7 приведены графики выходного соотношения сигнал/шум: штриховыми линиями изображены кривые, соответствующие отношению сигнал/шум на выходе формирующего фильтра без подключения ФДЧ, сплошными – с подключением ФДЧ.

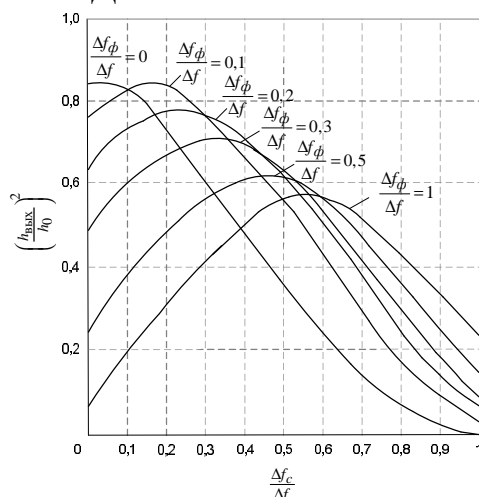


Рис. 6. Графики зависимости отношения сигнал/шум от относительной расстройки сигнала

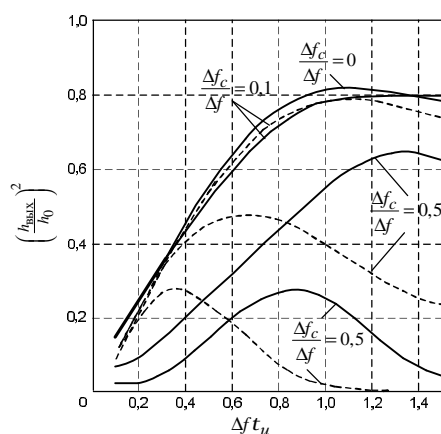


Рис. 7. Графики выходного отношения сигнал/шум для некоторых значений расстройки сигнала

### Заключение.

В работе предложена эффективная методика оценки помехоустойчивости одноканальных доплеровских фильтров радиотехнических систем слежения за движением объектов. Приведены конкретные примеры расчета помехоустойчивости ФДЧ при заданных параметрах фильтра, доплеровского сигнала и статистических характеристиках помехи.

В основу методики исследований заложена замена аналоговой структуры ФДЧ цифровым эквивалентом.

Полученные в работе результаты могут быть использованы при модернизации существующих и вновь разрабатываемых радиотехнических систем и комплексов, предназначенных для измерения параметров движения объектов различного назначения.

**Список литературы:** 1. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. – М.: Радио и связь, 1984. 2. Ван Трис Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции в 3-х томах: Пер. с англ. – М.: Сов. Радио, 1972 – 1977. Т. 1: Теория обнаружения, оценок и линейной модуляции. Под ред. В.И. Тихонова, 1972. 3. Меркулов В.И., Перов А.И. и др. Радиолокационные измерители дальности и скорости. Т. 1. М.: Радио и связь, 1999. 4. Барышев В.И., Печенин В.В., Горбуненко О.А. Анализ помехоустойчивости доплеровского фильтра, реализованного на линии задержки и резонансном усилителе. “Вісник Національного технічного університету «ХПІ»”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ» – 2007. – №11 – с. 7–14.

*Поступила в редколлегию 13.04.2008*

УДК 681.32

**Е. С. ПАРНЯКОВ**, д-р техн. наук, **О. С. КУЗЬМЕНКО**

## **ДИНАМИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ ВХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ С БАЗОЙ ЗНАНИЙ**

В статті розглядаються основні аспекти вимірювання та аналізу динаміки вхідної інформації в системі з базою знань. Оцінка руху інформаційних потоків дозволяє виявити відхилення вихідної інформації від бажаної і на основі отриманих даних визначають які з потоків системи є домінуючими: переміщення потоків інформації, швидкість збільшення їх об'ємів чи оновлення інформації. Це дозволяє підвищити продуктивність системи і скоректувати вхідну і вихідну інформацію.

Введение. Представленная система сочетает по структурному построению одновременно используемые блоки как автоматического и программного управления, так и блоки интеллектуальных систем [4]. Поэтому современную интеллектуальную систему управления можно считать сложной системой, которая обладает большим набором важных для ее структурных звеньев характеристик и параметров. Каждая из них, представленная для определенного класса, может иметь множество значений указанных особенностей. Составить полный перечень структурных звеньев, имеющих значение для оценки современных интеллектуальных систем, практически невозможно. Но самое важное и объединяющее все интеллектуальные системы – это информационные ресурсы (знания). Объем информационных ресурсов указанных систем изменяется в очень широком диапазоне – от сотен килобайтов в персональных базах данных до десятков петабайтов в очень больших базах данных.

Анализ информационных потоков осуществляется с целью:

- обеспечить рациональную организацию данных и знаний интеллектуальных систем;
- повысить интенсивность информационных потоков [3].



Цель статьи. Измерение и анализ динамики входной информации системы с базой знаний и использование полученных результатов для коррекции потоков поступающей информации.

Чем точнее и объективнее информация, находящаяся в распоряжении системы управления, чем полнее она отражает действительное состояние и взаимосвязи в объекте управления, тем обоснованнее поставленные цели и реальные меры, направленные на их достижение.

Как известно, основные требования к качеству информации и полученных на их основе знаний, являются следующие:

- своевременность;
- достоверность (с определенной вероятностью);
- достаточность;
- надежность (с определенной степенью риска);
- комплектность системы информации
- адресность;
- правовая корректность информации;
- многократность использования;
- высокая скорость сбора, обработки и передачи;
- возможность кодирования;
- актуальность информации [1, 3].

Для их оценки и при определении характеристик интеллектуальной системы управления исследуют движение информационных потоков, их интенсивность, устойчивость, алгоритмы преобразования информации и т.д.

Предложенная система дает возможность формировать информацию о рассогласовании, то есть отклонения полученной информации от желаемой, см. рис. 1. Скорость поступления информации, а также ее ускорение представляет динамические характеристики информационного потока.

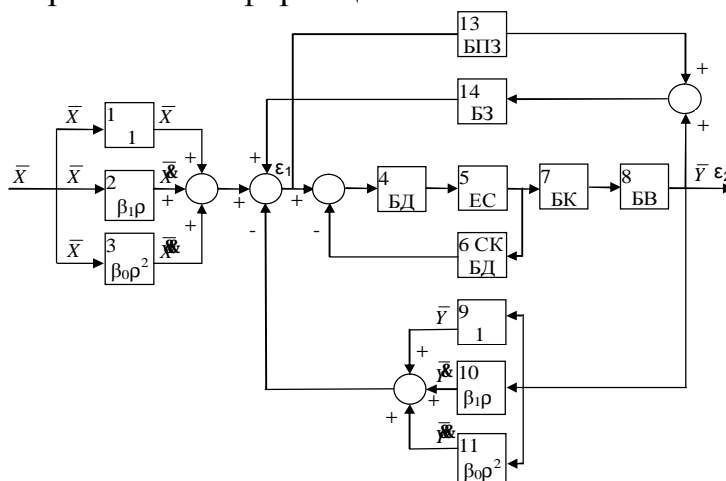


Рис. 1. Система реализации динамики прогнозных знаний

На рис. 1 представлены:

- 1 – усилитель с передаточным коэффициентом, равным 1;
- 2 – дифференцирующее звено с передаточным коэффициентом  $b_1p$ ;
- 3 – двойное дифференцирующее звено с передаточным коэффициентом  $b_0p^2$ ;

БД – база данных;

ЕС – экспертная система;

СКБД – система управления базой данных;

БК – блок управления;

БВ – исполнительный блок;

9 – блок съема выходной информации с передаточным коэффициентом, равным 1;

10 – блок измерения скорости перемещения выходной информации с передаточным коэффициентом  $b_{1p}$ ;

11 – блок ускорения выходной информации с передаточным коэффициентом  $b_0p^2$ ;

БЗ – база знаний;

БПЗ – блок прогнозных знаний;

$\bar{D}$  – объем входной информации (сигнала);

$\bar{\mathcal{D}}$  – изменение (приращение) входной информации;

$\bar{\mathcal{D}}$  – ускорение изменения входной информации;

$\bar{Y}$  – объем выходной информации;

$\bar{\mathcal{Y}}$  – изменение (приращение) выходной информации;

$\bar{\mathcal{Y}}$  – ускорение изменения выходной информации;

$e_1 = (b_0p^2 + b_{1p} + 1)\bar{X} - (b_0p + b_{1p} + 1)\bar{Y}$ ;

$e_2 = \bar{Y} - i$ ;

$\varepsilon_1$  – информация рассогласования;

$\varepsilon_2$  – отклонение от цели;

$i$  – желаемый сигнал (желаемая, целевая функция).

Таким образом, входная  $\bar{D}$  и выходная (обработанная)  $\bar{Y}$  информация системы разбивается на соответствующие составляющие ( $\bar{\mathcal{D}}$ ,  $\bar{\mathcal{D}}$ ,  $\bar{\mathcal{Y}}$ ,  $\bar{\mathcal{Y}}$ ) и анализируется. На основе полученных данных определяют, какие из них являются доминирующими: перемещение потоков информации ( $b_{1p}$ ), скорости увеличения их объемов или обновления информации ( $b_0p^2$ ).

Основными характеристиками представленной системы являются:

– емкость (максимальный объем проходящей информации) –  $V_s$ ;

– скорость прохождения информации в системе –  $V = \frac{1}{T_s}$ ;

– время в течении которого система занята обработкой информации  $T_s$ ;

– полоса частот, пропускаемая системой –  $F_s$ ;

– характеристика, показывающая превышение полезной информации (сигнала) над шумом –  $H_s = \frac{signal}{noise}$ ;

$V_s = T_s * F_s * H_s$  – обобщенная характеристика системы.

Максимально возможная скорость передачи информации в системе (пропускная способность системы) определяется по формуле:

$$C = V_{\max} = \frac{I_{\max}}{T_s} = \max \frac{1}{T_s} \{H(x) - H(x|y)\},$$

где,  $H(x)$  – энтропия системы;

$I_{\max}$  – количество информации в битах;

$H(x|_y)$  – условная энтропия, определяемая способностью системы пропускать сигнал и шумы.

Пропускная способность системы определяется максимальным количеством информации в битах, которую можно передать в единицу времени. Для того чтобы определить, на сколько скорость передачи информации близка к пропускной способности системы, вводится характеристика  $h = \frac{v}{c}$ . Пропускная способность системы определяется свойствами системы и не зависит от источника сигнала (информации)  $V_{\bar{n}} = T_{\bar{n}} * F_{\bar{n}} * H_{\bar{n}}$ , аналогично определяется объем сигнала. При прохождении информации через систему необходимым условием является то, чтобы объем информации был меньше объема системы.

Передача аналогового сигнала  $x(t)$  представляет собой непрерывную функцию от времени  $V_{\max} = Fx \log_2 \left( 1 + \frac{P_c}{P_s} \right)$ .

В представленной системе обрабатываемая информация является дискретной величиной, так как на входе она подвергается кодированию, а на выходе – декодированию. При переводе аналоговой информации в дискретную важна так называемая частота дискретизации  $\nu$ , определяющая период ( $T=1/\nu$ ) определения значения непрерывной величины. Чем выше частота дискретизации, тем точнее происходит перевод одного вида информации в другой. Но с ростом этой частоты растет и размер дискретных данных, получаемых при таком переводе, и, следовательно, сложность их обработки, хранения и передачи. Однако для повышения точности дискретизации необязательно безграничное увеличение ее частоты. Эту частоту разумно увеличивать только до предела, определяемого теоремой о выборках или законом Найквиста [2].

При передаче бинарных сигналов (1 и 0) условная (остаточная) энтропия рассчитывается как  $H(x|_y) = p_0 \log_2 p_0 + (1-p_0) \log_2 (1-p_0)$ , а скорость передачи информации –  $C = V[\log_2 p_0 + p_0 \log_2 p_0 + (1-p_0) \log_2 (1-p_0)]$ , где  $V$  – скорость передачи двоичного сигнала,  $p_0 = 0$  или  $1$  [2].

Таким образом, чтобы согласовать емкость системы с объемом информации, а пропускную способность системы со скоростью поступления информации в систему необходимо:  $V_s \gg V_c, T_s \gg T_c, F_s \gg F_c, H_s \gg H_c$ .

Именно анализ входной и выходной информации системы позволяет согласовать отмеченные выше параметры. При определении объеме информации, следует учитывать ее возможную избыточность или недостаток. Анализ  $\bar{\mathcal{E}}$  и  $\bar{\mathcal{K}}$  дает возможность определить, какая часть входной информации перерабатывается в полезную информацию и соответственно знания. При  $\bar{\mathcal{E}} \gg \bar{\mathcal{K}}$ , имеет место избыточность поступающей информации, в связи с чем, быстродействие системы снижается, а часть входной информации дублирует уже хранящиеся данные и знания или никогда не будет использована. Сравнение  $\bar{\mathcal{E}}$  и  $\bar{\mathcal{K}}$  показывает, насколько скорость обновления информации соответствует потребностям системы, для поддержания адекватного состояния модели предметной области и принятия необходимых решений. При низких значениях  $\bar{\mathcal{E}}$  и  $\bar{\mathcal{K}}$ , если речь идет о динамически изменяющихся областях, в системе имеет место недостаток новой информации и

знаний, що приводить до неточним прогнозам і рішенням приймаємих системою, і базуючихся на устаревшій інформації.

Висновки. Таким образом, так як система являється комбінованою системою, що містить з однієї сторони систему управління, а з іншої – систему передачі і обробки інформації (телекомунікаційну систему), розрахунок деяких її параметрів, таких як поведінка і показники якості, можна оцінити одночасно, як з точки автоматичного управління, так і з точки зору інформаційних систем.

**Список літератури:** 1. *Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н.* Інтелектуальні інформаційні системи. – М.: *Фінанси і статистика*, 2003. – 258 с. 2. *Лидовський В.В.* Теорія інформації. – М.: *Компанія Спутник+*, 2003. – 112 с. 3. Методи аналізу інформаційних потоків і структуризації предметної області. URL=<http://blog.freemaster.net.ua> 4. *Парняков Є.С., Кузьменко О.С.* «Система для формування прогнозних знань засобами штучного інтелекту», патент UA 1880 G06G 7/60, 15.11.2006.

*Поступила в редколлегию 21.04.2008*

**УДК 656.7:656.212.7**

***Г.М. СІКОНЕНКО, Т.Ю. МАРЧЕНКО***

### ***ЛОГІСТИЧНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ НА СТАНЦІЇ***

Розглянуто основні принципи функціонування логістичних транспортно – технологічних систем доставки вантажів. Наведені умови, що характеризують рівень якості обслуговування споживачів. Запропоновано при визначенні критеріїв обслуговування, що є комплексним показником, враховувати ціну обслуговування і здатність логістичної системи забезпечити доставку необхідного споживачу товару в встановлений термін і місце.

*Актуальність теми.* Важливу роль в підвищенні ефективності функціонування Укрзалізниці (УЗ) в умовах дефіциту перевізних засобів повинно відігравати удосконалення технології перевізного процесу. Скорочення експлуатаційних витрат повинно досягатися насамперед за рахунок удосконалення системи управління перевезеннями, впровадження систем автоматизації, нових технічних засобів, інформаційних технологій.

Експлуатаційні витрати, пов'язані з простоем та переробкою вагонів на сортувальних станціях можливо скоротити за рахунок впровадження логістичних принципів роботи з місцевими вагонами.

У розвиток теорії й практики технології роботи сортувальних станцій, застосування інформаційних технологій в експлуатаційній роботі, що значно впливають на тривалість обробки поїздів й вагонів, собівартість переробки, а також на безпеку руху поїздів і маневрової роботи, внесли великий вклад такі вчені та практики: В.М. Акулінічев, Б.А. Анікин, В.А. Буянов, П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков,

Ю.І. Єфименко, М.Д. Іловайський, В.М. Кулешов, В.Е. Николайчук, Т.А. Родкина, Є.А. Сотніков, І.Г. Тихоміров, та інші.

Незалежно від моделі логістичної системи, особливостей локального прояву транспортно-складської логістики, стратегії підприємства у виробничо-комерційній діяльності й ін. факторів ефективно діюча система зберігання й переробки в області керування запасами повинна відповідати наступним критеріям:

- максимально повно задовольняти потреби логістичної системи в матеріальних ресурсах і(або) попит на цільовому товарному ринку;
- сприяти мінімізації оборотних коштів, що направляють на формування й підтримку сукупних запасів;
- забезпечувати максимальну відповідність структури запасів якісним і асортиментним вимогам виробництва або ринку.
- зводити до мінімуму сукупні витрати по керуванню запасами.
- створювати умови для високої продуктивності живої праці.

Мета розробки моделі технології роботи з місцевими вагонами на сортувальній станції на основі теорії управління запасами конкурентній системі полягає в побудові (виборі) вектора цільових показників, при яких можливо досягнення мінімальних експлуатаційних витрат.

Таким чином, в оптимальному плані значення всіх економічних показників можуть і не бути екстремальними, але бути найбільш вигідними в сукупності, що відповідає принципу синергічності логістичних систем.

Від кількості місцевих вагонів на адресу кожного вантажного пункту, кількості безпосередньо вантажоодержувачів, розташування під'їзних колій, часу на виконання вантажних операцій та інш. залежить методи управління перевізним процесом, результативність комерційної діяльності і в цілому економічний ефект від управління об'єктами логістичної системи. Одним з головних завдань організації місцевої роботи на станції є правильний вибір тактики та технології обслуговування вантажних пунктів при зменшенні витрат на маневрову роботу та простої вагонів як на сортувальній станції, так і на пунктах навантаження - вивантаження. Оперативне регулювання розмірів запасів можна здійснювати за допомогою зміни кількості вагонів та інтервалів між подачами. У логістиці застосовують наступні технологічні системи керування запасами:

- система з фіксованими розмірами замовлення – кількості вагонів;
- система з фіксованою періодичністю замовлення – часом надходження місцевих вагонів на вантажні пункти станції;
- система із двома фіксованими рівнями запасів без постійної періодичності замовлення;
- система із двома фіксованими рівнями запасів і з фіксованою періодичністю замовлення.

На практиці найпоширенішою й простішою є технологічна система з фіксованим розміром замовлення. В даному випадку застосовується четверта схема передачі вагонів на під'їзні колії, хоча накопичення вагонів в очікуванні передачі може вестися у сортувальному парку або до максимальної місткості фронту, або до визначеного часу. Замовлення на передачу порожніх вагонів під навантаження подається при зменшенні наявних вагонів. У процесі функціонування даної технологічної системи запас ( наявність порожніх вагонів на вантажних фронтах)

поповнює на ту саму величину, практично рівну партії поставки (відвантаження), але інтервали поставки можуть бути різними залежно від інтенсивності витрат (споживання) матеріальних ресурсів у логістичній системі або збуту готової продукції на цільовому ринку (потреб вантажоодержувачів).

Регулюючими параметрами даної системи є кількість вагонів, що передається на вантажний фронт у завантаженому чи порожньому стані та час, коли ці вагони мають бути подані за умов роботи вантажного фронту та мінімального часу простою вагонів на вантажному пункті («точка замовлення»).

«Точка замовлення» представляє собою позначену нижню границю запасу, при досягненні якої необхідно організувати чергову передачу порожніх вагонів під навантаження. Наявна кількість порожніх вагонів на вантажному фронті («рівень запасу») повинна бути достатньою для безперебійної роботи (збуту) в період логістичного циклу. При цьому вагони, що знаходяться у резерві («страховий запас») повинен залишитися недоторканим. У деяких випадках застосовують плаваючу (коливну) точку замовлення. Вона не фіксується заздалегідь, а момент подачі замовлення на подачу порожніх вагонів визначається з урахуванням виконання календарного плану навантаження або з урахуванням коливань у відповідності до вимог вантажоодержувачів. Мінімальний розмір запасу в розглянутій системі залежить від інтенсивності витрат (виконання плану навантаження та вивезення вагонів з вантажних фронтів у проміжок часу між подачею замовлення і надходженням порожніх вагонів на фронт.

Умовно приймається, що даний інтервал часу в логістичному періоді є постійним. Тоді запас "точки замовлення" можна визначити таким чином:

$$U_{номр} = U_{стр} + U_{необ}T, \quad (1)$$

де  $U_{номр}$  - необхідна кількість порожніх вагонів для виконання всіх операцій логістичного циклу;

$U_{стр}$  - страховий і підготовчий запаси;

$U_{необ}$  - середня кількість вагонів, що навантажується за одиницю логістичного розрахункового часу (можна прийняти умовно рівною продуктивності фронту), ваг/год;

$T$  - час на виконання вантажних операцій, год.

При роботі по системі з фіксованим розміром замовлення порожні вагони повинні знаходитися на двох коліях. На першій колії знаходяться вагони, з якими безпосередньо виконують вантажні операції, а на другій – вагони, з якими потрібно виконати операції після у період часу між подачею замовлення і його виконанням, тобто до моменту надходження нової партії вагонів під навантаження.

Система з фіксованим розміром замовлення припускає безперервний облік залишків порожніх вагонів для того, щоб не упустити моменту настання «точки замовлення».

У технологічній системі з фіксованою періодичністю замовлення порожні вагони потрібно замовляти й передавати на вантажні фронти через рівні проміжки часу, а розмір запасу регулюється шляхом зміни кількості вагонів в подачі. Наприкінці кожного періоду перевіряється рівень запасів і, виходячи із цього, визначається розмір партій поставок, що поповнюються. При кожному надходженні

чергової партії запас поповнюється до певного максимального рівня. Регулюючими параметрами даної системи є максимальний рівень, до якого здійснюється поповнення запасів, і інтервал між двома черговими надходженнями вагонів

У системі з фіксованою періодичністю замовлення міняється розмір замовлення (кількість вагонів), що залежить від потреб вантажовідправника та вантажоодержувача у попередньому періоді.

Величина замовлення визначається як різниця між фіксованим максимальним рівнем – навантажувальною спроможністю фронту, і фактичним його обсягом у момент замовлення.

Перевагою даної технологічної системи є відсутність необхідності вести систематичний облік запасів на навантажувально – розвантажувальних коліях.

Недолік же полягає в необхідності робити замовлення іноді на незначну кількість порожніх вагонів, а при прискоренні інтенсивності виробництва продукції а, відповідно, і навантаження вагонів виникає небезпека додаткової витрати запасу до настання чергового моменту замовлення.

Розглянута система ефективна, коли є можливість варіювати розмірами кількості поданих вагонів, а транспортні витрати відносно невеликі. Доцільно також застосовувати дану технологічну систему при високій вартості вантажу, що має бути відвантажений (наприклад, швидкопсувні вантажі, нафтопродукти та інш.), і рівномірному їх завантаженні, а також при невеликих витратах при додатковому очікуванні порожніх вагонів.

Наступні дві технологічні системи по керуванню запасами товарно-матеріальних ресурсів є, по суті, модифікаціями попередніх систем.

Так, у технологічній системі із двома фіксованими рівнями запасів і з фіксованою періодичністю замовлення крім верхнього максимального рівня встановлюється також і мінімальний рівень. Таким чином, рівень матеріального запасу регулюється як зверху, так і знизу. У тому випадку, якщо розмір запасу знижується до мінімального рівня раніше настання строку чергового замовлення, то робиться позачергове замовлення. В інший час дана система функціонує як система з фіксованою періодичністю замовлення.

Перевагою даної системи є повне виключення випадків недостачі порожніх вагонів та повне задоволення потреб логістичної системи. Однак при цьому потрібні додаткові витрати на організацію постійного спостереження за станом рівня запасів.

У тих випадках, коли система керування запасами має лише два регульованих параметри – мінімальний і максимальний рівні запасів, а інтервал між черговими замовленнями й сам розмір замовлень (кількість порожніх під навантаження) не є фіксованими, то вона являє собою технологічну систему із двома фіксованими рівнями запасів без постійної періодичності замовлень. Інша її назва – система мінімакс (система мінімум-максимум). У цьому випадку замовлення на чергову подачу порожніх вагонів, подаються при зниженні запасу до мінімального рівня, а розмір замовлення регулюється максимальним рівнем запасів.

При розробці логістичної системи і її структурній складовій – системи зберігання й переробки продукції, - перш ніж приступитися до моделювання оптимізації запасів, варто визначити пріоритетний критерій оптимальності. Звичайно таким комплексним критерієм виступає мінімум сукупних витрат, пов'язаних з утворенням і зберіганням вантажу на складах вантажовідправників або

пунктах загального користування і збитками, що виникають при наявності перебоїв у забезпеченні логістичної системи необхідними ресурсами або збоїв, що трапляються, в роботі вантажоодержувачів. Прийнято, що в розрахунок витрат беруться лише ті витрати, які залежать від розміру партій поставок і величини запасів.

З огляду на дане орієнтування як цільову функцію можна визначити, як:

$$E = E_{nz} + E_{ytr} + E_{dod}, \quad (2)$$

де  $E_{nz}$  - витрати, пов'язані з організацією подачі – забирання вагонів на вантажний фронт з урахуванням витрат на маневрову роботу при підбиранні групи вагонів на витяжках формування у сортувальному парку, грн;

$E_{ytr}$  - витрати, пов'язані з утриманням запасу на вантажних фронтах, грн;

$E_{dod}$  - вивтрати, пов'язані з виникненням перебоїв у навантаженні при незабезпеченні логістичної системи (втрати від дефіциту), а також у випадку відмови вантажоодержувачів від вже відвантаженої партії вантажу, грн.

*Висновки.* Якість обслуговування являється комплексним показником, що визначається по сукупності критеріїв, склад яких може змінюватися в залежності від вимог до обслуговування. Найважливішим з цих критеріїв являється ціна обслуговування і здатність логістичної системи забезпечити доставку необхідного споживачу товару в встановлений термін і місце. Застосування логістичних принципів при організації місцевої роботи сортувальної станції дозволить більш точно визначити потребу у рухомому складі, а відповідно підвищити ефективність його використання.

**Список літератури:** 1. Гаджинский Г.М. Основы логистики: Учеб. пособие. – М.: ИВЦ «Маркетинг», 1995. – 124 с. 2. Самуйлов В.М. Методология и технология формирования модулей функционального соответствия для повышения эффективности организации производства на железнодорожном транспорте. – Екатеринбург: Изд-во УрГАПС, 1999. – 252 с.

*Поступила в редколлегию 19.04.2008*

УДК 656.21

***С.В. ВОЙЦЕХ***

## **ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЗА КОРДОНОМ**

В статті розглянуто сучасні тенденції щодо транспортно-експедиційної діяльності. На основі аналізу діяльності підприємств різних форм власності по формуванню повноцінного ринку транспортних послуг показано, що в перспективі у світі буде створено 60 - 70 транспортних вузлів-центрів логістичного розподілу, зв'язаних транспортними коридорами з підключеними до них логістичними регіональними підсистемами, що будуть забезпечувати через необмежене число експедиторів і перевізників вихід до кожного відправника вантажу і вантажоодержувача.

Загальною тенденцією в сфері транспорту за рубежом є поступова інтеграція національних транспортних систем у загальносвітову. У цих умовах доставку вантажів прагнуть здійснювати переважно по варіанту "від дверей до дверей" у



режимі "точно в термін" по будь-якій адресі, на чому і зосереджена в основному діяльність транспортно-експедиційних фірм у різних країнах.

Світовий досвід свідчить, що без розвитої мережі транспортно-експедиційних підприємств різних форм власності сформувавши повноцінний ринок транспортних послуг і забезпечити високу якість обслуговування неможливо.

Експедиторські фірми за рубежем можуть бути як малими підприємствами (чисельністю до 10 чоловік), роботу яких можна організувати без великих капіталовкладень, так і великими, з числом працюючих до 2 тисяч і більш співробітників при розгалуженій мережі філій у всіх країнах світу. Вони можуть бути самостійними чи входити до складу великих залізничних, автомобільних і суднових компаній, будучи їх філіями. Крім того, такі фірми на Заході підрозділяються на міжнародні і внутрішні, хоча їхня діяльність у дійсності тісно переплітається. Але в ряді країн фірми строго спеціалізуються тільки на одному з видів перевезень (міжнародних чи внутрішніх).

Експедиторська фірма може мати, власний рухомий чи склад залучати транспортні засоби великих автомобільних, залізничних і суднових компаній, приватних власників шляхом заключення з ними контракту.

За кордоном велика частина транспортно-експедиційних служб знаходиться в приватній власності окремих чи компаній обличчя і лише незначна - у державній власності. Багато приватних фірм є сімейними.

Великі транспортно-експедиційні компанії, що є акціонерними товариствами, можуть бути змішаними, тобто частина власності акціонерного товариства є приватною, а частина державною чи муніципальною.

В останні роки за кордоном, особливо в Сполучених Штатах Америки, з'явилася принципово нова форма володіння - колективна власність, перехід на яку дозволив у ряду випадків уникнути банкрутства, покращити роботу підприємств. Конгрес Сполучених Штатів Америки за останні 25 років прийняв більш 20 нормативних актів, що сприяють розвитку цієї форми власності.

Приведемо кілька прикладів транспортно-експедиційних фірм.

Однією з найбільш великих транспортно-експедиційних підприємств Європи є німецька фірма "Weichelt". Це підприємство спеціалізується на перевезенні збірних вантажів. Воно було основане в 1932 році й успішно конкурує протягом багатьох десятиліть з іншими транспортно-експедиційними фірмами різних країн. Підприємство щорічно перевозить 1,5 млн.т вантажів. Автопарк підприємства складає 740 одиниць рухомого складу.

Дочірня фірма підприємства має 15 товарних складів, власне бюро по організації робіт у портах Бремена і Гамбургу, власне страхове товариство. Партнерами підприємства є різні фірми в 11 країнах Європи.

Найбільшим експедитором є концерн TNT, який об'єднує 350 фірм і їхніх філій, що здійснюють перевезення різноманітних вантажів між усіма континентами світу. Обороти концерну складає більш мільярда доларів у рік.

Поруч з фірмами-гігантами існують невеликі транспортно-експедиційні підприємства, яким також властиво висока якість обслуговування клієнтури. Як правило, це вузькоспеціальні підприємства: термінальні, юридичні, страхові та інші.

Фірми виконують вантажно-розвантажувальні роботи, здійснюють зберігання вантажів, навантаження, кріплення вантажу на судах і у вагонах, зважування

вантажів, їхній супровід і багато інших робіт. Таких фірм, наприклад, у Гамбурзькому транспортному вузлі нараховується 600, а в Бременському залізнично-автомобільному вузлі - 400.

Експедитор у той же час може бути одноособовим представником вантажовласника, що контролює діяльність інших фірм. Високий рівень обслуговування досягається завдяки конкурентній боротьбі між фірмами. Розвиток транспортно-експедиційної діяльності сприяє створенню мережі терміналів. Сучасний термінал, що відповідає міжнародним вимогам, - це транспортно-експедиційне підприємство, на території якого закінчується одне транспортне перевезення і починається інше. У ньому виконується цикл технологічних операцій по передачі вантажу з одного транспортного засобу на інше, що включає комплекс послуг експедиційного сервісу, а також реалізацію вимог до вантажу комерційного й адміністративного характеру (митне очищення, санітарно-карантинний контроль, страхування і т.д. ). На терміналі обов'язкова наявність розвинутого складського господарства для завчасного накопичення вантажу, формування партій вантажу, збереження товарів у очікуванні перевізних засобів, сортування по напрямках подальшого руху і т.д..

Типовим прикладом може служити термінал у м. Бремені (Федеративна Республіка Німеччини), введений у дію в 1985 році. Він розташований недалеко від порту, залізничної станції і промзони. Потужність терміналу складає 3000 автопоїздів на добу. Територія утворює прямокутник розміром 4 км на 500 м, що забезпечує кожному з користувачів легкий доступ до залізничних під'їзних колій. На території комплексу розташовані вантажна залізнична станція, митний і поштовий склад, власні склади експедиторів і перевізників, внутрішні автодороги і під'їзні залізничні колії. Кожний експедитор чи перевізник, що уклав договір з термінальним комплексом, фактично відкриває на його території власну філію.

Сьогодні у світі склався єдиний транспортний комплекс у формі кооперації діяльності невеликого числа могутніх транспортних і транспортно-експедиторських компаній і сотень тисяч середніх і дрібних експедиторських фірм і транспортних підприємств. За даними міжнародної Федерації експедиторських асоціацій, у світі діє 35 тисяч великих і середніх експедиторських фірм із персоналом загальною чисельністю близько 8 млн. чоловік.

Таким чином, основним суб'єктом, що пред'являє вантаж перевізникам, став експедитор. Експедитори контролюють близько 60 % перевезень магістральними видами транспорту і до 75 % міжнародних перевезень. Експедитор стає власником логістичної системи, що забезпечує прогнозування і планування перевезень, спостереження за рухом транспортних засобів, контейнерів, за часом доставки товару, оптимізацією просування вантажів і збереження сировини, матеріалів і готових виробів.

Передбачається, що в перспективі у світі буде створено 60 - 70 транспортних вузлів-центрів логістичного розподілу, зв'язаних транспортними коридорами з підключеними до них логістичними регіональними підсистемами, що будуть забезпечувати через необмежене число експедиторів і перевізників вихід до кожного відправника вантажу і вантажоодержувача.

Відбувається процес розширення прав експедитора. У задачі експедитора тепер можуть входити ще недавно невластиві йому функції, такі, як:

- право залучення третіх осіб;
- використання власних транспортних засобів і товарних складів
- дія в якості оператора перевезення вантажів у змішаному сполученні;
- виготовлення тари й упакування;
- виступ в якості орендатора та генпідрядника транспортних засобів і складів;
- здійснення в ході доставки поглибленої доробки товарів, їх викупу та перепродажу, а також організації їхнього збуту.

*Поступила в редколегію 27.04.2008*

**УДК 371.322**

***КРАВЦОВ М.К., АКИМОВ В.Т., АКИМОВ О.В.***

## **САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ І ЇЇ РОЛЬ В СИСТЕМІ МЕТОДІВ УЧБОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку науки і техніки одними із головних вимог до спеціаліста є: уміння самостійно орієнтуватися в стрімкому потоці інформації, необхідність постійного підвищенні професійного росту та самовдосконалення.

**Аналіз публікації.** До загальних закономірностей розвитку науки слід віднести прискорення темпів її розвитку, зміни в структурі наукових кадрів, значне скорочення періодів від відкриття до впровадження наукових результатів в практику і т. ін. У відомому протиріччі з вимогами сьогодення знаходиться і характер самої репродуктивної діяльності студентів, які засвоюють загалом специфіку давно застарілої техніки і технологій. Тому в сучасних умовах стрімкого накопичення інформації нереально надати студентові такий запас знань, яким би він зміг пізніше користуватися в даних конкретних умовах, необхідно щоб в процесі навчання він оволодів навичками самостійної роботи, методиками і алгоритмами рішення задач за фахом.

В роботах [1÷5] розглядаються методологічні підходи до посилення самостійної роботи, проблеми контролю успішності і якості самостійної роботи.

На сучасному етапі, в рамках реформи вищої школи, самостійна робота(СРС) стає обов'язковою і однією із найважливіших компонентів педагогіки вищої школи. Роль СРС при оволодінні загально-інженерними дисциплінами навряд чи можна переоцінити, тому що вона є тою базою, яка дозволить вирішити те протиріччя, про яке йшла мова раніше.

Ціль і постановка завдання. Мета даної статті – аналіз організації СРС в умовах інтенсифікації навчання і її оптимізація.

Забезпечити реалізацію цього напрямку учбового процесу можна при виконанні в першу чергу таких вимог:

- правильним розумінням студентами необхідності самостійної роботи. Тільки активна самостійна діяльність дає ефективні результати із засвоєння студентами змісту дисципліни, закріпленню знань, отриманих у різних формах, пробуджує інтелектуальну ініціативу та творче мислення;
- забезпеченням студентів учбовими і методичними посібниками. Важливим моментом в процесі створення методичного підґрунтя для ефективної самостійної роботи виступає можливість користуватися найсучаснішими навчальними посібниками, підручниками, методичними рекомендаціями

викладачів щодо самостійного опрацювання того чи іншого аспекту курсу. Наприклад, методичних рекомендацій щодо самостійного вивчення курсу (предмету); проведення лабораторних робіт; виконання контрольних та розрахунково-графічних робіт; виконання курсових проектів і робіт; методичного проведення практичних занять;

- контролем за виконанням завдань у формі контрольних, лабораторних, розрахунково-графічних робіт, а також тестуванням студентів згідно планам-графікам організації учбового процесу і самостійної роботи, індивідуальними співбесідами під час консультацій.

Практика доводить, що вказані форми перевірки знань студентів дають можливість об'єктивно оцінювати рівень їх підготовки, контролювати, а при необхідності виправляти та допомагати студентам в організації самостійної роботи над матеріалом курсу.

Дієвим є метод контролю самостійної роботи студента шляхом регулярного надання консультацій, що дає змогу визначити рівень його підготовки, допомогти методичною порадою. Контроль криє в собі перевірку знань, умінь і навичок, оцінку та облік.

До контролю існують такі педагогічні вимоги [2]:

- об'єктивність перевірки та оцінки;
- індивідуальний характер контролю;
- система, регулярність;
- гласність; всебічність перевірки, яка має охоплювати всі розділи програми курсу;
- диференційованість перевірки, котра передбачає врахування специфіки програмного матеріалу, предмета, індивідуальних особливостей студентів;
- різноманітність форм контролю і всебічність, що створюють умови для реалізації функцій контролю, підвищення інтересу студентів до його проведення і результатів;
- етичність ставлення до студентів, повага до них.

Самопідготовка сприяє формуванню високої культури розумовою праці, придбанню прийомів і навичок самостійної роботи, умінню розумно витратити і розподіляти свій час, набувати і засвоювати необхідну для успішного навчання і професійного становлення інформацію. СРС розвиває у студентів такі якості, як організованість, дисциплінованість, ініціативність; виробляє розумові операції (аналіз, синтез, порівнювання тощо); вчить самостійному мисленню; дозволяє сформуванню особистий стиль роботи, який найбільше відповідає особистій прихильності і пізнавальним навичкам студента.

Самостійна робота студентами виконується:

- на лекційних, практичних і лабораторних заняттях, де студенти самостійно осмислюють нову інформацію і відтворюють її під час розв'язання навчальних завдань;
- у вільний від занять час, коли студенти аналізують навчальний матеріал, вивчають його і виконують необхідні завдання (контрольні і графічно-розрахункові роботи, приймають участь в роботі наукових гуртків і т.і.).

Успіх СРС визначається раціональною організацією роботи: швидким і повним включенням студентів до роботи, дозуванням часу на її виконання, вмінням користуватися підручниками, додатковою і довідковою літературою, довідниками, нормативними документами.

Бюджет часу, що витрачається на позааудиторну роботу та різні організаційні заходи щодо планування та впорядкування завдань, потребує ретельного дослідження.

Брак часу на виконання цього виду робіт обґрунтовується студентами деякими «спокусами» формального відношення до самостійної роботи.

Так, наприклад, у однієї частини студентів існує «спокуса» купувати готові роботи, а у іншій частині – «спокуса» переписування (копіювання) матеріалу з одного якогось джерела.

Однак, обидві «спокуси» є наслідком низького рівня знань студентів, їх неготовності до самостійної роботи. Для виявлення початкового рівня знань кожного студента зростає роль «вхідного контролю». Результати його протягом декількох років по забезпечуючим наприклад курс «Опір матеріалів» дисциплінам (математика, вища математика, теоретична механіка) дають можливість умовно поділити студентів на три основні групи за рівнем знань: високий, середній, низький. Відповідно до цього розподілу студенти знаходяться на різних етапах готовності до самостійної роботи. Це слід враховувати при організації СРС, організації консультацій, створенні сприятливих умов до самонавчання. Необхідно при цьому враховувати принцип професійної спрямованості вузівського навчання, що забезпечує професійну мотивацію навчальної діяльності.

Таким чином, СРС здійснюється: під час аудиторних занять (лекцій, практичних і лабораторних занять); під керівництвом викладача у формі планових консультацій, творчих контактів, заліків та іспитів; позааудиторної роботи під час виконання студентами домашніх завдань навчального характеру.

Новими навчальними планами підготовки спеціалістів суттєво, у порівнянні з попередніми навчальними планами, скорочено кількість лекційних і інших видів занять, що дозволило вивільнити час на більш продуктивну СРС і створити умови для підвищення її ефективності. Але з іншого боку слід зауважити, що як правило, випускаючі кафедри, які складають навчальні плани до скорочення об'єму навчальних занять підходять у кращому випадку, як до випадкового процесу не узгоджуючи ці питання із загально-інженерними кафедрами. Наслідком цього є виникнення ситуацій, які інакше ніж критичними назвати неможливо.

В залежності від місця, наприклад, яке займає дисципліна «Опір матеріалів» в учбових планах підготовки фахівців в УІПА, кількість годин на СРС складає ( в % від загальної кількості годин на учбовий предмет) по спеціальностям:

- інженерним: 45,7÷54% - денна форма навчання (д.ф.н.), приблизно 80% - заочна ф.н.;
- інженерно-педагогічним: 43,2÷59,3% - д.ф.н.;
- і 78,8÷82,4% - з.ф.н.

В цих умовах актуальною стає задача пошуку активних педагогічних технологій та ефективних умов організації позааудиторної СРС. Рішення цих проблем пов'язане з розробкою учбово-методичного забезпечення СРС – від інформаційного забезпечення – до контроль-корегуючих заходів.

Позааудиторна самостійна робота по вивченню опору матеріалів потребує глибокого аналізу змісту дисципліни. Головна мета СРС – поширення, поглиблення і деталізація знань, отриманих студентами на лекціях, практичних і лабораторних заняттях, набуття вмінь і навичок аналізу, переведення отриманих знань у практичну площину.

На кафедрі «Опір матеріалів та теоретична механіка» УІПА впроваджені такі методи перевірки рівня та якості засвоєння студентами матеріалу курсу і якості СРС:

індивідуальні співбесіди під час консультацій і проведенні усіх видів занять; усне опитування студентів на заняттях; виконання індивідуальних розрахунково-графічних робіт (модульних завдань); аудиторні контрольні роботи, тестовий контроль; відпрацювання пропущених занять; проведення предметних олімпіад; залучення студентів до розробки, підготовки до видання (на правах співавторства) методичної літератури; участь студентів у науковому гуртку, науково-методичних конференціях, методичних семінарах кафедри.

В розвиток цих напрямків на кафедрі для оцінювання здібностей, умінь та знань студентів з опору матеріалів розроблені комплекти тестів-карток за темами, які є базою б-х модулів; картки підсумкового контролю з першої і другої частини, а також головним темам курсу опір матеріалів; тести-картки для контролю якості підготовки студентів до виконання лабораторних робіт. Учбово-методичне забезпечення дисципліни «Опір матеріалів» побудоване на принципі взаємозв'язку усіх компонентів учбового процесу: лекцій, практичних і лабораторних занять, домашніх і розрахунково-графічних завдань, контрольних робіт, а також науково-дослідної роботи студентів (науковий гурток, науково-методичної конференції). Особливо слід зауважити, що викладачами кафедри розроблені методичні посібники щодо самостійного вивчення курсу, проведення лабораторних робіт, виконання контрольних та розрахунково-графічних робіт.

Для організації ефективної самостійної роботи необхідне визначення трудомісткості виконання різних видів її та погодження з бюджетом часу студента шляхом [3]:

- соціологічного опитування студентів;
- експертної оцінки трудомісткості залученням студентів і молодих викладачів споріднених кафедр до виконання під наглядом викладача домашніх завдань та вправ;
- фотографії робочого дня з фіксуванням студентами особистого часу, який вони витрачають при виконанні різних видів самостійної роботи.

Планування СРС у першу чергу має передбачати активну, свідому участь саме тих, кого навчають. Складність полягає в тому, щоб виховати цю активність. Потрібен всебічний розвиток партнерства між студентом та викладачем. Необхідна така учбова діяльність викладача, яка спрямована на розробку і використання такого змісту, форм, методів, засобів навчання, що сприяють підвищенню інтересу, активності, творчої самостійності студентів в засвоєнні знань, формуванні умінь і навичок, застосуванні їх на практиці.

Впровадження модульно-рейтингової системи оцінювання знань потребує затрат часу не тільки студентом, а й викладачем. Тому назріла необхідність:

- планувати керівництво СРС з боку викладачів як аудиторне навантаження і записувати в графу «консультації» індивідуального плану роботи викладача, а також відображати цю роботу в розкладі занять [4];
- посилити СРС на всіх видах підготовки (лекції, практичні і лабораторні заняття), але головною умовою для цього є присутність студентів на заняттях;
- замінити звичайний «залік» по предмету «диференційованим заліком», що відповідає вимогам модульно-рейтингової системи;
- використовувати рейтинг не лише як оцінку успішності навчання, але й враховувати несумлінність у навчанні за допомогою штрафних балів. Наприклад, завдання захищене в строк оцінювати більш високим балом, а більш низьким – захищене після строку і т.і.

Таким чином, в основі планування самостійної роботи повинні лежати [5];

- ретельний попередній аналіз навчального плану, повного обсягу матеріалу всіх навчальних завдань, трудомісткість їхнього засвоєння і виконання;
- пошук ступеня відповідності цього часу плановому;
- забезпечення відповідності шляхом коригування та дозування обсягу навчального матеріалу, особливо того, котрий призначений для самостійного опрацювання і закріплення.

### **Висновки**

- основою і умовами розвитку творчих здібностей студентів є їх здатність до самоосвіти;
- необхідний комплексний системний підхід до управління самостійною роботою студентів. При використанні системоутворюючої ознаки характеру управління нею з боку педагога можна виділити СРС під керівництвом педагога (безпосереднім та опосередкованим) і без його керівництва;
- для підвищення ефективності СРС важливу роль відіграє правильна побудова випускаючими кафедрами навчальних планів по спеціальностям і узгодження їх із загально-інженерними кафедрами;
- обов'язковою умовою підвищення самостійності студентів в їх навчальній роботі є методична допомога педагогів (розробка методичних комплексів по дисциплінам і напрямкам підготовки студентів);
- розробка системи контрольних-коригуючих засобів, котрі дозволили б об'єктивно оцінювати рівень підготовки студентів, контролювати, а при необхідності виправляти, направляти та допомагати студентам в організації самостійної роботи над матеріалом;
- основною умовою успішної самостійної роботи є її організованість, систематичність і плановість.

**Список літератури:** 1. Кравцов М.К., Акимов В.Т., Резниченко Н.К. Использование системного подхода к преподаванию общеинженерных дисциплин. Матеріали Першої міжнародної науково-практичної конференції «Науковий потенціал світу 2004». Том 39. Проблеми підготовки фахівців – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 22÷24 с. 2. Лисенко А.В. Проблема контролю успішності самостійної роботи студентів. [Стратегія посилення СРС у контексті приєднання України до Болонського процесу.: Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції. – Харків, ХНАМГ, 2004, 190-191 с.] 3. Карпов Я.С., Павленко В.М. Напрямки підвищення ефективності самостійної роботи студентів. [Стратегія посилення СРС у контексті приєднання України до Болонського процесу.: Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції. – Харків, ХНАМГ, 2004, 87-89 с.]. 4. Іванілов О.С. Зона вищої освіти Європи: проблеми, практичні рекомендації щодо їх вирішення: [Стратегія посилення СРС у контексті приєднання України до Болонського процесу.: Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції. – Харків, ХНАМГ, 2004, 184-186 с.]. 5. Буряк В.М., Дейнеко Н.А. Зміст СРС за навчальними дисциплінами кафедри електропостачання електричного транспорту: [Стратегія посилення СРС у контексті приєднання України до Болонського процесу.: Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції. – Харків, ХНАМГ, 2004, 127-128 с.]

*Поступила в редколегію 23.04.2008*

УДК 371.21

*ДЗЮНДЗЮК Б.В., д-р техн. наук, ПРОНЮК А.В., канд. техн. наук*

## МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ВОПРОСАМ ОХРАНЫ ТРУДА

В даній статті обговорюються питання інженерної педагогіки. Робота присвячена практиці передачі інженерних знань, аналізується досвід проведення лабораторного практикуму з курсу «Охорона праці», описуються основні методологічні прийоми.

**Актуальность проблемы и постановка задачи.** Как известно [1], инженерной педагогикой является все, что направлено на улучшение качества обучения техническим дисциплинам, а также все то, что касается активизации их целей, содержания и формы обучения этим дисциплинам. Поэтому понятие обучения студента включает в себя и научный поиск, и практическую реализацию целей предмета, само содержание технических знаний. Это выливается в процесс, в котором учебный материал через соответствующие технические средства под действием определенной социально-культурной среды и, конечно же, с помощью соответствующих методов обучения преобразуется в конечном итоге в знания студента.

*Целью данной работы* является анализ методики изложения вопросов охраны труда в программе вузовского обучения, включающей в себя как теоретическое (лекционное) изложение материала, так и получение практических навыков организации безопасного трудового процесса на лабораторных занятиях.

В процессе изложения материала любой дисциплины происходит планомерное формирование знаний студентов и основой такой последовательной передачи знаний становится конкретная цель. Дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», «Основы охраны труда», «Охрана труда в отрасли» преподаются с целью формирования у будущих инженерно-технических специалистов необходимого в их дальнейшей деятельности (профессиональной, бытовой, спортивной и т.д.) уровня знаний и умений по правовым, организационным и техническим вопросам охраны труда, дать им возможность профессионально ориентироваться в вопросах организации производственного процесса, который бы отвечал всем нормам и правилам безопасности. Таким образом, основная идея преподаваемых дисциплин – формирование у студента активной позиции по реализации принципа приоритетности безопасного труда, охраны жизни и здоровья работника по сравнению с результатами производственной деятельности.

Понятно, что охрана труда играет важную роль как социальный фактор, поскольку, какими бы весомыми не были производственные результаты, они не могут компенсировать человеку утраченного здоровья, а тем более жизнь.



Необходимо помнить, что из-за несчастных случаев и аварий погибают не просто рабочие и служащие, на подготовку которых государство израсходовало значительные средства, а в первую очередь люди – кормильцы семей, отцы, матери, дети. Поэтому комплексное изучение вопросов обеспечения безопасности среды обитания и охраны труда на протяжении 2-3 кредитов в ВУЗе необходимо, т.к. позволяет расширить и углубить познания в области анатомо-физиологических свойств человека и его реакциях на воздействие негативных факторов; сформировать представление об источниках травмирующих и вредных факторов среды обитания; принципов и методов качественного и количественного анализа опасностей; позволяет сформировать общую стратегию и принципы обеспечения безопасной трудовой деятельности и производственного процесса; подойти к разработке и применению средств защиты с общих позиций.

Таким образом, цели данной дисциплины затрагивают все три существующих категории целей: цели от когнитивной сферы – познавать, обобщать; цели от психомоторной сферы – делать, обслуживать устройства и машины; цели от аффективной сферы – ощущать. В тесной связи с целью дисциплины лежит само содержание курса (лекции, лабораторные работы, практические занятия).

Особо важной для практики преподавания проблемой становится «информационный взрыв», который наблюдается в наше время. Знания человечества постоянно увеличиваются, объем накопленных знаний про человека и окружающий его мир быстро растет. Кажется невозможным в ограниченное учебным планом время преподнести студенту постоянно растущий объем материала. Так, в Западной Германии в 1999 г. показали, что знания, приобретенные в высшей школе, обесцениваются вполовину каждые 10 лет, т.е. каждый год их актуальность падает на 5%. Конечно же, эта проблема больше касается профессионально-ориентированных дисциплин, особенно в области компьютерных наук. Однако, и вопросы охраны труда это значительно затрагивает, т.к. статистика несчастных случаев, аварий постоянно меняется, меняются нормативные документы, меняются сами технологические процессы на производстве и т.п. Поэтому на кафедре ведутся работы по обобщению вновь поступающих материалов, формируется единая компьютерная база учебной литературы (база нормативных документов, учебные пособия и монографии, методические указания, методики расчетов), разрабатываются электронные учебники по дисциплинам с возможностью их постоянного дополнения.

**Результаты и их обсуждение.** Как известно, основными методами изложения каких-либо закономерностей, законов являются дедуктивный (математико-логический) и индуктивный (на основе экспериментов) способы выведения этих законов. Дедуктивный метод больше зависит от знаний и умений студента, его математической подготовки. Если преподавать индуктивным методом, то студент должен иметь предыдущие знания для проведения опытов, экспериментов, должен понимать, хотя бы в общих чертах, принципы работы измерительных приборов, их диапазон измерений и т.д. Для оценки же результатов эксперимента никаких особо глубоких математических знаний не требуется. Однако, для использования индуктивного метода огромную роль играет фактор времени, т.к. требуется время для измерения результатов исследования и их обобщения, но все эти затраты

времени оправдываются высокой ценностью знаний, которые могут получить студенты при самостоятельном проведении экспериментов.

В связи с вышесказанным, очевидно, что эксперимент играет в преподавании технических дисциплин огромную роль. Эксперимент должен научить студента техническим операциям, т.к. студент для получения знаний должен пройти как можно больше ступеней и пройти их активно, он должен не только понять результаты опытов, но и получить их самостоятельно (под соответствующим руководством преподавателя). Студент сам, на личном опыте убеждаются в особенностях течения тех или иных процессов, с которыми они будут сталкиваться в своей деятельности и профессионально изучать.

Во время проведения эксперимента преподавателю необходимо сначала поставить несколько мотивированных вопросов, на которые и должен студент получить ответы, выполняя исследование. После этого выдвигаются гипотезы, предположения, несколько способов решения поставленной задачи. После критического анализа некоторые из них придется отбросить. Все эти шаги соответствуют сути естественно-научного познания. Полученные в результате эксперимента данные являются базой для абстракции, обобщения, творческого осмысления, которые и приведут студента к знанию.

Такие эксперименты в ходе преподавания дисциплин кафедры проводятся на лабораторных работах. Как правило, здесь используются так называемые «жесткие» лабораторные работы [2] – когда студент выполняет заранее подготовленный эксперимент, нужные знания он получает ранее на лекциях. При таком виде лабораторных работ активность студентов, их творческий подход к обработке результатов проявляется больше всего, при этом учебная цель занятия достигается с высокой вероятностью, оценивается работа студента на месте.

Однако в последние годы, благодаря внедрению компьютерно-информационных технологий, используются «свободные» лабораторные работы – компьютерные моделирующие программы. Во время выполнения таких работ расширяется сфера учебных целей, наряду с усвоением теоретических знаний и приобретением навыков, студенты обучаются выработке стратегий решения проблем, учатся критически использовать методы и средства. В ходе выполнения «свободных» лабораторных работ студентам задается только сама структура работы (модель производственной, бытовой ситуации), а часть работы студенты выполняют сами – выбор методов и средств решения поставленной задачи.

Сегодня использование компьютерно-информационных технологий в учебном процессе актуально и своевременно. Компьютеры можно успешно применять для хранения информационной базы, при выполнении лабораторных работ, особо целесообразно их использование также и для оценивания уровня знаний студентов. Это связано с тем, что часто преподаватель субъективно оценивает знания студента [1], т.е. однотипные результаты оценивает разными мерками. Такие субъективные оценки модифицируются в зависимости от старательности, способностей студента, его характера, поведения на занятиях и т.п. Преподаватель, который ставит оценки, опираясь на субъективные факторы, лежащие вне результатов и которые следует доказать, думает при этом, что такие завышенные или заниженные оценки приведут в будущем к улучшению результатов обучения студентов. Однако, такой преподаватель со временем может столкнуться с критикой в свой адрес и со

стороны своих учеников, и со стороны администрации ВУЗа. В связи с этим внедренные в ХНУРЭ системы тестирования знаний студентов по всем читаемым дисциплинам, использование в качестве лабораторных работ компьютерных моделирующих обучающих программ, которые автоматически оценивают выполнение работы, широко используются на кафедре Охраны труда. Это позволяют значительно снизить, а в некоторых случаях устранить, субъективное оценивание результатов преподавателями.

Но лабораторные работы, основанные на использовании макетов, установок ни в коем случае нельзя на данном этапе устранять из учебного процесса. Это можно аргументировать тем, что во время обучения некоторым навыкам, особенно в области моторики (цели от психомоторной сферы), а также в случаях, когда необходимо выучить материал на память (название устройств, нормативные электрофизические значения и т.п.), огромную роль играют упражнения – т.е. практическое выполнение студентами заданий. Такие упражнения должны выполняться не на лекциях, а на практических, лабораторных занятиях короткими шагами и обязательно прерываться паузами. Подобные материалы не должны идти друг за другом или с маленькими перерывами, т.к. такое проактивное торможение негативно сказывается на сохранении материала в памяти.

Необходимо при выполнении такого типа лабораторных работ стараться, чтобы учебное оборудование приближалось к реально используемому на практике. Такой подход был применен при проведении лабораторной работы по методике аттестации рабочего места по дисциплине «Охрана труда в отрасли». Из группы студентов формируется аттестационная комиссия, которой предоставляются современные цифровые измерительные приборы, нормативная база документов, карта условий труда, назначается конкретное рабочее место с достаточным набором специальной техники. Далее студенты самостоятельно проводят аттестацию данного рабочего места и делают соответствующие выводы о его соответствии (техническое состояние, эргономика, оценка производственной среды в помещении) выполняемым работам и нормам безопасности.

Лабораторный практикум по электробезопасности и изучению влияния электромагнитных излучений СВЧ диапазона был разработан на кафедре Охраны труда самостоятельно. В настоящее время практика самостоятельной разработки оборудования для проведения лабораторных работ популярна в Европе [2], в этом процессе участвуют не только преподаватели, но и студенты. В последнем случае нельзя не оценить значительную педагогическую ценность совместной работы преподавателя и студента. Так, для разработки компьютерных обучающих программ по дисциплинам кафедры («Основы экологии», «Безопасность жизнедеятельности») часто привлекаются студенты ХНУРЭ. Более того, некоторые из них занимают призовые места на выставках, форумах. Например, компьютерная обучающая программа «Работяга», используемая как лабораторная работа по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», заняла призовое место на 10 Международном молодежном форуме «Радиоэлектроника и молодежь в 21 веке». Также имеются акты внедрения по использованию разработанных кафедрой обучающих программ в учебном процессе ХНУРЕ и других ВУЗов.

**Выводы по работе.** Таким образом, практика передачи инженерных знаний по вопросам охраны труда и безопасности человека во всех сферах его деятельности

свидетельствует о большой роли лабораторных работ (на лабораторных макетах либо в виде компьютерных моделирующих программ) в процессе обучения студентов. Самостоятельное проведение опытов, исследований студентами позволяет им лучше усвоить материал лекций, практически оценить важность изучаемых вопросов, а также развивает творческий подход к обобщению и анализу полученных результатов. Нельзя не отметить и общую педагогическую ценность такого вида занятий. Так как зачастую студенты работают бригадами, то подобная их деятельность вырабатывает навыки работы с людьми, позволяет проявить инициативу даже при работе командой.

**Список литературы:** 1. *Мелецінек А.* Інженерна педагогіка. Практика передачі технічних знань: Пер. с англ. – Харків, 2003. – 240с. 2. *Haug A.*: Labordidaktik in der Ingenieurausbildung. VDE-Verlag Berlin, 1980.

*Поступила в редколлегию 20.11.06г.*

УДК 612.111.11

**РОЗАНОВА Е.Д.**, канд. биол. наук, **ТИМЧЕНКО Н.Н.**, канд. биол. наук.

## **ВОЗМОЖНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ФЕТАЛЬНОГО ГЕМОГЛОБИНА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И МЕДИЦИНЕ**

Розглядаються можливості застосування фетального гемоглобіну в експериментальних дослідженнях та клінічній практиці. В багатьох країнах ведуться розробки кровозамінників, дія яких направлена на часткове або повне заміщення функцій крові, які порушені внаслідок масової крововтрати, травми, отруєння та іншого екстремального впливу.

В связи с имеющимся предположением, что увеличенное содержание HbF при патологических состояниях является компенсаторной реакцией организма, в клинической практике и экспериментальных исследованиях предпринимаются попытки использования особых кислородсвязывающих свойств (и, вероятно, не только их) фетального гемоглобина. Так, в работе [1] отмечается, что высокие уровни HbF при серповидноклеточных повреждениях плодотворно влияют на состояние больных, что наблюдается в клинической практике. Также говорится, что стало возможным предотвращение всех осложнений серповидноклеточных анемий с помощью многочисленных терапевтических агентов, подходящих для индукции HbF (5-азоцитидин, гидроксимочевина, бутираты) и использование комбинационной терапии для увеличения уровней HbF. Также в работе [1] отмечается, что полезными при гемоглобинопатиях могут быть натрия фенилацетат и его прекурсор натрий- 4-фенилбутират-агенты, индуцирующие HbF.

Представлены результаты экспериментов на 19 беспородных собаках, которым кровопотерю моделировали по Уиггерсу, а возмещали ее взвесью фетальных эритроцитов или взвесью эритроцитов донорской крови взрослого человека [2]. Показано, что инфузия взвеси фетальных эритроцитов в условиях постгеморрагической гипотензии на уровне 40 мм рт. ст. сопровождалась более выраженной нормализацией показателей кислотно-щелочного состояния, напряжения кислорода в мышце, гемодинамики и дыхания по сравнению с

инфузией взвеси эритроцитов донорской крови взрослого человека, а возмещение кровопотери, проводимой в менее жестких условиях на уровне гипотонии 60 мм рт. ст., не выявило различий в постинфузионном эффекте с применением различных эритроцитов в эксперименте и клинике. В эксперименте использована была модель геморрагического шока, как модель прогрессирующего типа циркуляторной гипоксии с неспособностью клеток жизненно важных органов усваивать кислород. Заранее авторами [2] предполагалось, что НбF может быть эффективным в ликвидации вторичной метаболической тканевой гипоксии, ведущей к невыживаемости подопытных животных даже в условиях самой активной трансфузионной терапии. Опыты на собаках, которым на фоне длительной гипотензии вводили кровезаменитель АН-2Ф, полученный на основе НбF, показали, что восполнение по объему 2/3 кровопотери приводит к стабильной нормализации артериального давления, повышению напряжения кислорода в мышцах и увеличению оксигенации крови до 96% при артериальном давлении 70 мм рт. ст. Выживаемость подопытных животных составляла 90% при 60% в контрольных опытах. В дальнейшем во время Эльбрусской экспедиции были поставлены опыты на взрослых и старых кроликах с кровопотерей (30 мл на 1кг массы тела), моделируемой в горах на высотах 2200 и 3450м над уровнем моря. Контрольные опыты проведены с использованием кровезаменителя, полученного на основе НбА. Как взрослые, так и старые животные после введения кровезаменителя АН-2Ф выжили. У них выявлена компенсаторная реакция костного мозга на кровопотерю. Все четыре контрольных кролика не выжили в первые сутки после кровопотери. Эффективность концентрированного препарата НбF была проверена на кроликах и в условиях барокамеры: введение препарата НбF повышало выживаемость взрослых кроликов при условиях, соответствующих 12000м над уровнем моря. Контрольная группа кроликов не выжила при условиях, соответствующих высоте 10000-11000 м над уровнем моря на 10-13-й минуте. Была также изучена выживаемость белых крыс под влиянием окиси углерода. Одной группе крыс перед началом опыта был введен внутривенно или внутривентально препарат АН-2Ф. Контрольной группе животных не вводили никаких препаратов, реакция на СО происходила на 30-35 секунде, на 3-4-й минуте животные не выживали. Животные, которым перед затравкой был введен препарат АН-2Ф, реагировали на СО позже (на 1 минуте 10-й секунде). Не выживали животные на 6-й минуте. Три крысы из восьми после прекращения опыта выжили. Другой группе животных препарат с НбF вводили в момент остановки дыхания. У большинства из них через 50-90 секунд дыхание начинало восстанавливаться и приобретало ритмичный характер на 5-9-й минуте. На 12-27-й минуте животное принимало естественное положение. Из восьми животных выжило шесть. Аналогичные опыты проведены с НбА, который вводили перед и после затравки. Клиника воздействия СО была схожа с контрольной группой, животные на 4-й минуте не выживали. Авторы [3] применяли эритроцитарную массу пуповинной крови плода, содержащую 80% эритроцитов с фетальным гемоглобином, в комплексном лечении больных бронхиальной астмой. При этом выявили выраженный антигипоксический эффект эритроцитов плода у таких больных. Авторы [3] делают вывод, что стимуляция синтеза НбF, как и введение его повышает устойчивость животных к гипоксии, и высказывает предположение, что при разных видах гипоксии в условиях нарушенного кислотно-щелочного

равновесия появляется фактор, освобождающий подавленный участок ДНК, с которым связан синтез  $\gamma$ -цепи фетального гемоглобина на ранних стадиях онтогенеза, что, следовательно, приводит к появлению его в периферической крови взрослых особей.

Из вышеизложенного следует, что отмечается плодотворное влияние на состояние больных высоких уровней HbF при серповидноклеточных повреждениях. Введенный кровезаменитель АН-2Ф, полученный на основе HbF, животным на фоне длительной гипотензии, способствовал тому, что выживаемость подопытных составляла 90% при 60% в контрольных опытах. Опыты на животных по выживаемости под влиянием окиси углерода показали, что среди тех подопытных, которым вводили препарат АН-2Ф, некоторые выжили. В целом, можно отметить, что кровезаменитель АН-2Ф дает положительные результаты в экспериментах на подопытных животных.

Во многих странах ведутся разработки кровезаменителей, действие которых направлено на частичное или полное замещение функций крови, нарушенных в результате массовой кровопотери, травмы, отравления и других экстремальных воздействий [4]. В работе [5] отмечается, что возникающее в медицинской практике состояние острой анемии различной этиологии и необходимость ее коррекции определили задачу разработки кислородсвязывающих кровезаменителей. Но пока еще можно лишь обсуждать потенциальные возможности создания кровезаменителя на основе раствора Hb, так как введение раствора Hb непосредственно в кровь пациенту будет порождать сложные проблемы, от решения которых во многом зависит возможность применения таких кровезаменителей. Кроме того, в работе [6] говорится о том, что исследования растворов Hb, полученных из эритроцитов донорской крови, не привели к полному пониманию механизма их воздействия на живой организм. Разнообразные реакции, возникающие при введении растворов Hb, многими авторами связываются с наличием в них различных примесей как липидной, так и белковой природы. Состав липидных примесей подробно изучен в ряде работ, однако это не привело к выявлению источника токсического действия растворов Hb. Имеются немногочисленные сведения, анализирующие белковые загрязнения, источники происхождения этих примесей. Указано, что большую часть белков, загрязняющих растворы Hb, составляет внутриэритроцитарный фермент карбоангидраза; есть данные, что токсические реакции, возникающие при введении растворов Hb, обусловлены преимущественно фосфатидил-этаноломином и фосфатидил-серином (фосфолипидами мембран эритроцитов), а также экзотоксинами, которые содержатся в незначительном количестве (ниже порога чувствительности теста на пирогенность). Максимально очищенный от примесей «идеальный» раствор Hb вызывает минимум патологических реакций, однако вопрос о его безвредности окончательно не решен.

При таких заболеваниях мозга, как развитие мозгового инсульта, прогрессирование дисциркуляторной энцефалопатии сопровождаются нарушением газообмена и процессов тканевого дыхания. Принимая во внимание особые кислородсвязывающие свойства HbF, можно сделать осторожное предположение о перспективах использования кровезаменителя на основе HbF у пациентов с заболеваниями, при которых ведущим звеном является гипоксия и нарушение процессов тканевого дыхания, в том числе гипоксия мозговой ткани (церебральная

гипоксия), обусловленная дезгемическими нарушениями. Теоретически возможно прогнозировать, что HbF может способствовать повышению резистентности мозговой ткани к гипоксии.

Особенностями проблем пери- и неонатальной гематологии является то, что гемолитические анемии во внутриутробном развитии и новорожденных плохо поддаются каким-либо медикаментозным воздействиям [7]. Отмечено [7], что метод обменного переливания свежей крови взрослых новорожденным, имеющим тяжелую неонатальную аноксию, должен быть пересмотрен. В работе [7] говорится, что у новорожденных, как здоровых, так и с различной патологией чаще встречается геморрагический синдром, чем в другие периоды жизни и нередко сопровождается внутричерепными кровоизлияниями и желудочно-кишечными кровотечениями, приводящими к тяжелым последствиям. Отмечается необходимость совершенствования техники заменных трансфузий у новорожденных.

Среди прочих существуют модельные гемоглобин-содержащие липосомальные системы, которые предположительно могут использоваться в качестве переносчиков кислорода в организме [8]. Изучаются взаимодействия окси-, метгемоглобинов с модельными фосфолипидными мембранами [9, 10]. Известно, что фетальный гемоглобин и гемоглобин А по-разному соединяются с эритроцитарной мембраной [11]. Исследования о взаимодействии фетального гемоглобина с отдельными фосфолипидами представлены в работе [12].

Имеются данные о разработках кровезаменителя на основе химически модифицированного гемоглобина А человека [13-19]. Также изучаются свойства гемоглобина после длительного хранения при различных температурах [20-22]. В литературе [23-26] представлены данные об исследовании влияния факторов замораживания на фетальный гемоглобин.

Таким образом, необходимо дальнейшее изучение свойств фетального гемоглобина и гемоглобина А, которое поможет формированию теоретического основания для возможного применения этих гемоглобинов в клинической практике.

**Список литературы:** 1. Atweh G. F., Schechter A. N. Pharmacologic induction of fetal hemoglobin: raising the therapeutic bar in sickle cell disease // *Curr. Opin. Hematol.* – 2001. – Vol. 8. – P. 123-130. 2. Антоненко В. Т., Королев Ю. Н., Кузьменко В. А. и др. Влияние взвеси фетальных эритроцитов на течение геморрагического шока // *Физиологический журнал.* - 1980. - Т. 26, №5. - С. 639-645. 3. Антоненко В. Т. Фетальный гемоглобин и адаптация к гипоксии. Применение препаратов Ф-Нв в лечении гипоксических состояний // *Молекулярные аспекты адаптации к гипоксии.* - К.: Наукова думка. – 1979. – С. 31-36. 4. Литвиненко Ю. А., Колонина И. Р., Соколов А. В. и др. Изучение эффективности искусственного переносчика кислорода на основе гемоглобина при замещении кровопотери у собак // *Гематология и трансфузиология.* - 1991. - Т. 36, №8.- С. 16-18. 5. Чуйкин А. Е., Иванов К. П., Столбов А. Л. Газообмен и транспорт газов в организме при коррекции острой анемии раствором модифицированного гемоглобина или за счет дыхания гипероксической газовой смесью // *Гематология и трансфузиология.* - 1993. - Т. 38, № 9. – С. 25-29. 6. Лившиц А. Б., Берковский А. Л., Крылова В. Е. Белковые примеси в очищенных растворах гемоглобина // *Гематология и трансфузиология.* - 1992. - Т. 37, №4. - С. 35-37. 7. Самсыгина Г. А., Румянцев А. Г. Научные и практические вопросы неонатальной гематологии // *Гематология и трансфузиология.* - 1991. - Т. 36, №5. - С. 3-5. 8. Ушакова И.П., Серебренникова Г.А., Евстигнеева Р.П. Обратимые переносчики

кислорода на основе липосомальных форм производных гема и гемоглобина // Биологические мембраны. – 1987. - Т.4, № 6. - С. 565-589. 9. Бондаренко С.В., Ушакова И.П., Левит Л.Ф., Серебренникова Г.А., Евтигнеева Р.П. Изучение взаимодействия гемоглобина с фосфолипидными везикулярными мембранами различного состава // Биоорганическая химия. - 1985. - Т. 11, № 10. - С. 1385-1390. 10. Bossi L., Alema S., Calissano P., Marra E. Interaction of different forms of haemoglobin with artificial lipid membranes // Biochim. et Biophys. Acta. - 1975. - Vol. 375. - P. 477-482. 11. Fredrick W., Smith L.A., Winter W.P. Effect of ligand state on the binding of hemoglobin to the cytoplasmic side of the red cell membrane // Blood. - 1991. – Vol. 78, № 10. - P. 88 a. 12. Тимченко Н.Н. Влияние замораживания-оттаивания на конформацию фетального гемоглобина и взаимодействие его с липосомами // Проблемы криобиологии.-2003.-№ 2.-С.104-108. 13. Benesch R., Triner L., Benesch R.E., Kwong S., Verosky M. Enhanced oxygen unloading by an interdimensionally crosslinked hemoglobin in an isolated perfused rabbit heart // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1984. – Vol. 81, № 9. – P. 2941-2943. 14. Nakajima I., Fuchinoue S., Teraoka S., Tojinbara T., Fujikawa H., Kawai T., Honda H., Agishi T., Ota K. Forty-eight hour liver preservation using an artificial blood substitute // ASAIO Trans. – 1988. – Vol. 34, № 3. – P. 277-279. 15. Iwasaki S., Araki H., Miyauchi Y., Nishi K. 24-hour preservation of isolated rat hearts perfused with pyridoxalated hemoglobin polyoxyethylene conjugate (PHP) solution at low temperature // Artif. Organs. – 1991. – Vol. 15, № 2. – P. 78-85. 16. Satoh T., Koayashi K., Sekiguchi S., Tsuchida E. Characteristics of artificial red cells. Hemoglobin encapsulated in polylipid vesicles // ASAIO J. – 1992. – Vol. 38, № 3. – 580-684. 17. Iwashita Y. Relationship between chemical properties and biological properties of pyridoxalated hemoglobin-polyoxyethylene // Biomater. Artif. Cells Immobilization Biotechnol. – 1992. – Vol. 20, № 2. – P. 299-307. 18. Chang T.M. Modified hemoglobin blood substitutes: present status and future perspectives // Biotechnol. Annu. Rev. – 1998. -№ 4. – P.75-112. 19. Sakai H., Tomiyama K.I., Sou K., Takeoka S., Tsuchida E. Poly(ethylene glycol)-conjugation and deoxygenation enable long-term preservation of hemoglobin-vesicles as oxygen carriers in a liquid state // Bioconjug. Chem. – 2000. – Vol. 11, №3. – P. 425-432. 20. Labrude P., Chaillot B., Vigneron C. Influence of physical conditions on the oxidation of hemoglobin during freeze-drying // Cryobiology. – 1984. – Vol. 21, № 1. – P. 33-38. 21. Menu P., Labrude P., Vigneron C. Usual physicochemical criteria provide insufficient evidence that a functional hemoglobin solution can be used for transfusions after storage for 36 months at +4 degrees C // Biomater. Artif. Cells Artif. Organs. – 1990. – Vol. 18, № 2. – P. 169-181. 22. Moore G.L., Zegna A., Ledford M.E., Huling J.P., Fishman R.M. Evaluation of methemoglobin formation during the storage of various hemoglobin solutions // Artif. Organs. – 1992. – Vol. 16, № 5. – 513-518. 23. Тимченко Н.Н., Розанова Е.Д., Кучеренко Ю.В., Леонов Б.Н. Аутоокисление гемоглобинов А и F после замораживания-оттаивания // Проблемы криобиологии.-2002.-№4.-С.68-71. 24. Тимченко Н.Н. Влияние замораживания-оттаивания на конформацию фетального гемоглобина и взаимодействие его с липосомами // Проблемы криобиологии.-2003.-№ 2.-С.104-108. 25. Тимченко Н.Н., Розанова Е.Д., Моисеев В.А., Хромушкин К.М. Изучение влияния концентрированных растворов натрия хлорида на состояние фетального гемоглобина и гемоглобина А // Біофізичний вісник. – 2001.-№2 (9).-С.64-66. 26. Тимченко Н.Н., Розанова Е.Д., Моисеев В.А., Хромушкин К.М. Сравнительное изучение влияния замораживания-оттаивания на гемоглобин А и F // Проблемы криобиологии –2001.-№3.-С.20.

*Поступила в редколлегию 13.04.2008*



Ю. О. МАНОЙЛО, В. Ф. МОІСЕЄВ, П. В. КУЗНЕЦОВ

## ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДИСМЕМБРАТОРА

В статті розглянуті питання, що стосуються режимів роботи дисмембратора. Встановлено необхідну потужність двигуна для роботи машини. Отримано модель математичного опису роботи пристрою системи живлення. Визначено необхідну кількість робочих елементів – біт.

**1. Визначення необхідної потужності дисмембратора**

Серед конструкційних особливостей схеми машини, яка розглядається в рамках даної статті, слід виділити систему живлення дисмембратора сировинними матеріалами, приводний вал установки та, безпосередньо, розташування контактних органів у статорі та роторі машини. Елементи, які означені вище в своїй сукупності дають змогу стверджувати унікальність даної розробки та безпрецедентність випадку дослідження її роботи.

Знаючи конструктивне оформлення контактних пристроїв у роторі (їх кількість, розташування по рядах, геометричні параметри рядів, масу деталей та вузлів агрегату, які в сталому режимі перебувають у обертаючому русі) можна визначити необхідну для роботи дисмембратора потужність. В загальному вигляді формула для визначення означеної вище величини запишеться наступним чином:

$$\sum N = N_{\text{xx}} + N_{\text{здр}}, \quad (1)$$

де  $N_{\text{xx}}$  – потужність «холостого ходу», яка необхідна для обертання рухомих деталей та вузлів машини із частотою обертання  $n = 3\,000 \text{ хв}^{-1} = 50 \text{ Гц}$ ;

$N_{\text{здр}}$  – власно потужність здрібнення сировинного матеріалу в машині;

Оскільки,  $N = f(M)$ ,  $M = f(F)$ , а  $F = f(m) \Rightarrow N = f(m)$ . Тобто, у випадку, що розглядається для вибору вагомих чинників, які впливають на зміну потужності треба скористатися аналізом «масових» навантажень:

$$m_{\text{здр}} \ll M, \quad (2)$$

де  $m_{\text{здр}}$  – маса сировини, що одночасно перебуває у машині;

$M$  – маса деталей та вузлів дисмембратора, які в сталому режимі перебувають у обертаючому русі.

Засобами трьохвимірною модулювання отримане значення:  $M = 14,3 \text{ кг}$ . Таким чином, можна стверджувати, що:

$$N_{\text{здр}} \ll N_{\text{xx}}. \quad (3)$$

Через це, формула 2 в нашому випадку прийме наступний вигляд:

$$N = N_{\text{xx}}. \quad (4)$$

Для подальших розрахунків необхідно визначити значення маси, яка розподілена поміж усіма бітами ротора  $n_{\text{БР}} = 124$  од (сума біт першого, другого, третього та четвертого рядів відповідно, дорівнює:  $n_{\text{БРI}} = 16$  од.,  $n_{\text{БРII}} = 28$  од.,  $n_{\text{БРIII}} = 36$  од.,  $n_{\text{БРIV}} = 44$  од.):

$$dM = \frac{M}{n_{BP}} = \frac{14,3}{124} = 0,115, \quad (5)$$

Питома маса, яка розподілена між рядами біт ротора може бути визначена, як:

$$dM_N = dM \cdot n_{BPN}, \quad (6)$$

де  $n_{BPN}$  – число біт у відповідному ряду ротора.

Результати розрахунків за формулою 6:  $dM_1 = 1,845$  кг,  $dM_2 = 3,229$  кг,  $dM_3 = 4,152$  кг,  $dM_4 = 5,074$  кг.

Знайдемо кутову швидкість при частоті обертання  $n = 3\,000$  хв<sup>-1</sup> = 50 Гц:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314,159 \text{ Гц}, \quad (7)$$

Визначимо відцентрове прискорення, яке діє на точку, що відповідає за власним віддаленням від вісі обертання, ряду біт ротора за формулою:

$$a_{BN} = \omega^2 \cdot R_{PN}, \quad (8)$$

де  $R_{PN}$  – відстань між головною віссю дисмембратора (вісь привідного валу) та віссю біти відповідного ряду:  $R_{PI} = 0,039$  м,  $R_{PII} = 0,057$  м,  $R_{PIII} = 0,075$  м,  $R_{PIV} = 0,093$  м.

Результати розрахунків за формулою 8:  $a_{BI} = 3,849 \times 10^3$ ,  $a_{BII} = 5,626 \times 10^3$  м/с<sup>2</sup>,  $a_{BIII} = 7,402 \times 10^3$ ,  $a_{BIV} = 9,179 \times 10^3$  м/с<sup>2</sup>.

При сталому режимі роботи машини на холостому ході для забезпечення умов обертання вузлів та деталей для подолання сил тертя необхідно виконувати додаткову роботу, що і є визначальною для отримання значення потужності. Чисельне значення такої роботи із міркувань динаміки може бути визначена наступним чином:

$$F_N = dM_{PN} \cdot g \cdot k, \quad (9)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння;

$k$  – коефіцієнт тертя.  $k = 0,15$ .

Таким чином:  $F_1 = 2,714$  Н,  $F_2 = 4,75$  Н,  $F_3 = 6,107$  Н,  $F_4 = 7,464$  Н.

Суперпозиція сил, що діють на деталі та вузли дисмембратора, які обертаються:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = 2,714 + 4,75 + 6,107 + 7,464 = 21,035 \text{ Н}. \quad (10)$$

Момент даної сили визначається, як:

$$M = F \cdot R_{PIV} = 7,464 \cdot 0,093 = 1,956 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (11)$$

Визначимо потужність:

$$N = M \cdot \omega = 1,956 \cdot 314,159 = 614,583 \text{ Вт}. \quad (12)$$

Лінійна швидкість біт ротора на відповідному ряду:

$$v_{PN} = \omega \cdot R_{PN}, \quad (13)$$

Результат розрахунків лінійної швидкості:  $v_{PI} = 12,252$ ,  $v_{PII} = 17,907$ ,  $v_{PIII} = 23,562$ ,  $v_{PIV} = 29,217$  м/с.

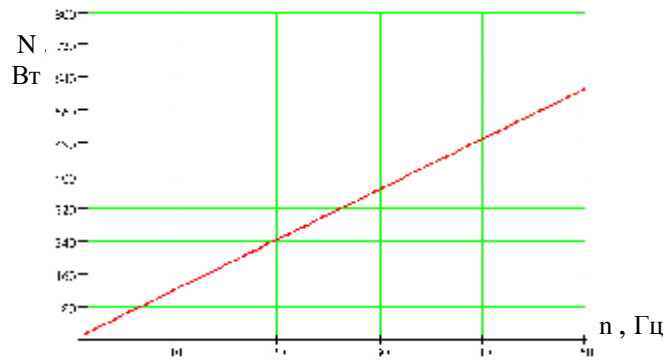


Рисунок 1 – Потужність машини при різних частотах обертів ротора

Визначимо імпульс, яким володіє кожен із чотирьох рядів біт ротора:

$$I_{PN} = M \cdot v_{PN} \quad (14)$$

Таким чином:  $I_{PI} = 175,207$ ,  $I_{PII} = 256,071$ ,  $I_{PIII} = 336,936$ ,  $I_{PIV} = 417,8 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

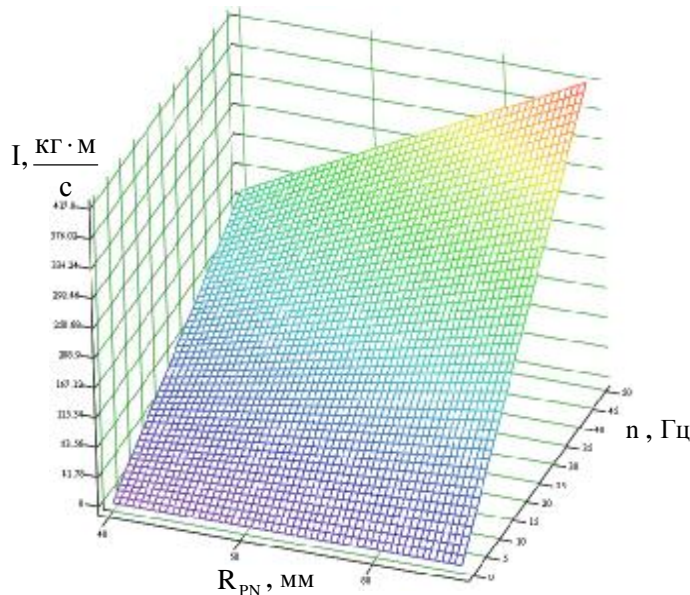


Рисунок 2 – Залежність імпульсу від частоти обертання та віддаленості

## 2. Обґрунтування системи живлення подрібнювача сировиною

Система живлення сировиною дисмембратора являє собою пристрій, що входить до кінематичної схеми вузлів машини, які при сталому режимі роботи дисмембратора перебувають у обертаючому русі, за виключенням спіралі пристрою системи живлення, яка статична під час роботи дробарки та кріпиться до бункеру. Сам принцип роботи системи живлення полягає у наступному. Статична спіраль із стінкою пристрою, яка обертається має функціонувати при виконанні наступної вимоги:

$$m \cdot g < m \cdot a_{ц} \quad (15)$$

Для моделювання роботи живильного пристрою приймаються частки кубічної форми із гранями від 1 до 5 мм із кроком 1 мм.

При визначенні основних параметрів живильного пристрою застосовують значення фізичних властивостей часток, що досліджуються, які наведені далі. Геометрія та розміри часток обумовлюють необхідність застосування для

розрахунків насипної щільності, яка для означених груп відповідно дорівнює:  $177,75 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;  $126,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;  $90,12 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;  $64,97 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  та  $46,03 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

Маса часток із гранями 1, 2 та 5 мм дорівнює відповідно:  $m_1 = 4,223 \times 10^{-7} \text{ кг}$ ,  $m_2 = 3,379 \times 10^{-6} \text{ кг}$ ,  $m_5 = 5,279 \times 10^{-5} \text{ кг}$ .

В свою чергу, відцентрова сила, що діє на частку під час її просування по системі живлення, в залежності від частоти обертання валу має своє значення.

$$F_{\text{ц}} = m \cdot a_{\text{ц}}, \quad (16)$$

де  $a_{\text{ц}}$  – відцентрове прискорення:

$$a_{\text{ц}} = \left( 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60} \right)^2 \cdot R. \quad (17)$$

Проведемо розрахунки при частоті обертання  $n = 1\ 000, 2\ 000$  та  $3\ 000 \text{ хв}^{-1}$ .

Відповідно до (16) та (17) відцентрова сила дорівнює:  $F_{\text{ц}1/1000} = 5,326 \times 10^{-5}$ ,

$F_{\text{ц}1/2000} = 2,13 \times 10^{-4}$ ,  $F_{\text{ц}1/3000} = 4,794 \times 10^{-4}$ ,  $F_{\text{ц}2/1000} = 4,261 \times 10^{-4}$ ,  $F_{\text{ц}2/2000} = 1,704 \times 10^{-3}$ ,

$F_{\text{ц}2/3000} = 3,835 \times 10^{-3}$ ,  $F_{\text{ц}5/1000} = 6,658 \times 10^{-3}$ ,  $F_{\text{ц}5/2000} = 0,027$ ,  $F_{\text{ц}5/3000} = 0,06 \text{ Н}$ .

Визначимо вагу часток:

$$P = m \cdot g. \quad (18)$$

Відповідно до (18) для різних часток із відповідної їм масою, вага дорівнює:

$$P_1 = m_1 \cdot g = 4,223 \times 10^{-7} \cdot 9,81 = 4,142 \times 10^{-6} \text{ Н},$$

$$P_2 = m_2 \cdot g = 3,379 \times 10^{-6} \cdot 9,81 = 3,313 \times 10^{-5} \text{ Н},$$

$$P_5 = m_5 \cdot g = 5,279 \times 10^{-5} \cdot 9,81 = 5,177 \times 10^{-4} \text{ Н}.$$

Як можна бачити із розрахунків, умова (15) – виконується. Графічно залежність відцентрової сили від частоти обертів приведено на рисунку 3.

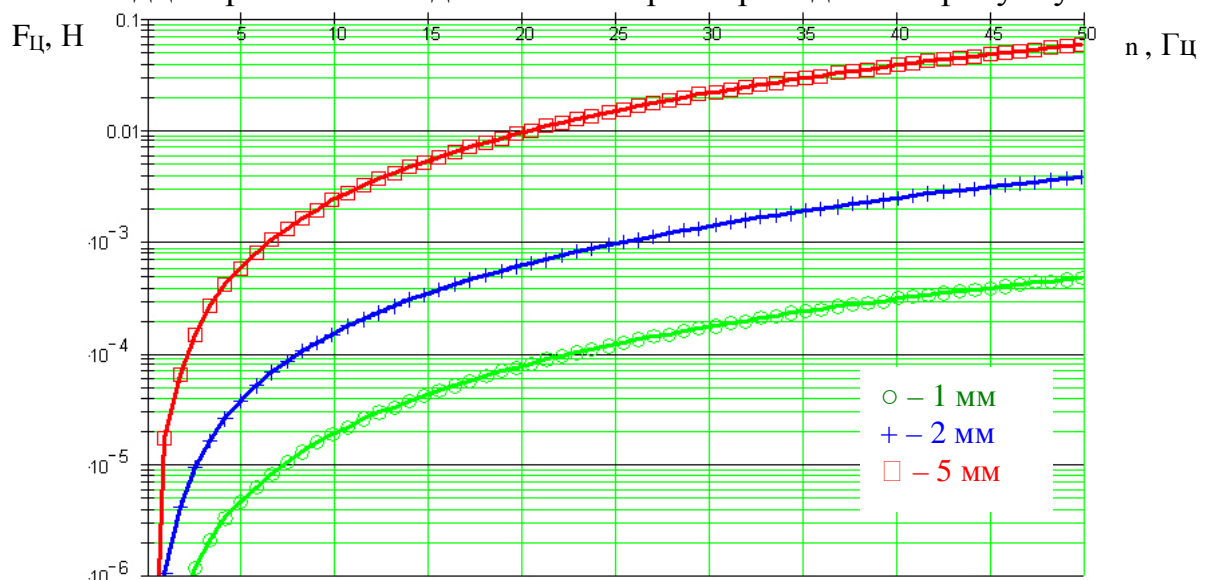


Рисунок 3 – Залежність відцентрової сили від частоти обертання для різних часток вихідної сировини

Очевидно, що значення відцентрових сил зростає, як при підвищенні частоти обертання валу, так і при збільшенні їхнього розміру. Характер зростання зображено на рисунку 3. Крім того, із урахуванням того, що на відцентрову силу впливають

одночасно і маса часток і частота обертання було створено графік, що дозволяє оцінити вагомість впливів (рисунок 4).

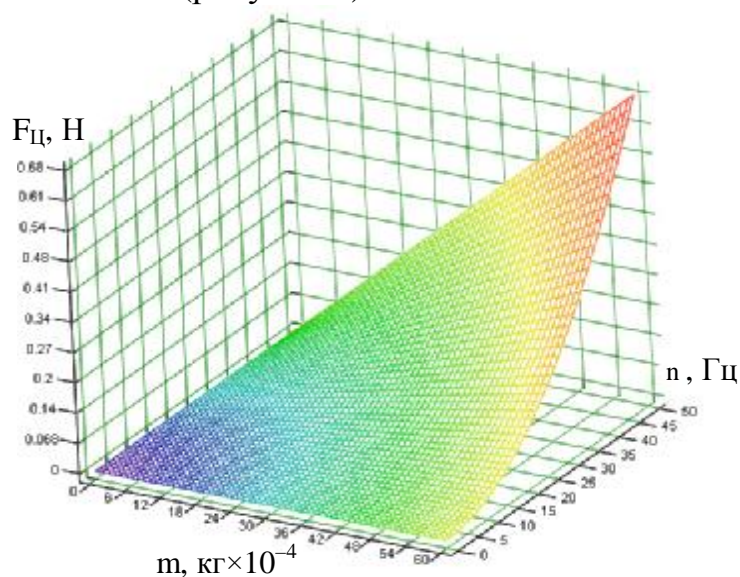


Рисунок 4 – Залежність відцентрової сили від частоти обертання та маси часток

Рисунок 4 дозволяє наочно продемонструвати та оцінити перемини у значеннях відцентрових сил при одночасному зростаанні, як частоти обертання валу, так і розміру часток.

Конструктивне оформлення системи живлення (рисунок 5) можна описати наступним чином. Пристрій складається із двох деталей (1 – стінка пристрою живлення, 2 – спіраль пристрою живлення), які виконані таким чином, що тертя між двома деталями – мінімальне на протязі всієї довжини спіралі. Стінка пристрою системи живлення з'єднана посадкою із натягом із валом машини та обертається із ним із тією ж самою частотою.

На рисунку 5 зображено декілька можливих конструкцій живильного пристрою, які відрізняються числом витків  $n$  спіралі із яких слід обрати оптимальну за своєю функціональністю.

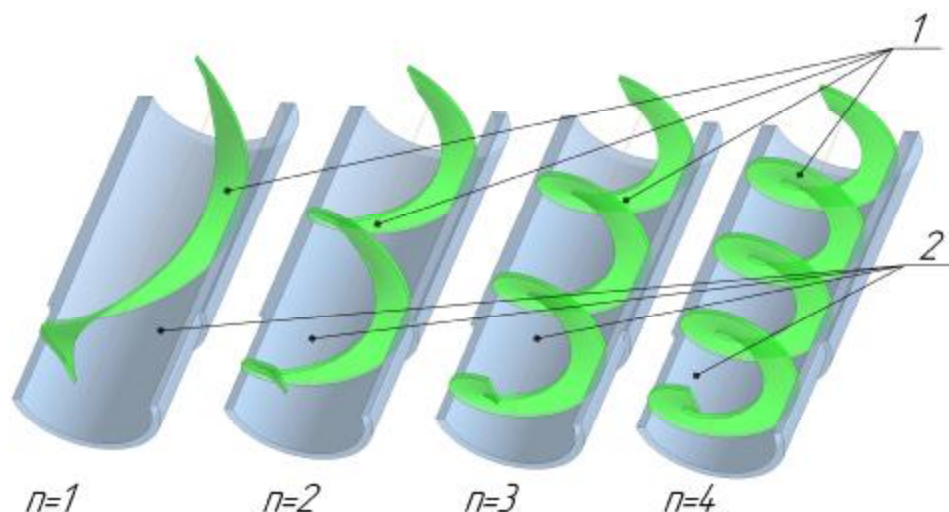


Рисунок 5 – Схеми пристроїв живлення із різним числом витків спіралі

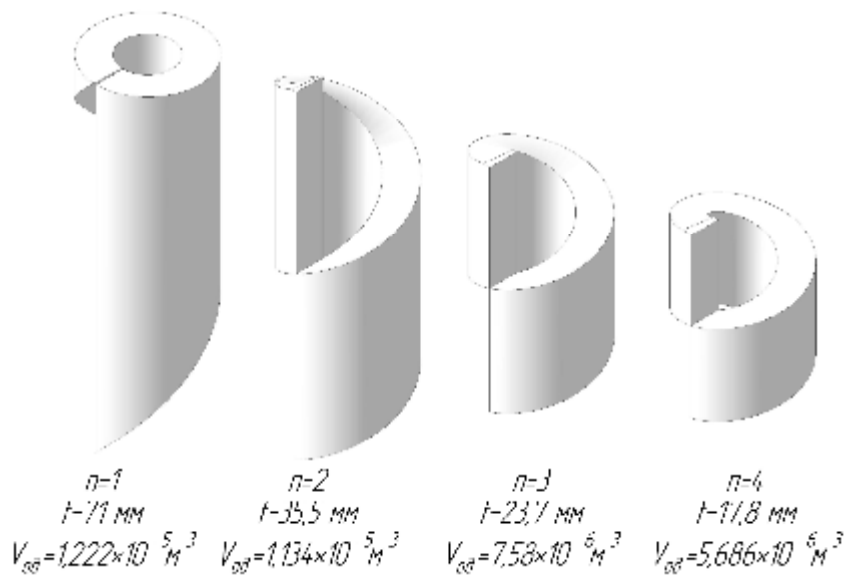


Рисунок 6 – Варіації одиничних об'ємів в залежності від спіралі пристрою

Як видно із рисунка 6, найоптимальніше (з точки зору продуктивності) число витків  $n = 1$  при кроці спіралі  $t = 71$  мм – при цих параметрах значення одиничного об'єму – найбільше. Саме такі параметри спіралі 2 гарантують безперебійність та надійність роботи системи живлення.

Цей одиничний об'єм (рисунок 6 та на рисунку 7 сірим кольором) може бути визначений як об'єм, який укладається між двома витками у випадку із декількома витками або границею витка спіралі та кінцем стінки живильного пристрою.

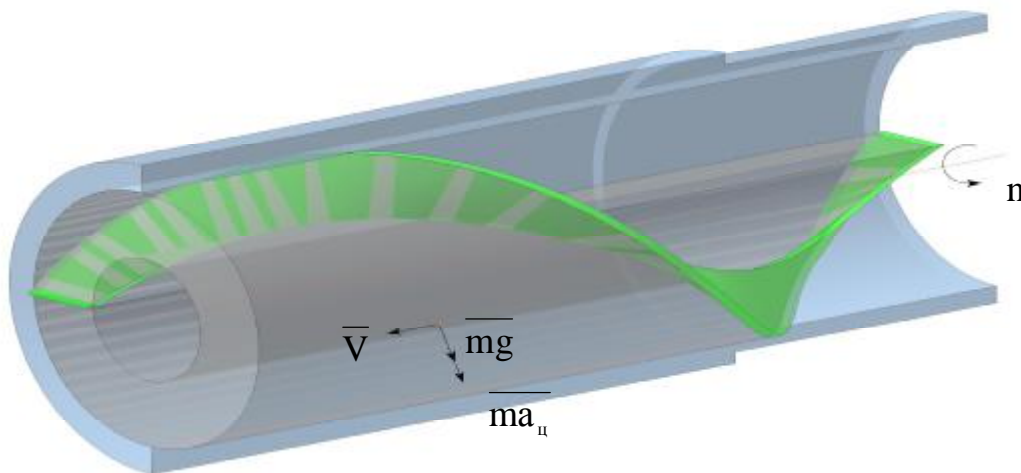


Рисунок 7 – Схема живильного пристрою та одиничного об'єму

Виготовлення пристрою живлення окремо від валу дисмембратора дає змогу змінювати продуктивність замінивши тільки живильний пристрій, та не виготовляючи новий вал, складної конструкції.

Сировина під дією власної ваги надавлює на бункер та ліву кришку корпусу дисмембратора та потрапляє до внутрішнього об'єму пристрою системи живлення.

Частки, які потрапили на стінку системи живлення починають обертатися із частотою обертання валу та під дією відцентрової сили, яка значно перевищує вагу часток придавлюється до стінок. Таким чином, статична спіраль виконує функції направляючої, по поверхні якої сировина пересувається у Т-подібному отворі валу до внутрішнього об'єму дисмембратора. Крім того, обертання біт ротора та повітря внутрішнього об'єму створюють явище розрядження у центрі робочого об'єму та надлишкового тиску повітря на його периферії. Забір повітря можливий лише через пристрій системи живлення, що в значній мірі полегшує весь процес завантаження сировини. Засобами трьохвимірного модулювання було отримано значення одиничного об'єму, яке складає  $V_{\text{од}} = 1,12 \times 10^{-5} \text{ м}^3$  (рисунок 6).

При умові, що середній лінійний розмір часток  $\bar{d} \rightarrow 0$  мм, вищезазначений об'єм можна було б напряму використовувати для визначення продуктивності живильного пристрою. Проте в випадку, що розглядається в даній роботі, ми маємо декілька геометричних груп часток матеріалу, які завантажуються – кубічні частки із гранями відповідно 1; 2; 3; 4 та 5 мм, тому є необхідність застосування насипної щільності для визначення моментальної продуктивності.

Задачу по розрахунку живильного пристрою слід сформулювати наступним чином. Визначити теоретичну продуктивність пристрою для геометричних груп часток при частотах обертів валу :  $n \in [1\ 000; 3\ 000] \text{ хв}^{-1}$  із кроком  $500 \text{ хв}^{-1}$ .

Розв'язання даної задачі зводиться до визначення кількості часток, які укладаються до одиничного об'єму. Причому, оскільки процес здрібнення не може відбуватися в живильному пристрою, число часток, які укладаються в одиничному об'ємі – має бути цілим.

Для виконання цієї вимоги математичними засобами слід виділяти цілу частину числа, що є результатом розрахунків.

$$n_1 = \left[ \frac{V_{\text{од}}}{V_1} \right], \quad (19)$$

де  $V_1$  – об'єм однієї кубічної частки із гранню  $a_1 = 0,001$  мм.

Результати розрахунків за (19) при різних значеннях  $a_N$  –  $n_1 = 1,2 \times 10^4$ ;  $n_2 = 1,4 \times 10^3$ ;  $n_3 = 414$ ;  $n_4 = 175$ ;  $n_5 = 89$  (індекс при позначенні числа часток – довжина грані дослідної групи у мм).

Таким чином, маса часток сировини заданою геометрією, що із значною ймовірністю одночасно перебувають в одиничному об'ємі живильного пристрою може бути визначена наступним чином:

$$\sum m_N = n_N \cdot V_N \cdot \rho_N, \quad (20)$$

де  $\rho_N$  – визначена раніше насипна щільність груп часток.

За результатами розрахунків за (20), отримано:  $\sum m_1 = 1,991 \times 10^{-3}$  кг,  $\sum m_2 = 1,414 \times 10^{-3}$  кг,  $\sum m_3 = 1,007 \times 10^{-3}$  кг,  $\sum m_4 = 7,277 \times 10^{-4}$  кг,  $\sum m_5 = 5,121 \times 10^{-4}$  кг. Отримані дані нанесені на графік рисунка 8, де також представлений графік, отриманий аналогічними розрахунками миттєвої продуктивності живильного пристрою при коливанні розміру кубічної грані в межах  $[0,9 \times 10^{-3}; 5,0 \times 10^{-3}]$  м.

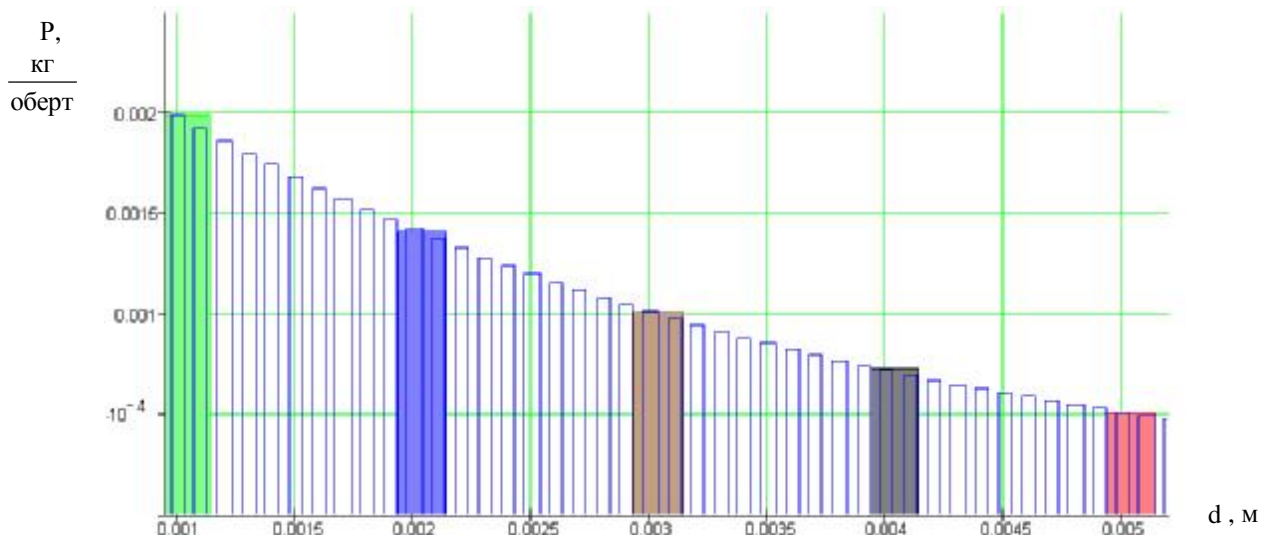


Рисунок 8 – Залежність продуктивності від розміру часток

Із рисунка 8 очевидно, що із збільшенням розміру часток продуктивність знижується.

Проведена апроксимація даних, отриманих аналітичними розрахунками визначає закон залежності миттєвої продуктивності  $P$  від розміру часток  $d$ .

$$P = f(d) = 2,8 \times 10^{-3} \cdot e^{-340 \cdot d} \quad (21)$$

На графіку рисунка 8 рішення рівняння  $P = f(d)$  нанесене стовбцями гістограми синього кольору.

Із урахуванням частоти обертів валу (із живильним пристроєм у зборці)  $n \in [1\,000; 3\,000] \text{ хв}^{-1}$  із кроком  $500 \text{ хв}^{-1}$ , нескладно перейти від миттєвої продуктивності до продуктивності за одиницю часу.:

$$P_r = 60 \cdot P \cdot n, \quad (22)$$

На рисунку 9 зображено залежність продуктивності від розміру часток та частоти обертання валу.

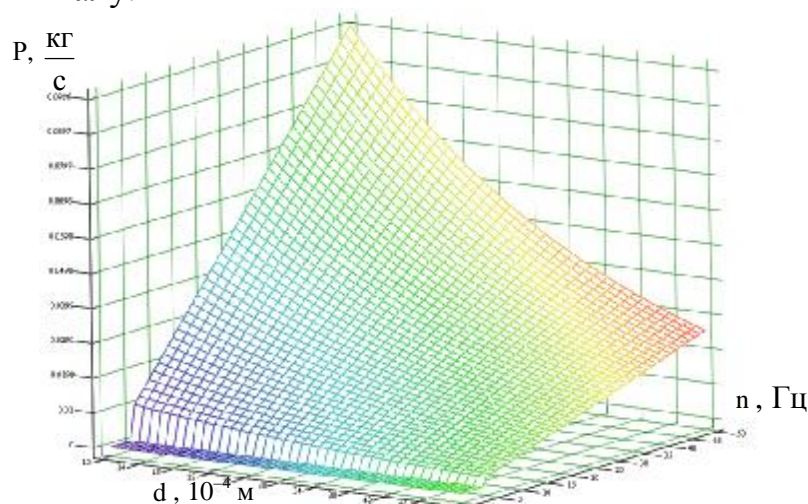


Рисунок 9 – Залежність продуктивності від розміру часток та частоти обертання валу із врахуванням меж застосування

### 3. Обґрунтування параметрів робочих органів дисмембратора

Робочі органи, які забезпечують процес здрібнення в дисмембраторі є циліндричні біти, які закріплено по концентричним окружностям статора та ротора. Ряди біт статора та ротора взаємно чергуються.



Для отримання на дослідному дисмембраторі сухої будівельної шпатлівки треба вказати вихідний розмір часток сировини та виходячи від нього робити подальші розрахунки – встановлення теоретичного ступеня здрібнення. Для прозорості розрахунків будемо використовувати в якості сировинного матеріалу монодисперсний матеріал – кубічні частки з гранями по 1; 2 та 5 мм суміші ідентичної за складом будівельній шпаклівці. Практичними методами встановлено для матеріалу межу міцності при стисканні, яка складає  $\sigma = 3,36$  МПа.

Таким чином, для отримання універсальної шпатлівки ( $d_K = 80$  мкм), із часток розміром ( $d_{II} = 5\ 000$  мкм) дійсний ступень здрібнення  $\lambda$  повинен перевищувати теоретичний  $\lambda_T = 0,005/80 \times 10^{-6} = 62,5$ .

Інакше кажучи, вихідна частка повинна зменшитися у розмірах в  $\lambda_T$  разів.

Проблема модулювання даного виду здрібнення пов'язана із неможливістю достовірного визначення числа часток, на яке розпадеться вихідна частка після одного удару. Приймаємо для розрахунків найгірший для кінцевого результату випадок, коли вихідна частка після удару перетворюється на дві рівних половини. В такому випадку, на відміну від усіх інших, процес протікає повільніше, так як отримані еквівалентні поверхні в результаті здрібнення не покращують загальної картини гранулометричного складу помелу після удару. Крім того, ґрунтуючись на уявленні про конструктивну схему та принцип роботи дисмембратора, випадок, який описано вище, виключає можливість обхідних шляхів для заново отриманих часток.

В такому разі для отримання кінцевого теоретичного ступеня  $\lambda_T = 62,5$  частка повинна випробувати на собі кількість ударів, що дорівнює – рішенню пропорції, складеної із наступних міркувань. За один удар вихідна частка втрачає 50% свого об'єму (0,5); рішення пропорції – кількість ударів, за які частка зменшиться на 625% ( $\lambda_T = 62,5$ ).

$$N_y = \frac{\lambda_T \cdot 1}{0,5}. \quad (23)$$

Таким чином,  $N_y = 125$  ударів. Оскільки основними контактними пристроями є біти ротора, доцільно в конструкції дисмембратора передбачити 125 біт ротора. Однак, дане число не може бути рівномірно розподілене по концентричним окружностям, тому приймаємо число біт ротора – 124. Це на не багато зменшить ступень здрібнення, проте дозволить компенсувати ймовірне виникнення вібрацій, до яких машина, що проектується є чутливою. Із міркувань економії конструкційних матеріалів пропонуємо розташувати біти ротора у 3 ряди по концентричним окружностям із діаметрами 78, 114, 150, 186 мм по 20, 32, 40 біт у ряду відповідно. Значення діаметрів отримані виходячи із товщини біт – 8 мм та зазорів між бітами статора та ротора.

Біти статора (особливо на периферії) не значно впливають на процес здрібнення. Їх функція – стримувати потік часток в процесі здрібнення, чим самим, збільшувати час перебування сировини у внутрішньому об'ємі машини. Тим не менш, рівномірний розподіл біт по концентричним окружностям – є важливим чинником. Втримання потоку часток повинно проходити рівномірно по всій окружності в противному випадку велика маса сировини буде концентруватися в окремих точках та створювати дисбаланс маси, а як наслідок – вібрації. Тому,

приймаємо число біт статора – 92 одиниці (у три ряди по діаметрам 96, 132, 168 у кількості 20, 32, 40 одиниці біт відповідно). На рисунку 7 приведено зображення виготовлених з металу дисків статора та ротора.



Рисунок 7 – Знаряджені бітами диски статора та ротора

#### **4 Висновки**

Дана стаття є результатом проведення розрахункової, проектної та виробничої частин. У процесі виконання розрахунків, з метою встановлення найважливіших параметрів машини для здрібнення сировинного матеріалу для потреб виробництва сухої будівельної шпатлівки, були отримані дані, які дали змогу спроектувати та виготовити лабораторний зразок машини – дисмембратора. Досліджуючи роботу системи живлення були отримані підтвердження попередніх теоретичних міркувань, щодо організації завантаження сировини до внутрішнього об'єму машини. Встановлені залежності та границі в яких доцільно використовувати означену конструкцію пристрою системи живлення дисмембратора сировиною. Значення продуктивності задовольняють потребам, висуваються до машини.

**Список літератури:** 1. А. А. Савин, В. Ф. Моисеев, Ю. А. Манойло. Процесс измельчения материалов в химической промышленности. Типология методов и моделей математического описания. Восточно-европейский журнал современных технологий. №6 (12), 2004. 2. Ю. А. Манойло, В. Ф. Моисеев, П. В. Шапоров. Сухие строительные шпатлевки. К вопросу о рецептуре и технологии производства. Восточно-европейский журнал передовых технологий № 6/1 (24) 2006. 3. Манойло Ю. А., Савина К. А., Моисеев В. Ф. Применение САД для проектирования и промышленного дизайна оборудования химического машиностроения. Восточно-европейский журнал передовых технологий №6/1(18) 2005

*Поступила в редколлегию 04.04.2008*

***В. Б. ТРОШЕНЬКИН***, канд. техн. наук, ***Н. Н. ЗИПУННИКОВ***.

## **СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТОК ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЦЕССА И КОНСТРУИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЛАВОВ**

У даній роботі наведено огляд публікацій присвячених процесу отримання водню із води. Розглянуті основні чинники, які впливають на перебіг реакції. Рекомендовані сплави для отримання водню на автономних об'єктах.

Широкое использование водорода в качестве универсального экологически чистого энергоносителя позволяет успешно решать многие важные энергетические и экологические проблемы. В связи с этим в большинстве высокоразвитых стран интенсивно разрабатываются технологии получения водорода [1].

Способы производства водорода из воды с помощью энергоаккумулирующих веществ (ЭАВ) имеют свое длительное развитие. В прошлом веке водород для наполнения радиозондовых и шаропилотных установок в полевых условиях получали растворением железных опилок в разбавленной серной кислоте [2]. По мере развития технологий получения водорода, его стали получать путем реакций растворения алюминия или кремния в растворе едкой щелочи и взаимодействия гидрида кальция с водой. Данные методы использовались для воздухоплавательных установок [3-4].

Одним из основных способов производства водорода на аэрологических станциях и др. автономных объектах является силиколевый метод, который сохранил свое значение и в настоящее время.

Силиколем называют сплав кремния и железа. Кремний является основным элементом, вытесняющим водород из воды в присутствии щелочи.

Простота обслуживания и сравнительно высокая производительность - главные достоинства установок, использующих силиколевый способ. Однако, значительный расход реагентов и их дороговизна значительно снижают конкурентоспособность рассматриваемого процесса. Поиск путей удешевления производства водорода продолжается.

В последнее время разработана технология изготовления более дешевых ЭАВ - сплавов, на основе кремния, алюминия и железа (ФСА), которые получают из неорганической части низкокалорийных углей (ФСА 11 и ФСА16) [1].

Запасы веществ, используемых в качестве ЭАВ должны быть в больших количествах, легко доступны и находиться вблизи добычи угля. Этим требованиям как раз и удовлетворяют компоненты минеральной части углей, содержащие оксиды кремния, алюминия, железа, кальция и других элементов.

Главное свое применение водород находит в химической промышленности при производстве аммиака, идущего в свою очередь на производство азотной кислоты и азотных удобрений; получение метилового спирта, синтетических

топлив; при глубокой переработке нефти; газификации угля; производстве высокооктанового моторного топлива; гидрогенизации жиров и получении различных химических соединений [5-7].

Оборудование разрабатываемых в настоящее время технологических линий включает агрегаты по восстановлению оксидов до ЭАВ и реакторные установки для производства водорода из воды [8]. Промышленное оформление процесса разложения воды зависит с одной стороны, от требований, выдвигаемых потребителем, а с другой - от технологических возможностей самих реакторных установок. Так, на современных электростанциях температура рабочего тела в газотурбинном цикле достигает 1300 °С, а давление, в частности в паровом цикле – 30 МПа.

Современные реакторные установки способны обеспечить указанные параметры, так как при взаимодействии сплавов алюминия и кремния с водой могут развиваться температуры до 2500 °С и давлении свыше 100 МПа. Однако следует учитывать характерные особенности протекающих в них процессов.

Так, для обеспечения водородоустойчивости стали необходимы добавки хрома, молибдена, ванадия и вольфрама, что позволяет использовать их до температуры порядка 700 °С. С учетом свойств сталей и продуктов реакции, температуру в реакторе следует поддерживать не выше 500-700 °С. Давление среды в реакторе также должно быть в определенных пределах. Во-первых, согласно принципу Ле-Шателье высокое давление препятствует образованию водорода и водяного пара, а во-вторых, с ростом давления повышается металлоемкость оборудования и расход электроэнергии на подачу реагентов.

Максимальный диаметр частиц ЭАВ не должен превышать 1-2,5 мм. При больших размерах частиц уплотнительные поверхности запорных элементов арматуры и насосов реакторной установки не могут обеспечить достаточную герметизацию оборудования.

Фактором, оказывающим решающее воздействие на ход реакции, являются также свойства сплавов. Как известно, на поверхности легких металлов образуется оксидная пленка. Она прочно сцеплена с поверхностью и в обычных условиях не растворима в воде. Добиться ее разрушения можно, повышая температуру или применяя раствор щелочи.

Скорость циркуляции в реакторе также является одним из основных параметров рассматриваемого процесса. Достаточно высокая скорость потока относительно твердых частиц обеспечивает смыв образующегося гидроксида с их поверхности. Постоянное обновление реакционной поверхности необходимо для поддержания высокой скорости реакции [8]. Аппаратурное оформление рассматриваемых реакций имеет свое длительное развитие, что связано с разработкой установок, производящих водород для наполнения радиозондовых и шаропилотных оболочек в полевых условиях.

Для этих целей в качестве основных водородгенирующих сплавов были рассмотрены (масс. %): **ФСА 11** – Fe-18.15, Si-61.9, Al-11.13, Ti-0.68, Mg-0.15, Ca-4.0, P-0.059, S-0.04; **ФСА 16** - Fe-17.5, Si-60.4, Al-15.8, Ti-0.84, Mg-0.22, Ca-3.6, P-0.088, S-0.04; **ФСА 17** - Fe-7.3, Si-75.8, Al-16.9; **ФСА 18** - Fe-7.2, Si-74.8, Al-18; **ФСА 25** - Fe-10, Si-65, Al-25; **ФСА 34** - Fe-5.8, Si-60.6, Al-33.6; **ФСА 38** - Fe-25.6, Si-35, Al-38, Ti-0.15, Mg-0.08, Ca-0.8, P-0.05, S-0.06, Mn-0.05, C-0.03; **ФСА 57** - Fe-24.5,

Si-16.8, Al-57, Ti-0.23, Mg-0.06, Ca-0.99, Mn-0.1, P-0.169, S-0.014, C-0.04; **ФСА 62** - Fe-17.7, Si-18.7, Al-61.9, Ti-0.26, Mn-0.07, S-0.093, Mg-0.068, Ca-1.114, P-0.033, C-0.022; **ФСА 77** - Fe-7.84, Si-13.8, Al-77.2, Ti-0.19, Mg-0.05, Ca-0.83, P-0.02, S-0.34, Mn-0.01, C-0.008; **ФС 75** - Fe-20-25, Si-74-80, Al-0.6, Cr-0.5, P-0.05, S-0.03; **алюминиевый сплав** - Ti-0.5-3, Cd-0.5-3, Sn-0.5-3, In-0.5-3, Ga-0.5-3, Al - остальное [10]. Эталон для сравнения - активированный алюминий **АГ505И5** - Al-85, Ga-5, Sn-5, In-5 [11].

Исследование процесса показало, что наибольшей активностью обладают сплавы ФСА11 и ФСА 16, полученные из неорганической части низкокалорийных углей [9]. Это объясняют значительной неоднородностью поверхности и рыхлой структурой частиц. Другой причиной является наличие естественных примесей, которые в растворе щелочи создают микрогальванопары, способствующие интенсивному размыванию оксидного слоя. Эти сплавы рекомендованы для получения водорода в автономных условиях.

При получении водорода на передвижных установках на первый план выдвигаются такие требования, как возможность быстрого запуска установки, простота технологической схемы, небольшой вес и объем оборудования, хорошая транспортабельность исходных веществ, легкость перезарядки сырьевых емкостей, несложный монтаж и демонтаж установки.

Эти требования были частично выполнены при создании реакторной установки полупериодического действия [8]. Реактор представлял собой цилиндрическую емкость объемом 12,7 дм<sup>3</sup>, снабженную штуцерами для загрузки ЭАВ, подачи воды, отвода водорода, выгрузки продуктов реакции и подсоединения КИП. Распределение жидкости в слое порошка обеспечивали разветвленной системой каналов для ее подвода, состоящей из вертикального коллектора, по высоте которого в трех местах установлено по три штуцера, заканчивающихся наконечниками с цилиндрическими соплами по 9 штук в каждом. В состав реакторной установки, помимо реактора, насоса и газового фильтра, входят: емкость и фильтр для воды, обратный клапан между насосом и реактором, а также трубопроводы, соединяющие реактор с емкостью воды и системой питания двигателя. При загрузке в реактор 10 кг алюминиевого порошка и подаче 12,5 л воды получали 6 м<sup>3</sup> водорода. Температура в реакторе достигала 390 °С, а максимальное давление – 4 МПа. Максимальная производительность составила 1,62 кг/ч водорода.

Для снабжения водородопаровой смесью двигателя автомобиля, были созданы струйный многоходовый реактор и высокооборотный винтовой насос для перекачивания пульпы и выгрузочных клапанов, работающих в пульсационном режиме [8]. Реактор имеет диаметр 60 мм и длину 400 мм, при этом предусмотрена рециркуляция продуктов за счет энергии струй образующейся газовой смеси. Давление в реакторе - 0,6 МПа, температура – 1000 °С.

В составе стационарной установки периодического действия для обеспечения водородом стенда тепловых двигателей, реактором служит двухгорловый баллон емкостью 80 л. В состав установки входят: емкость для раствора едкого натра, бункер ферросилиция, конденсатор, сепаратор, редуктор, огнепреградитель, водородные баллоны и трубопроводы с соответствующей арматурой.

Установка с двухгорловым баллонным реактором емкостью 200 л, содержит

две технологические линии, каждая из которых включает: конденсатор, сепаратор влаги, осушитель, баллоны для хранения водорода. Общее для обеих линий оборудование: емкости для хранения щелочи, насосы низкого давления для подачи щелочи в промежуточную емкость и высокого давления для закачивания щелочи в реактор, бункер для хранения комкового ферросилиция, размольное оборудование и контейнеры для перевозки молотого сплава ферросилиция к реакторам, системы обогрева и охлаждения реакторов, емкость для хранения продуктов реакции. Установка снабжена необходимыми предохранительными клапанами и контрольно-измерительными приборами.

Для снабжения водородом и водородопаровой смесью испытательных стендов поршневых двигателей и турбин, разработана реакторная установка непрерывного действия производительностью 70 кг/ч водорода и 2,5 т/ч водяного пара. Параметры установки рассчитаны для известного процесса взаимодействия ферросилиция и водного раствора едкого натра. Реактор имеет принудительную циркуляцию продуктов. Диаметр и длина его составляют соответственно 0,6 и 1,85 м; диаметр и длина сепаратора - 1,2 и 2,78 м; общая длина аппарата - 7,95 м. Температура среды - 251 °С, давление – 4 МПа.

Установка снабжена системой подготовки пульпы исходных веществ, удаления конечных продуктов реакции и включает следующее оборудование: емкость для воды, бункер ферросилиция, мешалку для приготовления водной пульпы ферросилиция, насос подачи пульпы в реактор и теплообменник для ее подогрева, пульсирующие клапаны на линии слива продуктов реакции, аппарат отделения и промывки остаточного водорода, емкость для пульпы продуктов реакции, фильтр и насосы.

Оборудование газовой линии установки имеет в своем составе: конденсатор, сепаратор, осушитель, водородоперегреватель, компрессор для нагнетания в общую линию остаточного водорода.

Одним из испытанных автономных водородных генераторов является АВГ-45 емкостью 0,045 м<sup>3</sup> [9]. Реактор АВГ-45 снабжен термопарами для измерения температур пульпы, газа и наружной стенки баллона в нижней части. Давление, развиваемое в ходе реакции, определяют образцовым манометром. По давлению и объему свободной части баллона оценивают количество образующегося водорода. Сброс газа в атмосферу производят через конденсатор, сепаратор и расходомер ГСБ-400.

Исследованиям процесса в АВГ-45 предшествовали испытания кинетического реактора объемом 1,13·10<sup>-3</sup> м<sup>3</sup>.

Характеристики рассмотренных водородных реакторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики водородных реакторов

Объем, $V \cdot 10^3, \text{ м}^3$	Диаметр, $d, \text{ м}$	Длина, $l, \text{ м}$	Масса, $m, \text{ кг}$	Рабочее давление, $P, \text{ МПа}$	Высота уровня жидкости, $h, \text{ м}$
1,13	0,072	0,25	51	50	0,12
45	0,205	1,54	64	15	0,3
80	0,304	1,38	135	15	0,9
200	0,338	2,62	540	40	0,8

Авторами [8, 9, 12] отработаны режимы эксплуатации АВГ-45. Обнаружено, что основные характеристики процесса (время и уровень развития температуры и давления, скорость и полнота реакции, условия выгрузки) в большей мере зависят от соотношения загружаемых компонентов, чем от концентрации щелочи.

Анализ проведенного обзора позволил наметить задачи дальнейших исследований: изучить магниевые сплавы, сплавы включающие добавки щелочных и щелочноземельных металлов и уточнить метод расчета баллонных реакторов высокого давления.

**Список литературы:** 1. Зипунников Н. Н., Трошенькин В. Б. Разработка процесса получения водорода из воды с использованием энергоаккумулирующих веществ. - Харьков, 2008. - Препринт НАН Украины, Ин-т проблем машиностроения. - 23 с. 2. Тейлор Г. Производство водорода. - Л.: Науч. хим. техн. изд. - во. Всехимпром ВСНХ СССР, 1930. - 180 с. 3. Родякин В. В. Кальций, его соединения и сплавы. - М.: Металлургия, 1967. - 188 с. 4. Когутов И. Л. Газовое дело в дирижаблестроении. - М.: Редакцион. - издат. отд. Аэрофлота, 1938. - 328 с. 5. Глинка Н. Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов. - 23-е изд., стереотипное/Под ред. В. А. Рабиновича. - Л.: Химия, 1983. - 704 с. 6. Козин Л. Ф., Волков С. В. Водородная энергетика и экология. - Киев: Наук. думка, 2002. - 336 с. 7. Козин Л. Ф., Волков С. В. Современная энергетика и экология: проблемы и перспективы. - Киев: Наук. думка, 2006. - 775 с. 8. Трошенькин В. Б., Долгих Т. Н. Водородные реакторы. Препринт - 159. ИПМаш АН УССР, Харьков: 1981. - 20 с. 9. Трошенькин В. Б. Совершенствование процесса и реактора по производству водорода из воды при помощи сплавов, получаемых из неорганической части углей: Автореф. дис. канд. техн. наук. - Х.: Харьк. гос. политехн. ун-т, 1999. - 16 с. 10. А.с. 1108773 СССР, МКИ С 22 С 21/00. Сплав на основе алюминия для получения водорода/Л. Ф. Козин, В. А. Сахаренко, Б. А. Трошенькин. 1984. - Бюл. № 30. 11. А.с. 535364 СССР, МКл С22, С21/00. Сплав на основе алюминия для получения водорода/Сокольский Д. В., Козин Л. Ф., Бармин В. П. и др. - Опубл. 26.11.76. Бюл. № 42. 12. Рыбаков Е. Т. Теория и практика получения водорода на аэролоических станциях//Труды Главн. геофизич. обсерватории, 1967. - Вып. 214. - С. 106-113.

*Поступила в редколлегию 16.04.2008*

**УДК 621.317.71**

**С.А.ПРИВЕДЕНИЙ, В.М.ПОЛИЩУК**, канд. техн. наук,  
**В.Ф.РОЙ**, д-р. фіз.-мат. наук

## **ЕЛЕКТРОННИЙ ЛІЧИЛЬНИК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

Пропонується конструкція багатофункціонального електронного лічильника електричної енергії на основі процесора Intel XScale Windows Mobile, керованим операційною системою Microsoft Windows Mobile, що дає змогу суттєво покращити функціональні можливості контролю спожитої електроенергії.

Електронні лічильники електричної енергії суттєво переважають по своїм функціональним та експлуатаційним характеристикам електромеханічні, тому поступово витісняють останні з багатьох категорій споживачів: житлових, комерційних та промислових об'єктів за рахунок гнучкості та відносно невеликої вартості. Електронний лічильник зокрема дозволяє виміряти та зафіксувати втрати електроенергії в різні часові інтервали, що дає змогу енергопостачальній компанії

впроваджувати багато тарифні системи, засновані на інформації про споживання в різні відрізки доби. Електронні лічильники електроенергії дають змогу реалізувати функцію автоматичного зчитування шляхом передачі даних обліку по мережі. Крім того вони мають підвищену точність і можливість бути захищеними від крадіжок та спроб викривлення результатів обліку спожитої електроенергії.

В настоящий час багато фірм розробляють та пропонують різні схеми електронних лічильників на основі модульних рішень, що дає можливість програмно адаптувати їх до специфічних вимог споживачів [1].

Одним із найбільш відомих приладів такого типу є електронний лічильник спожитої електричної енергії фірми Siemens, який містить стандартний набір основних функціональних елементів: датчики струму та напруги, таймер, багатофункціональний мікропроцесор, PLC модем, електронний індикатор [2].

Основним недоліком такого лічильника є обмежені функціональні можливості, які не дозволяють крім спожитої електричної енергії контролювати інші важливі параметри, зокрема якість.

Найбільш сучасним за технічними характеристиками можна вважати електронний лічильник типу «Меркурій 230» виробництва фірми «ИНКОТЕКС», що дозволяє проводити комерційний та технічний облік активної та реактивної електричної енергії, яка споживається в однофазних або трьохфазних мережах змінного струму частотою 50 Гц [3]. Лічильник містить датчики струму та напруги, таймер, драйвер, багатофункціональний мікропроцесор, PLT та GSM модеми, рідкокристалічний індикатор.

Електронний лічильник працює наступним чином. З датчика струму та напруги сигнали через два диференційних входа подаються на мікропроцесор де відбувається перетворення їх за допомогою АЦП у цифровий вигляд. Далі відбувається підрахунок активної, реактивної та повної потужності, підрахунок миттєвих і середньоквадратичних значень струму та напруги. Підраховані дані з виходу мікропроцесора виводяться на рідкокристалічний індикатор з якого візуально зчитуються.

Основними недоліками даного електронного лічильника є:

- неможливість проводити програмування його функцій для отримання різноманітних даних по спожитій електроенергії для конкретного типу споживачів;
- неможливість отримання та виводу на екран індикатора одночасно декількох параметрів в тому числі у таблично-графічній формі;
- недосконалість елементів обробки та виводу інформації, що не дозволяє підключатись безпосередньо без додаткових пристроїв до автоматичної системи контролю та обліку електроенергії - АСКОЕ, АССОД, тому виникає необхідність в удосконаленні таких електронних лічильників за рахунок введення нових конструктивних елементів, що дають додаткові функціональні можливості, зокрема встановлення (оновлення) на його основі необхідного для даного конкретного виду споживачів програмного забезпечення та одночасно виводити на екран дисплею декілька параметрів спожитої електричної в тому числі в графічно-



табличному вигляді, а також підключатись безпосередньо до систем автоматичного контролю та обліку.

Поставлене завдання розширення функціональних можливостей електронного лічильника вирішується тим, що в схему електронного лічильника спожитої електроенергії замість центрального процесора встановлюємо електронно-обчислювальний на базі карманного персонального комп'ютера (Stepт) (КПК) з клавіатурою та 4-х позиційним джойстиком, блоком програмного забезпечення, USB-портом, а замість рідкокристалевого індикатора - дисплей типу e-paper з використанням технології e-ink (рис. 1).

Сутність ідеї полягає у тому, що в результаті введення електронно-обчислювального пристрою на базі КПК (Stepт) (наприклад Acer N311 з процесором Intel XScale Windows Mobile, керованим операційною системою Microsoft Windows Mobile) з клавіатурою та 4-х позиційним джойстиком, блоком програмного забезпечення, дисплею типу e-paper, з'являється можливість здійснювати програмування та перепрограмування лічильника згідно особливостей та типу користувачів та отримувати одночасно декілька параметрів, у тому числі у таблично-графічному вигляді, спожитої електроенергії, інформацію про кількісні та якісні характеристики, безпосередньо підключатися до системи автоматичного збору та обробки інформації, що дає змогу контролювати дані в автоматичному режимі, а також виконувати ряд додаткових функцій.

Принцип дії функціональної схеми запропанованого лічильника полягає у наступному. Принцип дії функціональної схеми запропонованого лічильника полягає у наступному. При включенні лічильника протягом 15 с. вмикається дисплей, завантажується операційна система (Windows Mobile) та основні прикладні програми і лічильник переходить в режим індикації поточних вимірювань.

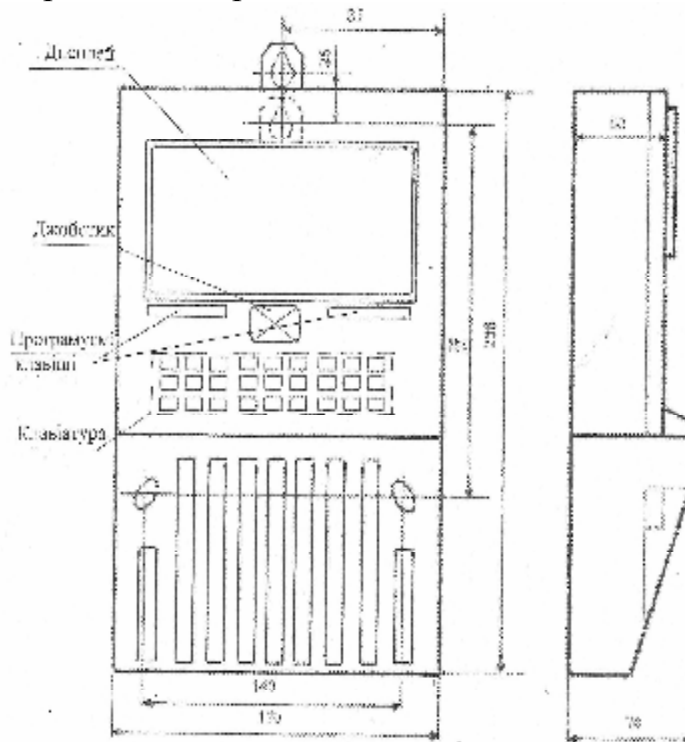


Рис. 1. Конструкція електронного лічильника.

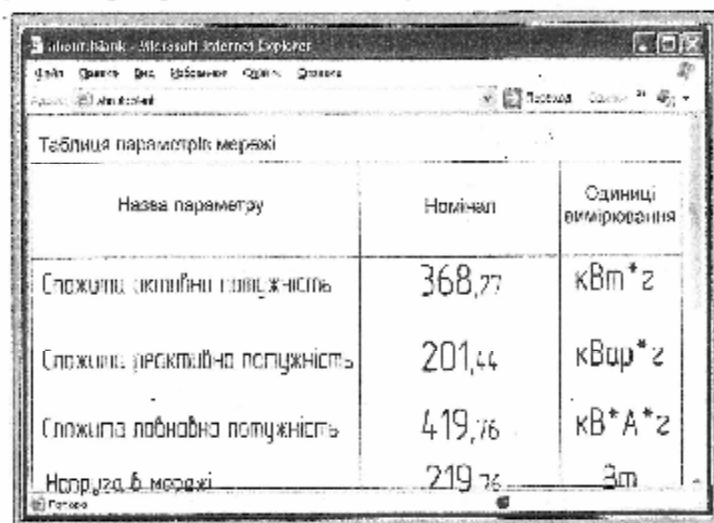
Дисплей лічильника за допомогою клавіш може працювати в наступних режимах:

- режимі індикації електроенергії, що споживається по поточному тарифу;
- режимі індикації будь-якого іншого параметру (напруги, струму,  $\cos \varphi$ , перекося фаз, тощо), яка на даний момент важлива для споживача;
- режимі індикації кількох величин.

Показання облікової енергії по тарифним зонам можуть бути зняті як з дисплею лічильника, так і через PLC-адаптер. Лічильник відображає на дисплеї споживання електроенергії в 8 розрядах: 6 великих знаків до коми відповідають цілим значенням кВт-год., а два дрібних знака після коми — сотим долям кВт-год. При включенні лічильника за замовчуванням на дисплеї з'являється кількість активної енергії споживаної за даним тарифом за весь час функціонування лічильника. Ця величина відображається в кВт-год., з дискретністю 0,01 кВт-год. З правої сторони від числа відображаються одиниці вимірювання даної величини (кВт-год), з лівої - висвічується тариф, за яким проходить розрахунок (грн.). Лічильник має два режими: ручний та автоматичний. В автоматичному режимі на дисплеї послідовно відображається інформація про спожиту електроенергію: активну, реактивну, повну, тариф, сума тарифу і т.д. Кількість параметрів що виводиться в автоматичному режимі визначається споживачем і програмується за допомогою клавіатури лічильника. Також можливе одночасне виведення всіх потрібних параметрів на дисплей (рис. 2). Кількість та порядок відображення параметрів задається споживачем.

#### Режими індикації енергії по діючим тарифам

При включенні лічильника за замовчуванням на дисплеї з'являється кількість активної енергії споживаної за даним тарифом за весь час функціонування лічильника. Ця величина відображається в кВт-год., з дискретністю 0,01 кВт-год., (два знаки після коми). З правої сторони від числа відображаються одиниці вимірювання даної величини (кВт-год.). З лівої сторони висвічується тариф, за яким проходить розрахунок (грн.)



Назва параметру	Номінал	Одиниці вимірювання
Спожита активна потужність	368,77	кВт*г
Спожита реактивна потужність	201,44	кВар*г
Спожита повна потужність	419,76	кВ*А*г
Напруга в мережі	219,76	В

Рис. 2. Одночасне виведення декількох параметрів на дисплей.

Лічильник має два режими індикації: ручний та автоматичний.

В автоматичному режимі на дисплеї послідовно відображається інформація про спожиту електроенергію: активну, реактивну, тариф, сума тарифу і т.д. Кількість параметрів що виводиться в автоматичному режимі визначається споживачем і програмується за допомогою клавіатури лічильника. Також можливе одночасне виведення всіх потрібних параметрів на дисплей. Кількість та порядок відображення параметрів задається споживачем.

Для огляду всіх потрібних параметрів електромережі в ручному режимі потрібно вибрати МЕНЮ → ПАРАМЕТРИ МЕРЕЖІ та переглянути всі параметри в довільному порядку.

#### Зняття даних з лічильника

Зняття даних з лічильника можливо не лише візуально (безпосередньо знаходячись біля нього), але і по локальній мережі через PLC - адаптер.

Якщо лічильник працює в складі АСКОЕ, то в першу чергу він налаштовується на передачу інформації на автоматизоване робоче місце (АРМ) - диспетчера енергопостачальної компанії.

АРМ диспетчера є головною складовою в АСКОЕ та має прямий доступ до лічильників. На АРМ - диспетчери встановлюється спеціальне програмне забезпечення (ПЗ), що дозволяє відображати структуру АСКОЕ та знімати показання в режимі реального часу довільно з декількох точок обліку одночасно. Також можливе зняття показань з лічильника з будь-якого комп'ютера без спеціального програмного забезпечення. Це можливо як в режимі реального часу, так і отримувати готові данні за певний період часу.

#### В режимі реального часу - через WEB-інтерфейс.

В даному режимі набирається IP-адреса лічильника (видається при підключення в мережу). Після підключення до лічильника виводиться запит авторизації (логін, пароль). Після авторизації (за замовчуванням) виводиться показання спожитої енергії за весь час експлуатації лічильника, одиниці вимірювання та діючий тариф. Можливе налаштування та перегляд інших видів показань. Також можливий перегляд інформації за певний період часу, використовуючи пункт меню «АРХІВ». В АРХІВІ лічильник зберігає інформацію за 20 років експлуатації. При заповненні архіву з нього видаляється найстаріша інформація.

#### Додаткові функції (за умови підключення до АСКОЕ)

Додатково лічильник може самостійно відправляти інформацію про спожиту енергію. Відправка може бути як у вигляді e-mail, sms, та поштового листа. Також можливе налаштування відображення на дисплеї в режимі реального часу (отримання даних за певний період часу), показників з декількох лічильників, які підключені до АСКОЕ (територіально лічильники можуть знаходитись на великих відстанях). Лічильник також може групувати та проводити обробку даних виводячи їх на дисплей в зручному форматі для споживача, та можливе відправлення результатів на друк (через USB, Bluetooth, WI-FI) безпосередньо з лічильника.

Лічильник має функцію підготовки розрахункових квитанцій на оплату за спожиту електроенергію.

#### Програмування лічильника.

Програмування може виконуватись як з АРМ - диспетчера яке має функції віддаленого адміністратора, так і за допомогою клавіатури лічильника та текстових підказок на дисплеї.

Оновлення програмного забезпечення, або встановлення нового ПЗ проводиться із сервера (АРМ - диспетчера) з бази ПЗ (якщо лічильник підключений до АСКОЕ). Або з будь-кого носія який може бути підключений до лічильника через USB, Bluetooth, WI-FI.

**Список літератури:** 1. Новая платформа для интеллектуальных счетчиков электроэнергии. // Новости электроники.- 2005.- №7.- С.29-30. 2. Електронний лічильник фірми Siemens. // Електроенергетика і електрифікація. -2000. -№2. -С. 41-42. 3. Инструкция по эксплуатации электронного счетчика Меркурий 230. // С-Пб. -2002. -8с.

*Поступила в редколлегию 14.04.2008*

**Г.В. ВИШНЕВЕЦЬКИЙ**, професор, канд. техн. наук, **Т.С. ЗАПЕТРУК**

### ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ГОЛОВНИХ БАЛОК КРАНІВ

В данной статье рассмотрены вопросы выбора оптимальности конструкций главных балок кранов. Предложены конструкции главных балок кранов, которые имеют позитивные перспективы за счёт уменьшения их массы и увеличения жесткости.

Несівна металоко́нструкція крану попри те, що вона несе основну навантажу, тим самим несучи відповідність за безпеку експлуатації і може нести певну загрозу для персоналу, вона несе головну частку інформації про поточний рівень безпеки крану і про найголовніші техніко-економічні показники, наприклад, металомісткість крану, матеріаломісткість підкранових споруд тощо.

Відомо, що за гранично малого розсіяння енергії (дисипації) максимальні напруження в пружному елементі в разі миттєвого навантаження чи розвантаження вдвічі перевищують напруження робочого навантаження в статиці. Звичайно, реально коефіцієнт динамічності  $k_{ДИН} < 1,2$  але нікого не здивує  $k_{ДИН} = 1,4 \div 1,5$ .

Отже, три хвилі слабо затухаючих вільних коливань в ході одиничного підймання вантажу масою  $Q$  адекватні трьом циклам підймання у статичному режимі вантажу масою  $(1,2 \div 1,3)Q$ .

Цілком очевидно, що зменшення маси породжує збільшення “хиткості” крану. Щоправда, є певний резерв зменшення маси за деякого компромісного збереження жорсткості. Певного резерва зменшення маси головних балок за непропорційного зменшення жорсткості забезпечує діагональна побудова бокових стінок – трапецієвидний переріз балки. Більша жорсткість – менший період коливань, менша тривалість дії вільних коливань, перехідний процес може бути майже невідчутним.

Отже, досконалі кранові балки мають забезпечити високі власні частоти крану (програма-мінімум) і високі дисипативні властивості (програма-максимум).

Запишемо цільову функцію – різницю зведених витрат на 1 тону вантажу за базовим та проектним варіантами:

$$\Delta\Pi = \frac{1}{A} \left[ (P_{БАЛ}^Б - P_{БАЛ}^{ПП}) (1/T_{ОК} + \alpha_M) + b_M^Б P_{БАЛ}^Б - b_M^{ПП} P_{БАЛ}^{ПП} \right] \quad (1)$$

Тут  $P_{БАЛ}^Б; P_{БАЛ}^{ПП}$  – вартість головної балки крану в базовому та проектному варіантах, у.о.;

$\alpha_{ОМ}, T_{ОК}$  – частка щорічних амортизаційних відрахувань на реновацію, у.о./рік та термін окупності, рік;

$A$  – річна вантажопереробка крану, Т/рік;

$b_M^Б; b_M^{ПП}$  – щорічні витрати, пов’язані з ремонтами головних балок для базового та проектного варіантів, у.о./рік.

Як бачимо, в формулі (1) фігурують дві величини -  $b_M^Б$  та  $b_M^{ПП}$ , визначення яких є дуже проблематичним. Справа в тім, що відмова головних балок внаслідок значних дефектів є явищем неординарним, яке відбувається:

надто часто, як будь-яке інше, що містить загрозу драматичних чи навіть трагічних наслідків;

дуже рідко, якщо його розглядати як чинника щорічних витрат.

Отже, нині треба орієнтуватися на інший критерій. Нам треба визначити комплекс геометричних параметрів головної балки, який би забезпечував потрібний запас міцності балки за мінімальної маси та максимально можливої жорсткості (вертикальної та горизонтальної) – як чинника довговічності та надійності.

Звичайно, йдеться не про абсолютні цифри показників маси та жорсткості, а про такі, що є віднесеними до відповідних показників балки базового крану, причому базова балка має бути такою, що сконструйована на підставі традиційних рекомендацій для балок традиційної конструкції.

Отже, критерій оптимальності комплексу параметрів

$$Cr = \frac{(a_v I / I_B + a_h I_h / I_{hB})}{M / M_B}, \quad (2)$$

де  $I$ ,  $I_B$  – моменти інерції перерізу проектованої та базової балки у вертикальній площині,  $m^4$ ;

$I_h$ ,  $I_{hB}$  – моменти інерції перерізу проектованої та базової балки у горизонтальній площині,  $m^4$ ;

$\alpha_v$ ,  $\alpha_h$  – вагові коефіцієнти, що визначають пріоритетність показників (орієнтовно  $\alpha_v=0,8 \div 0,95$ ;  $\alpha_h=0,2 \div 0,05$ );

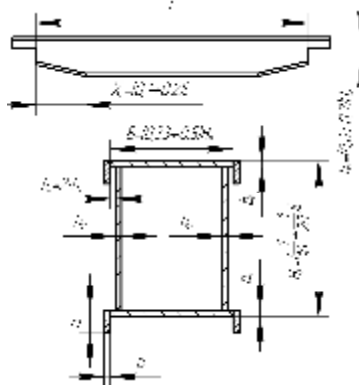
$M$ ,  $M_B$  – повна маса проектованої та базової балки, кг.

Традиційна конструкція балки – то прямокутний переріз із замкненим контуром в основній частині і дві скошених ділянки на кінцях – рис. 1.

Критерій оптимальності нами щойно визначений.

Обмеження стосуються величини напружень у небезпечному перерізі- в центрі прогона балки. Окремим обмеженням є забезпечення показника жорсткості в горизонтальній площині на рівні не нижче, ніж у базовому варіанті.

Застосування в якості головних балок відрізків стандартних прокатних профілів чи композицій із них не може претендувати на оптимальність: і за жорсткістю, і за металомісткістю такі балки є гіршими. Більш перспективними визнаються двотаврові композиції листових елементів. Але ті конструкції з незамкненим контуром переріза практично безсилі проти крутних навантажень.



**Рисунок 1 – Традиційна конструкція балки з додатковими реберцями**

Відомо, що найголовнішим чинником крутних деформацій балок є нецентреність прикладання рухомого навантаження від коліс вантажного візка. За нормами відхилення осі підвізкової рейки від центральної осі балки обмежене 15 мм. Такий

завеликий допуск нехарактерний для машинобудування. Відкрита конструкція може мати багато варіантів, але одна ознака є незаперечною: пара вертикальних стінок мають передати свої функції одній вертикальній стінці і при тому втративши функції чинника горизонтальної жорсткості балки.

У найпростішому варіанті маємо балку, переріз якої показаний на рисунку 2. Дана конструкція недостатньо приваблива попри те, що вона є відкритою.

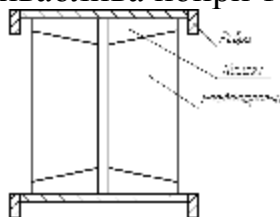


Рисунок 2 – Балка відкритої конструкції з напівдіаграмами

Досвід експлуатації головних балок двотаврового перерізу показує, що найбільш слабкою ланкою такої конструкції є вузол кріплення верхнього поясу з вертикальною стінкою: кромка стінки зминається, а зварні шви руйнуються. Водночас маємо традиційного чинника ризику руйнації швів між верхнім поясом та діафрагмами. Щоправда, у відкритій конструкції це порушення легко виявляється.

Наважуючись на оптимізацію проектних параметрів балки, не можемо обійти увагою особливостей дії ходових коліс візка на верхній пояс. Тож спробуємо суттєво зменшити чинника ризику руйнування зварних швів у верхній частині балки. На рис. 3а показаний варіант бездіафрагмової конструкції балки, на рис. 3б – комбінований варіант. Обидва варіанти різною мірою зменшують гостроту питання щодо порушень верхнього поясу під дією рухомого навантаження: в будь-якому разі деформативність верхнього поясу істотно зменшується, що поліпшує умови роботи зварних з'єднань. Наступним кроком має бути оптимізація параметрів головної балки відкритої конструкції з гофрованою стінкою. Розглянемо основного бездіафрагмового варіанта.

Базовою є модель, розглянута в попередньому розділі.

Відмінність полягає в тім, що з моделі треба усунути все те, що стосується діафрагм (великих та малих) і вертикальних стінок.

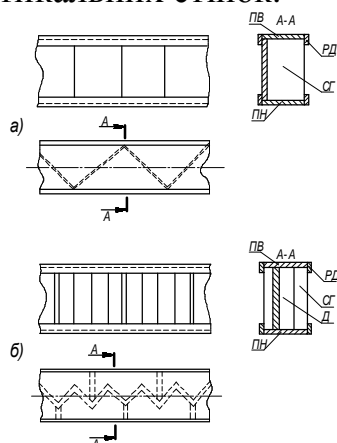


Рисунок 3 – Балка з гофрованою стінкою

а – бездіафрагмовий варіант, б – комбінований варіант

Отже, зменшуючи масу головної балки крану, ми повинні подбати про підвищення жорсткості конструкції (притому мають бути зменшені робочі напруження, тобто підвищений запас міцності), а також про підсилення впливу дисипативних чинників.

**Список литературы:** 1. *Martin Scheffler FORDERTECHNIK UND BAUMASCHINEN – Fordermaschinen.* 2. *Martin Scheffler FORDERTECHNIK UND BAUMASCHINEN – Grundlagen der Fordertechnik-Elevente und Triebwerke.* 3. *А.В.Вершинский Исследование оптимальных металлоконструкций и деталей подъемно-транспортных машин:* Изд. Саратовского ун-та, 1987. -112 с.

*Поступила в редколлегию 25.03.08*

УДК 621.86.87

**В. В. ОФИЙ**, доцент, канд. техн. наук, **П. П. ГОРБАКОВА**

## **К ВОПРОСУ О ПЕРЕКОСЕ ХОДОВЫХ КОЛЕС МОСТОВЫХ КРАНОВ**

Для того чтобы определить ходовые характеристики крана, нужно принимать во внимание не только закономерности замыкания сил между ходовым колесом и рельсом, условия осуществления процесса движения и ориентации направления крана, но также и возникающие при этом горизонтальные силы.

В более широкой практике понятие рельсовые краны, и, в частности, мостовые краны можно определить как транспортные средства с собственным приводом и рассматривать их как таковые. Но от классических рельсовых транспортных средств, например, таких как железнодорожные вагоны, их отличают, впрочем, почти все технические параметры. Кран имеет значительно более высокие значения колесных усилий (сил, действующих на колесо и рельс), другие контактные условия и соотношения в плоскости базы колес, но с другой стороны, значительно более низкие скорости передвижения, чем те, которые обычно имеют место в железнодорожной технике. Важнейшее, решающим образом влияющее на ходовые характеристики различие заключается в коэффициенте соотношения длины пролета крана к базе крана (расстоянию между осями колес концевой балки). У мостовых кранов его значения лежат в диапазоне от 2 до 8, что на порядок выше, чем у железнодорожных транспортных средств. Если называть мостовой кран транспортным средством, то из-за его пролета, в принципе, он является плохим транспортным средством.

Система колесо-рельс принципиально представляет собой неоднородную систему, т.к. при взаимодействии колеса и рельса имеют место не геометрические условия связи, а изменяемые во времени законы трения. Трение прокатывания состоит из трения качения с наложением трения скольжения; в зоне контакта прокатывающихся тел возникают сменяющие друг друга зоны сцепления и зоны скольжения и результирующие из этого упругое проскальзывание и упругое пробуксовывание. Подобные закономерности имеют место для относительных движений прокатывающихся тел в направлении, поперечном к направлению качения.

Важнейшими предпосылками для оптимального решения взаимозависимости горизонтальной силы и проскальзывания являются чисто упругие деформации, гомогенные, изотропные тела, равные и малые площади контакта и независимый от напряжения смятия коэф. трения. При этих предпосылках могут быть выведены



уравнения для формальных зависимостей между проскальзыванием и действующими вертикальными и горизонтальными силами. Эта теория деформации трения качения излагается в многочисленных публикациях.

В реальных системах тела качения, вследствие текстур качения, структур деформации, различий в шероховатости имеют негомогенные (неоднородные) анизотропные зоны поверхности. Появляются пластичные деформации, между телами качения находятся промежуточные вещественные включения в форме адсорбционных слоев, частиц износа, загрязнения, влаги и т.п. Для отношения между относительным движением и горизонтальной силой, т.е. для закона замыкания сил, ввиду сложности этих влияющих воздействий, до сих пор не могут быть найдены физически обоснованные математические подходы.

Опираясь на исследования в области железнодорожной техники для пар тел качения кранов можно сформулировать эмпирический, или экспоненциальный закон замыкания сил в общей форме:

$$f(\sigma) = f_{\max} (1 - e^{-k\sigma}),$$

где  $f(\sigma)$  - зависимый от проскальзывания коэффициент силового замыкания;

$f_{\max}$  - коэффициент замыкания сил;

$k$  - коэффициент угла наклона графической кривой;

$\sigma$  - проскальзывание.

На мостовой кран, как и на другие рельсовые краны, действуют внешние и, передаваемые через силовое замыкание сил трения или же, соответственно, через геометрическое замыкание между краном и подкрановым путем, внутренние силы в горизонтальной плоскости. Внешние силы являются следствием, прежде всего, воздействия:

- ускорения и замедления ходовых перемещений крановых тележек и крановых мостов;
- раскачивания груза;
- ветрового воздействия в продольном и поперечном по отношению к движению крана направлениях.

Внутренние силы возникают как следствие перекоса крана во время его движения, т.е. отклонения его от идеальной линии движения. Первой предпосылкой (причиной) появления перекоса являются различия между вертикальными силами и, как следствие, между сопротивлениями движению ходовых колес, следствием которых, в свою очередь, становятся разные моменты моторов и разные числа оборотов моторов. Это приводит к ограниченному элементам системы ориентации направления движения крана опережению одной несущей концевой балки по отношению к другой и тем самым к возникновению горизонтальных сил и деформаций несущей конструкции крана. Второй причиной возникновения перекоса являются погрешности в виде колебаний, определяющих направление движения крана параметров ходового механизма в рамках полей допуска и износа. Определяющими величинами влияния (возмущающими величинами) являются перекосы ходовых колес или же, соответственно, осей ходовых колес, различия в диаметре ходового колеса и в наклонении (наклоне) графических характеристик двигателя, а также отклонения рельс подкранового пути от номинального (заданного) положения. Возникающие из-за воздействия этих возмущающих величин в кране и подкрановом пути горизонтальные силы действуют, прежде

всего, в направлении, поперечном к направлению движения крана и имеют значения, которые являются определяющими для расчета. На рис. 1 изображена упрощенная принципиальная схема сил и деформаций крана, имеющих место в горизонтальной плоскости.

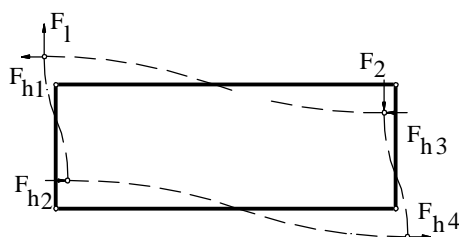


Рис. 1. Силы и деформация мостового крана в горизонтальной плоскости.  
Принципиальная схема.

При центральном приводе ходовые колеса с коническим профилем поверхности качения во взаимодействии с рельсами выпуклого профиля благоприятно влияют на ходовые характеристики крана и на силы бокового увода ходового колеса.

Для того чтобы не было набегания реборд ободов ходовых колес, несмотря на направляющее действие конических поверхностей качения, поверхность качения должна быть достаточно широкой для того, чтобы она могла компенсировать смещения рельсов. Благоприятной является связь всех ходовых колес по числу оборотов посредством относительно жестких валов.

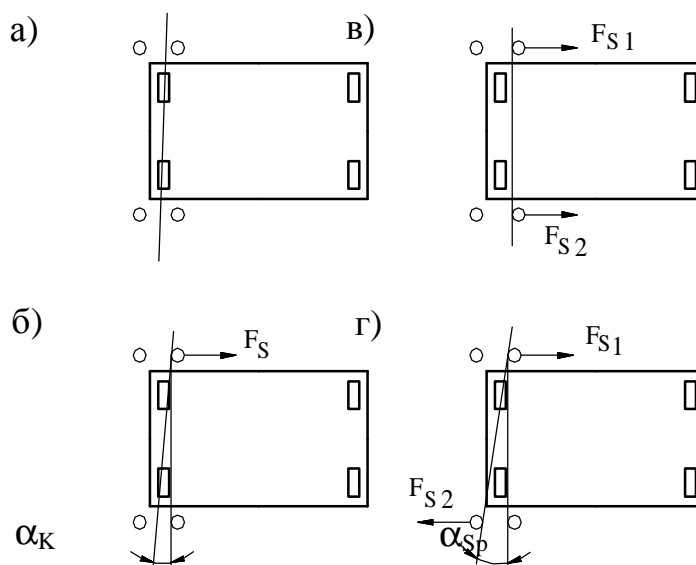
Угол наклона конусной поверхности может быть рекомендован в  $3...4^\circ$ .

Во время своего движения по рельсам подкранового пути мостовой кран ограничивается в своем поперечном движении и в своем вращательном движении посредством элементов ориентации направления его движения в пределах разбега колесной пары. При этом в этих элементах возникают силы, которые переносятся на кран и подкрановый путь. Они называются направляющими силами. Закономерности механики ориентации направления движения рельсовых транспортных средств на мостовой кран первым разработал Теннис [1].

В зависимости от того, какие элементы ориентации направления движения ведут кран по рельсу, имеют место 4 типа различных ходовых состояния крана: движение крана ромбовым ходом из-за набегания в каждом случае по одному элементу ориентации направления движения на оба рельса может быть упрощенно сведено к подобному положению крана при односторонней ориентации движения (рис. 2).

Положения мостового крана в состояниях свободного хода являются нестабильными, положения его в состояниях хордового хода и хода ромба являются стабильными ходовыми состояниями. При набегании только одного элемента ориентации направления движения и вызываемом в результате этого перехода крана из состояния свободного хода в состояние заднего (обратного) свободного хода, возникают наибольшие значения сил ориентации направления его движения. В первую очередь к этому ходовому состоянию относятся все заимствованные из механики ориентации направления движения рельсовых транспортных средств ходовые модели мостового крана. Они накладывают на поступательное движение крана, как на главное его движение, вращательное движение, как сопутствующее

движение, при котором ходовые колеса, в дополнение к движению качения, получают смещение в направлении поперечном к направлению движения качения. Причины движения крана с перекосом остаются пока полностью не изученными.



**Рис. 2. Состояние ходовых перемещений мостовых кранов с односторонней системой ориентации направления движения.**

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| а) передний свободный ход, | в) одностороннее касание, |
| б) задний свободный ход,   | г) диагональное касание.  |

Рельсовые ходовые механизмы имеют много функциональных и экономических преимуществ по сравнению с шинными ходовыми механизмами. Поэтому краны, машины для карьерных разработок и др. оснащают преимущественно такого рода приводными ходовыми механизмами. Рельсовые ходовые механизмы не применяются, если нужна свобода ходового перемещения и т. п.. Ходовые колеса и рельсы ходовых механизмов ПТМ должны быть конструктивно согласованы с условиями их эксплуатации, которые отличаются от условий эксплуатации обычных транспортных средств.

Рабочее состояние ходовых колес ПТМ характеризуются большими величинами сил, воздействующих на них, меньшими скоростями, в связи с усложнением обеспечения прямолинейного перемещения ПТМ вдоль пути ходового перемещения. Имеет место высокий износ пары тел качения ходовое колесо – рельс.

Под воздействием нормальной силы  $F$ , которая прижимает ходовое колесо к рельсу, возникает местная деформация сжатия тела в площади контакта, куда переносятся все внешние силы (рис. 3).

Форма площади контакта и распределение контактных напряжений под воздействием нормальной силы  $F$  описывается с помощью уравнений Герца, которые применимы только при следующих условиях:

- контактирующие тела идеально упруги, гомогенны, изотропны и имеют идеальную геометрическую форму;

- размеры площади контакта невелики, по сравнению с величинами радиусов кривизны в месте контакта;

- не возникает ни какого относительного движения, т.е. скорость качения идет к нулю;

- в площади контакта действуют только нормальные силы, горизонтальные силы не действуют.

Кинематическая пара ходовое колесо – рельс отвечает только лишь одному или двум вышеназванным условиям. Например, было установлено, что пластические деформации в зоне площади контакта появляются уже при относительно небольших значениях нормальных сил. Но все-таки уравнения Герца, в принципе, показали себя пригодными, как исходные величины, для приближенного определения нагрузок на материал.

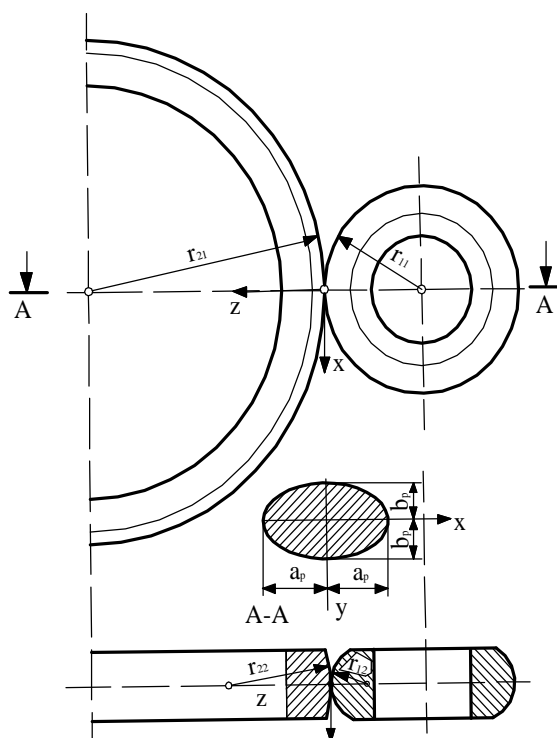


Рис. 3. Кинематическая пара тел качения с общей плоскостью кривизны поверхностей контакта.

Для точечного контакта берется общий случай – контакт двух поверхностей, имеющих любую выпуклость, но с общей плоскостью кривизны, которая присуща для подшипников качения (Рис. 3).

$$a_p = x^3 \sqrt{\frac{3(1-n^2)F}{E \sum \Phi_i}} \quad , \quad (1)$$

$$b_p = h^3 \sqrt{\frac{3(1-n^2)F}{E \sum \Phi_i}} \quad , \quad (2)$$

где  $h, x$  – трансцендентные функции угла  $q$ .

$$\cos q = \frac{f_{11} - f_{12} + f_{21} - f_{22}}{\sum \Phi_i} \quad ,$$

$n$  – коэффициент Пуассона,

$E$  – модуль упругости,

$$\sum \Phi_i = f_{11} + f_{12} + f_{21} + f_{22} = \frac{1}{r_{12}} + \frac{1}{r_{12}} + \frac{1}{r_{21}} + \frac{1}{r_{22}}$$

$\sum \Phi_i$  – суммарная кривизна.

Напряжение смятия на поверхности контакта

$$p(x, y)_p = p_{HP} \sqrt{\left(1 - \frac{x^2}{a_p^2} - \frac{y^2}{b_p^2}\right)} \quad (3)$$

Максимальная величина напряжения смятия по Герцу на поверхности контакта:

$$p_{HP} = \frac{1,5}{pxh} \sqrt{\frac{E}{3(1-n^2)}} \sqrt[3]{F \Sigma \Phi_i} \quad (4)$$

В технических нормах расчета ходовых колес и рельсов для подъемно-транспортных машин не определяются правильно нагрузки, действующей в этой кинематической паре. Это и является основной причиной неудовлетворительных эксплуатационных качеств многих ходовых механизмов подъемных машин.

Самыми серьезными недостатками являются следующие:

параметры ходовых колес определяются в соответствии с нагрузками, которые действуют на поверхность качения, хотя в большинстве случаев износ реборд ограничивает срок их службы;

значительная доля горизонтальных сил, которые передаются в плоскости контакта посредством трения (тангенциальные и осевые силы) не принимаются в расчет;

влияние пластической деформации на изменение геометрических параметров и свойств материалов не рассматривается совсем или рассматривается неверно;

вопреки многочисленным имеющимся данным о более подходящих материалах, более пригодных профилях плоскостей качения, реборд и рельсов в практическом применении и далее остаются далеко не лучшие конструкции.

Граничное состояние ходового колеса или рельса определяется их износом. На ребордах ходовых колес износ характеризуется удалением слоя материала. Но упоминания, что в ребордах ходовых колес имеет место появления наклепа материала, вызванного пластической деформацией - нет. Степень и серьезность износа зависит от твердости и структуры материала. При очень высоких нагрузках и невысокой твердости износ может привести до задираания материалов.

Высокая степень нагруженности зоны контакта плоскости качения - результат передаваемой колесной силы, приводит к образования зоны воздействия нормальных сил. Если ходовые колеса термически необработанны, то пластическая деформация будет действовать еще глубже. Повышения твердости материалов от 30 до 50 % приведет к повышению несущей способности поверхности качения. Однако, для граничного состояния поверхностей качения все-таки остается износ, характеризующийся удалением материала, а не усталость материала. Если плоскости качения закалены на достаточную глубину, то при правильном выборе параметров, напряжения не превышают предела упругости материала. Если же глубина закалки оказывается недостаточной, то под закаленным слоем материалов во внутренних слоях обода ходового колеса появляются пластические деформации. Это приводит к временному и значительному выкрашиванию материала в плоскости качения.

**Список литературы:** 1. *Martin Scheffler FORDERTECHNIK UND BAUMASCHINEN – Fordermaschinen* 2. *Martin Scheffler FORDERTECHNIK UND BAUMASCHINEN – Grundlagen der Fordertechnik-Elevente und Triebwerke* 3. *Динник А.Н. Удар и сжатие упругих тел.* – Киев: Изд-во АН УССР, 1952. – Т1. – 151с. 4. *Беляев Н.М. Труды по теории упругости и пластичности.* – М.: Гостехиздат, 1957. – 632с.

*Поступила в редколлегию 15.04.2008*

**Г.В. ВИШНЕВЕЦЬКИЙ**, професор, канд. техн. наук, **О.С. ШЕВЧУК**.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЙФЕРІВ**

This article examines the problems of determination of optimum projects parameters of production of grafers due to which a new enterprise is able productively to work in the conditions of modern market

Попри констатацію факту вкрай незадовільного стану економіки України, маємо зазначити, що виробництво ще існує, а окремі галузі навіть працюють “з перегрівом”. Серйозним чинником науково-технічної програми нашої країни є наша Школа – так само вища, як і середня. Навдивовижу вона, зазнавши відчутних ушкоджень, спричинених недолугими реформами, надалі тримається на плаву, стійко переносячи лихоліття. Створена свого часу на кшталт старої німецької школи, вона має великого запасу міцності. Принаймні це можна зазначити щодо царини інженерії. Маючи певні утруднення у сфері доступу до грандіозних банків даних стосовно здійснених аналогів у світовому досвіді, наша інженерія ще не позбулася звички шукати нові рішення у власній голові. А оскільки наше інженерство звикло оцінювати оптимальність нових рішень через призму народно-господарчого економічного ефекту, ці рішення виходять більш зрілими порівняно з тими, що підпорядковані ідеї ринкової моди. Тож, маючи великого творчого потенціалу і не маючи коштів від приватизації, ініціативні особистості мусять розраховувати на підняття ініціатив, що ґрунтуються на власному професіоналізмі із залученням коштів заінтересованих у прибутках інвесторів. А для того, щоб інвестор вклав кошти в підприємство, він має переконатися в ефективності пропозиції. Відтак, пропозиція мусить мати незаперечливі переваги перед аналогами. Це має спонукати до пошуку нових і ефективних рішень і, насамперед, до ефективної діяльності у сфері менеджменту та маркетингу.

Отже, маємо підстави орієнтуватися на створення промислових підприємств відповідного до спеціальності профілю. Звичайно, йдеться не про великі підприємства: то є особлива сфера, де діють свої усталені закони, де задіяні тисячі проєктантів, де надзвичайно велику роль відіграють закони спадкоємності з прототипами та аналогами.

Те ж новостворюване підприємство, про яке йдеться, є невеликим, і при тому не має аналогів, тим більше – прототипів. Його статус найбільш споріднений із тюнинговим підприємством. Оптимальні конструктивні схеми пристроїв з оптимальними проектними параметрами, на підставі принципів дизайну (на відміну від дизайну в обивательському розумінні) – ось головна концепція новостворюваного підприємства.

Підприємство має випускати грейфери канатні для насипних вантажів вантажопідйомністю 16т. Маса грейфера 8т.

Додатково маємо дані, що дозволять обчислити статті щомісячних витрат, що є складовими цільової функції. Але невідомою є величина проектної потужності

підприємства  $P_{product}$ , вироб/міс. бо вона є предметом дослідження за критерієм економічної доцільності. Відсутність названого базового показника унеможливило розробку проекту підприємства і навіть бізнес-плану.

Нашим завданням є визначення економічно доцільної величини проектної потужності підприємства та основних статей витрат, в тому числі обсягу витрат для забезпечення успішної інтервенції і подальшої ринкової стабільності підприємства. Маємо отримати найбільшу суму сукупного прибутку за певний визначений термін  $T_{erm}$  експлуатації підприємства.

Ця сума є цільовою функцією.

Цільова функція ґрунтується на величині щомісячного прибутку, що є, звичайно, змінною в часі:

$$P_{profit} = PL - E_{xpend}, \quad (1)$$

де  $E_{xpend}$  – сукупні щомісячні витрати, у.о./міс.

Визначимо структуру витрат (для економічних параметрів рекомендовано давати позначення з більшою інформативністю):

$$E_{xpend} = C_{redit} - S_{crap} + L_{ease} + M_{ater} + A_{mort} + S_{ervise} + I + E_{nergy} + W_{ages} + F_{oremen} + S_{afary} \quad (2)$$

Тут:

$C_{redit}$  – щомісячна сума на погашення кредиту, у.о./міс;

$S_{crap}$  – щомісячна частина залишкової вартості обладнання після закінчення терміну  $T_{temp}$ , розділена на термін  $T_{term}$ , у.о./міс;

$L_{ease}$  – щомісячна орендна плата за використання виробничих площ, у.о./міс;

$M_{ater}$  – щомісячні виплати на сировину та комплектуючі вироби, у.о./міс;

$A_{mort}$  – щомісячні амортизаційні витрати на реновацію обладнання і капітальні ремонти, якщо такі передбачені, у.о./міс;

$S_{ervise}$  – щомісячні витрати на середній та поточний ремонт та технічне обслуговування обладнання, у.о./міс;

$I$  – щомісячні витрати на утримання служби перспективних розробок, у.о./міс.

Ця величина обчислюється в ході реалізації алгоритму, а у висхідних даних задається лише її початкове значення (від якого, до речі мало залежать результати обчислення за алгоритмом);

$E_{nergy}$  – щомісячні виплати за спожиту енергію (в загальному випадку мається на увазі електроенергія), у.о./міс;

$W_{ages}$  – щомісячні витрати на заробітну плату робітників, у.о./міс;

$F_{oremen}$  – щомісячна заробітна плата змінних майстрів, чи інших керівників груп виконавців, у.о./міс;

$S_{alary}$  – щомісячна сума виплат керівній команді підприємства, у.о./міс.

Акумулюючи суми щомісячного прибутку, отримуємо значення цільової функції

$$T_{arg et} = \int_0^{Term} P_{profit}(T) dT \quad (3)$$

Для обчислення цільової функції маємо визначити:

- сумарні витрати енергії на один виріб;
- величину потрібних виробничих та службових площ в залежності від проектної потужності та кількості робочих змін;

- повну суму витрат на обладнання підприємства в залежності від проектної потужності підприємства та режиму роботи (кількості робочих змін);
- повну чисельність виробничого персоналу (робітників та майстрів) в залежності від поточного обсягу випуску продукції.

Варіативними величинами в процесі оптимізації виступають:

- проектна місячна потужність підприємства в межах від 10 до 100 виробів на місяць;
- кількість робочих змін як чинник взаємно-репресивних зв'язків між капітальними витратами та трудовитратами;
- потужність служби перспективних розробок, що є визначальним чинником конкурентної активності підприємства.

Названий показник безпосередньо визначається сумою витрат на НДДКР, і та сума витрат має дві складових:

а) сталу складову, що передбачає оплату праці науковців та інженерів, придбання та утримання стендового та лабораторного обладнання;

б) змінну складову, яка пропорційна поточному обсягу випуску продукції.

Варіюванням маємо визначити такі значення названих величин, що забезпечують найбільшого сукупного прибутку за термін  $T_{erm}$ .

Оптимізація дає такі величини:

- сукупний прибуток  $T_{arget}=23513000$  у.о. при повному доході 108780000 у.о. і сукупних витратах на утримання служби перспективних розробок на рівні 9735000 у.о. (приблизно 165000 у.о./місяць). При тому щомісячні витрати на сировину на комплектуючі в середньому становили 1061000 у.о., трудовитрати 89000 у.о., орендні витрати 164000 у.о. Загальна сума витрат на технологічне та допоміжне обладнання підприємства склала 1300000 у.о.;

- потрібна проектна потужність  $P_{product}=90$  виробів/місяць;
- кількість робочих змін  $S=3$ ;
- потрібна кількість творчих бригад служби перспективних розробок  $C_{create}=8$ ;
- коефіцієнт розвитку служби перспективних розробок  $d_{evel}=0,1$ .

Кінетика розвитку процесу становлення підприємства на підставі прогнозного моделювання в оптимальному варіанті показана на рисунку.

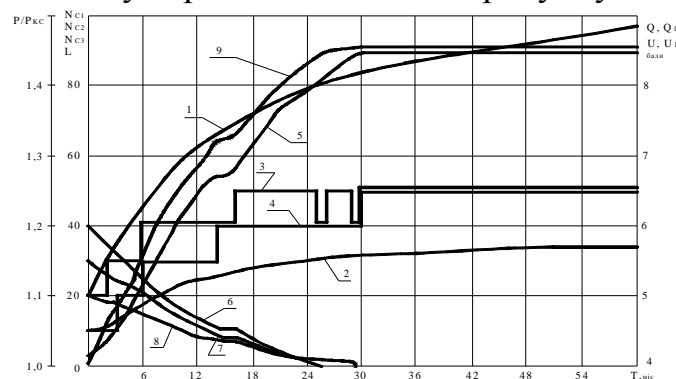


Рисунок. Характер протікання процесу конкурентного змагання на підставі оптимального прогнозного моделювання: 1 – ринковий рівень якості продукції Дебютанта; 2 – ринковий рівень якості продукції конкурента  $C_1$ ; 3, 4 – дискретизований рівень питомої якості продукції Дебютанта та конкурента  $C_1$ ; 5 – відносна ціна продукції (відношення ціни одиниці продукції Дебютанта до середньої ціни одиниці продукції конкурентів); 6, 7, 8 – місячний обсяг випуску продукції конкурентами  $C_1, C_2, C_3$  виробів на місяць; 9 – місячний обсяг випуску продукції Дебютантом, виробів/місяць.



Таким чином маємо змогу моделювання процесу конкурентної боротьби. Змінюючи базові параметри, отримуватиме різні результати, серед яких будуть і цілком задовільні, і катастрофічні. Є потреба віднайти оптимального варіанта, тобто такого, який буде характеризуватися найбільшим рівнем рентабельності підприємства.

Зокрема, варто визначитись із такими параметрами:

1) Проектна виробність підприємства.

Це питання діалектичне. Оптимістична орієнтація на повне завоювання ринку, тобто на повне покриття потреби споживачів за повного придушення конкурентів спряжена з великими витратами, значна частина яких можуть бути марними. Орієнтація ж на мінімум із подальшим розширенням передбачає резервування принаймні робочих площ. Є певний резерв за рахунок варіювання кількістю робочих змін  $S$ . І найбільш вразливим залишається домінантне питання питомої якості продукції. Адже конкуренти мають такі важелі, як підвищення якості продукції та зниження ціни. Тож питання визначення оптимальної виробності підприємства щільно переплетене з таким питанням, як рівень якості продукції і, зокрема, характером його зміни в часі, отже з питанням виділення коштів на утримання науково-дослідної служби якості продукції.

2) Витрати на утримання служби якості продукції.

На етапі доведення дослідного зразка визначено функцію взаємозв'язку підвищення рівня якості (виражений у балах експертної оцінки в межах від 1 до 10) продукції і величини відповідних витрат. Функція виражає сильну залежність витрат від величини рівня якості.

3) Кількість робочих змін роботи підприємства.

Варіювання цього буферного показника (в межах від 1 до 3) дозволить вийти на оптимальний комплекс проектних параметрів підприємства, пом'якшивши суперечність між величинами проектної виробності з одного боку і питаннями вартості обладнання і робочими площами – з другого.

Маємо три умовно-фундаментальних аргументи цільової функції.

А цільовою функцією, звичайно, є величина сукупною прибутку  $T_{target}$  за базовий термін  $T_{erm}$ .

Величина сукупного прибутку визначається обсягом випуску, ціною і величиною сукупних витрат.

Складові сукупних витрат:

- сума погашення кредиту, в тому числі на придбання обладнання;
- орендна плата за використання робочих площ;
- витрати на сировину та комплектуючі вироби;
- амортизаційні витрати;
- витрати на ремонти та обслуговування обладнання;
- витрати на утримання служби якості продукції;
- енерговитрати;
- витрати на заробітну плату робітників, допоміжною персоналу і молодшого керівного складу;
- витрати на заробітну плату керівній команді підприємства.

Для обчислення сукупних витрат необхідні відомості щодо всіх основних операцій виробничого процесу.

Оптимізація дає конкуренту відповідь на основні питання БП. Звичайно, цей прогнозний матеріал, як і будь-який інший, дає тим більше похибки, чим більший термін він охоплює. Тому його слід розглядати як інструмента постійного використання.

**Список літератури:** 1. *Котлер Ф., Армстронг Г.* Основы маркетинга: перев. с англ. – 2-е европ. Из. – К.-М.; СПб.: Издатдом «Вильямс», 1998. –1056 с. 2. *Антекарь С.* Оценка эффективности инвестиционных проектов. Экономика Украины №1, 2007, С.42-49. 3. *Перерва П.Г.* Управление маркетингом на машиностроительных предприятиях, – Харьков: Основа, 1993. – 288 с. 4. *Економіка і маркетинг виробничо-підприємницької діяльності: Навчальний посібник /За ред. проф. Перерви П.Г., проф. Гавриць О.М.* – Харків: НТУ “ХПІ”, 2004. – 640 с. 5. *Маркелов А.С.* Ваш бізнес: аналіз та обґрунтування інвестиційних проектів, бізнес-планування. – К., Логос, 1998 – 352 с. 6. *Маркетинг: принцип і функції: навч. посібник за ред. О.М. Азарян.* К.: НМЦВО Міністерства освіти і науки, НВФ “студент”, 2001 – 320 с. 7. *Карнов В.А., Кучеренко В.Р.* Маркетинг. Прогнозування кон’юнктури ринку. Навч. посібник. – К.: Т-во “Знання”, КОО, 2001 – 215 с. 8. *Миротин Л.Б., Тышбаев Ы.Э.* Логистика для предпринимателей Учебное пособие. – М., ИНФРА – М, 2002. – 252 с.

*Поступила в редколлегию 25.03.08*

УДК 658.073

**Г.В. ВИШНЕВЕЦЬКИЙ**, професор, канд. техн. наук, **М.В. ШИПИЦЯ**

## **ОПТИМАЛЬНІ ПРОЕКТНІ ПАРАМЕТРИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ СКЛАДІВ НАСИПНИХ ВАНТАЖІВ**

The article is devoted to determination of optimal parameters of projects of the logistic system on storage of friable loads, providing the noticeable diminishing of expenses per one ton of load.

В наш час ідеальне підприємство не потребує жодних складів. Сировина безпосередньо, “з коліс” надходить на робочі позиції підприємства. Але навіть в умовах бездоганного функціонування зовнішнього транспорту і ідеальної транспортної логістики підприємства склади влаштовуються як чинник страхування від непередбачених порушень ритму.

На найбільшу увагу заслуговують насипні вантажі, бо інтенсивність їх вантажопотоків вимірюється сотнями і тисячами тонн на годину, отже, залучення резервних транспортних засобів в разі порушення є проблематичним.

Ми маємо визначити проектні параметри транспортної системи складу насипних вантажів (із заданими характеристиками), коли відомий загальний річний вантажопотік  $A_C$ , т/рік. При тому, маючи статистику минулих порушень режиму надходження вантажів, (за браком фактів) визначено потрібну кратність  $i$  запасу складу. Запас може бути триденним ( $i=3$  доби), тижневим ( $i=7$  діб) тощо. Окрім того, маємо знати потрібну для основного підприємства годинну інтенсивність  $Q$  вантажопотоку, т/год.

Традиційно в розвинутих країнах для умов значної інтенсивності вантажопотоку (порядку сотень тонн на годину і більше), транспортна схема передбачає використання потужного грейферного мостового перевантажувача та

конвеєра (стрічкового) розташованого вздовж хребтового штабеля насипного матеріалу (рисунок 1). Це цілком надійна схема, якщо мати на увазі, що окрім одного перевантажувача, який спроможний забезпечити потрібну інтенсивність вантажопотоку, в тупику очікує свого часу “ікс” другий перевантажувач – дублер. Вартість одного тридцятитонного перевантажувача з характерним прогоном 76,2 м (3000”) сягає \$ 10 млн. Але для його обслуговування задіяно лише 1÷2 оператори

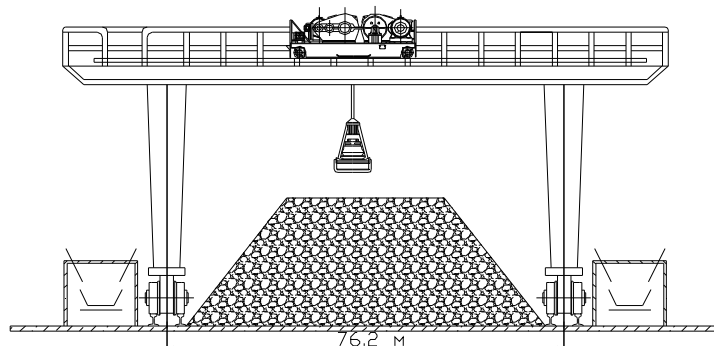


Рисунок 1 - Мостовий перевантажувач.

Альтернативою названій схемі може бути застосування групи дешевих мостових грейферних кранів (рисунок 2) вартістю \$50÷100 тис. кожний. Але для групи кранів потрібна залізобетонна естакада, вертикальні стінки. Окрім того, група із  $Z_{КР}$  кранів потребує  $Z_{КР}$  операторів, отже, трудовитрати будуть в декілька разів вищими, ніж в описаному вище базовому варіанті.

Який з багатьох чинників має переважити, сказати важко. І винести остаточного вердикта щодо доцільності тієї чи іншої схеми, тих чи інших проектних параметрів може лише один арбітр, чіє рішення не підлягає оскарженню в жодній інстанції. Цим арбітром є величина питомих зведених витрат на перероблення 1 тонни вантажу, у.о./т.

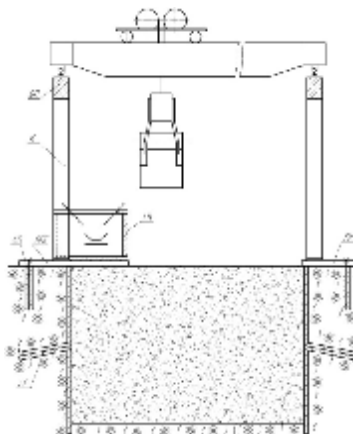


Рисунок 2. БП – балка підкранова; К – колона; АП – анкер плити; ПП – плита під колону; ППГ – плита під галереєю ; АС – анкер стінки; СВ – стінка вертикальна

Модифікацією названого інтегрального показника економічної ефективності рішення може бути величина різниці  $D_{П}$  між питомими зведеними витратами у базовому та проектному (альтернативному) варіанті логістики. Чим більшою буде величина  $D_{П}$ , тим доцільнішим буде альтернативний варіант.

Решта аргументів не має братися до уваги. Застосування модифікованого показника дещо спрощує розрахунки, оскільки немає потреби розраховувати статті витрат, що є однаковими в базовому та проектному варіантах. Наприклад, це може

стосуватися конвеєра в разі однакової довжини складу (довжини штабеля насипного матеріалу).

Отже, маємо базову та альтернативну схеми транспортної логістики. На підставі багатоваріантних розрахунків належить визначити проектні параметри

- конвеєра (довжина, ширина стрічки, швидкість)
- кранів мостових (вантажопідйомність, довжина прогону, швидкості),

які забезпечать найбільші конкурентні переваги перед базовим варіантом. Нове проектне рішення в галузі логістики нерідко пов'язане з потребою перегляду деяких проектних параметрів серійного обладнання. Тюнінг обладнання – теж задача інженерів у галузі транспортної логістики. Визначивши оптимальні проектні параметри обладнання, спеціаліст має впровадити їх на практиці.

Всі рішення, спрямовані на забезпечення високих експлуатаційних (функціональних) та економічних показників транспортної логістичної системи підприємства за неухильного дотримання норм безпеки та екологічних вимог, являють собою основну частину загальної задачі підвищення культури виробництва.

Величина питомих зведених витрат описується виразом:

$$D_{\text{п}} = \frac{1}{A_{\text{с}}} \left( \frac{1}{T_{\text{ок}}} (K_{\text{БМ}} - K_{\text{АМ}} + K_{\text{БС}} - K_{\text{АС}} - K_{\text{РШ}}) + C_{\text{Б}} - C_{\text{П}} \right) \rightarrow \max, \quad (1)$$

де  $A_{\text{с}}$  – річний вантажопотік “склад-виробництво”, т/рік (задається у висхідних даних);

$T_{\text{ок}}$  – термін окупності капітальних витрат ( $T_{\text{ок}}=4\div 6$  років);

$K_{\text{БМ}}$ ,  $K_{\text{АМ}}$  – сукупна вартість машинного обладнання у базовому і проектному варіантах, тис.у.о.;

$K_{\text{БС}}$ ,  $K_{\text{АС}}$  – сукупна вартість споруд у базовому і проектному варіантах, тис.у.о.;

$K_{\text{РШ}}$  – вартість рейкових шляхів у проектному (альтернативному) варіанті, тис.у.о.;

$C_{\text{Б}}$ ,  $C_{\text{П}}$  – сукупні річні експлуатаційні витрати у базовому і проектному варіантах, тис.у.о./рік.

В якості приклада візьмемо варіант з такими параметрами.

Вантаж: вугілля крупністю  $a_{\text{max}} = 50\text{мм}$ , густина  $\rho_{\text{в}}=1,3 \text{ т/м}^3$ , річний вантажопотік  $A_{\text{с}}=300000\text{т/рік}$ , годинний вантажопотік  $Q=600 \text{ т/год}$ , сукупна річна тривалість пауз надходження  $T_{\text{пауз}}=1500\text{год}$ , максимальна тривалість паузи надходження  $T_{\text{максп}}=5 \text{ діб}$ , режим роботи підприємства  $T_{\text{доб}}=24 \text{ год/добу}$ , довжина складу базова  $L_{\text{скльб}}=350 \text{ м}$ , висота штабеля вантажу  $H_{\text{скл}}=10 \text{ м}$ , об'єкт конструкції розробки – конвеєр.

Базовий варіант (рисунок 1) передбачає використання двох грейферних перевантажувачів вантажопідйомністю 30 т.

Альтернативна схема показана на рисунку 2. Схема передбачає використання мостових грейферних кранів засікового типу і конвеєра стрічкового, який транспортує вугілля від залізничної станції на виробництво “з коліс”.

Маємо визначити оптимальні значення параметрів логістики складу

- вантажопідйомність мостових кранів  $G$ , т змінюється від 5 до 16т;
- довжину прогону кранів  $L$ , м змінюється від 16,5 до 34,5м;
- коефіцієнт швидкості механізмів  $K_{\text{ш}}$ , змінюється від 0,8 до 1,75;

Варіюючи значення аргументів  $G$ ,  $L$ ,  $K_{III}$  щоразу обчислюємо значення цільової функції і записуємо до таблиці.

Таблиця варіантів

Вант.під Прогін		5 тонн	6,3 тонн	8 тонн	10 тонн	12,5 тонн	16 тонн
L=16.5 м							
K <sub>III</sub> =	0.8	4.19	4.36	4.46	4.25	4.46	4.21
	1	4.38	4.61	4.43	4.62	4.44	4.19
	1.25	4.57	4.59	4.75	4.61	4.43	4.79
	1.5	4.55	4.86	4.74	4.6	4.92	4.79
	1.75	4.76	4.85	4.73	5	4.92	4.8
L=22.5 м							
K <sub>III</sub> =	0.8	4.28	4.36	4.46	4.25	4.46	4.21
	1	4.47	4.61	4.43	4.62	4.44	4.19
	1.25	4.67	4.59	4.75	4.61	4.43	4.79
	1.5	4.66	4.86	4.74	4.6	4.92	4.79
	1.75	4.88	4.85	4.73	5	4.92	4.8
L=28.5 м							
K <sub>III</sub> =	0.8	4.31	4.36	4.46	4.25	4.46	4.21
	1	4.51	4.61	4.43	4.62	4.44	4.19
	1.25	4.72	4.59	4.75	4.61	4.43	4.79
	1.5	4.71	4.86	4.74	4.6	4.92	4.79
	1.75	4.94	4.85	4.73	5	4.92	4.8
L=34.5 м							
K <sub>III</sub> =	0.8	4.32	4.38	4.48	4.28	4.49	4.25
	1	4.53	4.63	4.46	4.66	4.48	4.23
	1.25	4.75	4.61	4.78	4.64	4.47	4.84
	1.5	4.73	4.89	4.77	4.63	4.96	4.84
	1.75	4.97	4.88	4.76	5.05	4.96	4.85

Найбільш прийнятним вважається варіант з такими параметрами:

$G=12,5$  т;  $L=34,5$  м;  $K_{III}=1,5$  що забезпечує цільову функцію на рівні  $D_{окр}=4,96$  у.о./т., який є оптимальним. Таким чином визначений комплекс оптимальних проектних параметрів логістичної системи на складі насипних вантажів, що забезпечує помітне зменшення витрат на 1т вантажу.

Перспективна пропозиція нового складу насипних вантажів. Вважається за доцільне прийняття зведеного (двофлангового складу залікового типу) – рисунок 3. Тут передбачене центральне розташування конвеєрної галереї з поворотним бункером.

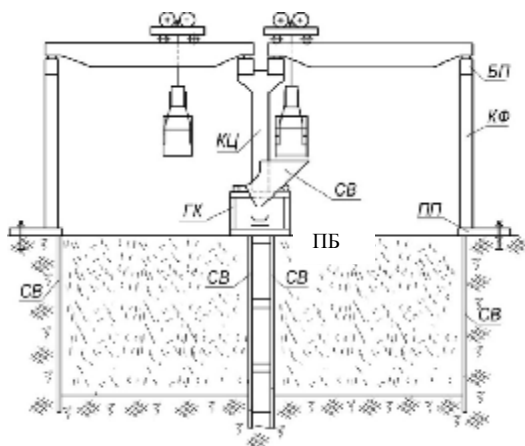


Рисунок 3 – Двофланговий склад: ГК – галерея конвеєрна; ПБ – поворотний бункер

**Список літератури:** 1.Кобзев А.П. Пономарев В.П. Специальные грузоподъемные машины: Учебное пособие: В 8кн. Кн 4: Козловые краны и мостовые перегружатели. Краны кабельного типа. Красноярск 2005.140с. 2.Юшков В.Г. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных и складских работ: Учебное пособие. – Новокузнецк. 1982. - 85с.3.Маликов О.Б. Деловая логистика. – СПб.: Политехника, 2003. – 223с.: ил.

*Поступила в редколлегию 25.03.08*

УДК 621.74

**ЗРАЙЧЕНКО-ПОЛОЗЕНЦЕВ А. В., ДЁМИН Д.А.,** канд. техн. наук

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО ЧУГУНА**

В статье описаны результаты промышленных исследований синтетического чугуна, модифицированного различными типами модификаторов, на основании которых можно выбирать рациональные режимы плавки и внепечной обработки чугуна

### **1. Введение.**

Проблема получения стабильного химического состава и микроструктуры легированного чугуна, применяемого для деталей машиностроительного назначения, непосредственно связана с разработкой рациональных технологий плавки и внепечной обработки. К таким технологиям можно отнести технологии получения синтетического чугуна индукционной плавкой с комплексным легированием и модифицированием расплава.

### **2. Химический состав синтетического чугуна и применяемые материалы**

Расчет оптимального химического состава чугуна осуществлялся по критерию его прочности. Для плавки чугуна синтетического в качестве шихтовых материалов применялся стальной лом 1А (Ст3), бой графитовых электродов и кокс. Размеры крупных кусков стального лома не выпадали за пределы: максимальный габаритный размер – 350 мм, толщина – 3.9 мм, минимальная масса – 15-18 кг. Фракция боя графитовых электродов и кокса находилась в пределах 1-10 мм. В качестве ферросплавов для легирования чугуна использовался ферросилиций, ферромарганец ФМн-70, феррохром ФХ100, ФХ200, ферроникель Фн-70, феррованадий ФВд55 или ферросиликованадий ФС40Вд7. В качестве модификаторов применялись модификаторы ФС65Ба4, ФС65БаКСт2.

### **3. Технология индукционной плавки**

Плавка осуществлялась в индукционной тигельной печи с кислой футеровкой ИСТ1/0.8-М5. Подгрузка предварительно подогретых шихтовых материалов осуществлялась только после осаживания шихты в тигле (расплавление шихты начиналось в нижней части через 7-10 мин с момента начала плавки). При интенсивном перемешивании расплава, сопровождаемым выбросом брызг металла, напряжение на индукторе уменьшалось. Для наведения шлака присаживался сухой песок, для получения жидкоподвижного шлака – известь или известняк фракцией до 30 мм. Доводка расплава до заданного химсостава и температуры осуществлялась

после полного расплавления путем подогрева расплава в течение 5 минут и отключения печи с выдержкой с целью более полного протекания окислительно-восстановительных процессов в расплаве. Температура чугуна перед модифицированием находилась в диапазоне 1400-1450С. Обработка расплава модификаторами осуществлялась в ковше фракцией 1-10 мм в количестве 0.3% от массы жидкого металла (3 кг на 1 т) после заполнения ковша на 100-150 мм. Модификаторы применялись и в форме пластин с толщиной 0.5 – 3 мм и максимальными размерами до 50 мм (технология «чипс-модифицирования»).

#### 4. Результаты модифицирования синтетического чугуна модификаторами ФС65Ба4 и ФС65БаКСт2

Результаты анализов химического состава и структуры чугуна, обработанного ферросплавом ФС65БаКСт2, приведены в таблицах 1-2

Таблица 1 - Результаты анализов химического состава чугуна, обработанного ферросплавом ФС65БаКСт2

Номер плавки	Содержание элементов химического состава, %									
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Ti	Cu	V
1-0	2,86	0,62	2,46	-	-	0,11	0,07	0,03	0,06	0,01
1-1	3,20	0,65	2,51	-	-	0,13	0,07	0,03	0,14	0,02
1-2	3,39	0,78	2,32	0,035	0,05	0,17	0,08	0,06	0,15	0,02
1-3	3,98	0,62	2,10	-	-	0,24	0,11	0,03	0,13	0,01
2-1	3,41	0,71	2,24	-	-	0,12	0,09	0,03	0,06	0,009
2-2	3,16	0,69	2,20	0,029	0,076	0,12	0,07	0,02	0,12	0,008
2-3	3,22	0,75	2,28	-	-	0,14	0,10	0,07	0,16	0,02
2-4	3,30	0,76	1,92	-	-	0,12	0,09	0,03	0,15	0,01
3-0	3,11	0,45	2,25	-	-	0,08	0,08	0,03	0,06	0,009
3-1	3,00	0,57	2,56	-	-	0,10	0,0	0,03	0,17	0,01
3-2	3,49	0,94	2,25	0,032	0,09	0,37	0,09	0,07	0,16	0,02
3-3	3,13	0,67	2,16	-	-	0,12	0,10	0,02	0,11	0,008

Таблица 2 - Микроструктура чугуна, обработанного ферросплавом ФС65БаКСт2

Номер плавки	Форма включений графита	Размер включений графита, мкм	Распределение включений графита	Количество включений графита, %	Металлическая основа (перлит или феррит), %
1-0	ПГф2	ПГд 25-45, 90	ПГр 1 с участками ПГр 8, 9	ПГ10	П96(Ф4)
1-1	ПГф2	ПГд 25-45	ПГр 8, 9 с участками ПГр1	ПГ10	П92(Ф8)
1-2	ПГф2	ПГд 25-45	ПГр 8, 9 с участками ПГр1	ПГ6	П96(Ф4)
1-3	ПГф 1, 2	ПГд 45-90	ПГр 1	ПГ4	П96(Ф4)
2-1	ПГф2	ПГд 90-45	ПГр 1 с участками ПГр 8, 9	ПГ10	П96(Ф4)
2-2	ПГф2	ПГд 25-45	ПГр 8, 9 с участками ПГр1	ПГ6	П96(Ф4)
2-3	ПГф2	ПГд 25-45	ПГр 8	ПГ6	П(Ф0)
2-4	ПГф2	ПГд 25-45, 90	ПГр 1 с участками ПГр 8, 9	ПГ6	П(Ф0)
3-0	ПГф2	ПГд 45-90	ПГр 1 с небольшим количеством ПГр 8	ПГ6	П(Ф0)
3-1	ПГф2	ПГд 45-90	ПГр 1 с небольшим количеством ПГр 8	ПГ6	П96(Ф4)
3-2	ПГф2	ПГд 45-90	ПГр 1 с участками ПГр 8, 9	ПГ10	П(Ф0)
3-3	ПГф2	ПГд 45-90	ПГр 1	ПГ6	П96(Ф4)

Примечания. В структуре образцов всех плавки строение фосфидной эвтектики ФЭ3, распределение фосфидной эвтектики ФЭр1, площадь включений фосфидной эвтектики <ФЭп2000 мкм<sup>2</sup>, отбел не обнаружен

Результаты анализов химического состава и структуры чугуна, обработанного ферросплавом ФС65Ба4, приведены в таблицах 3-4

Таблица 3 - Результаты анализов химического состава чугуна, обработанного ферросплавом ФС65Ба4

Номер плавки	Содержание элементов химического состава, %									
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Ti	Cu	V
2-2-1	3,4	0,9	2,63	0,061	0,042	0,2	0,11	0,08	0,18	0,02
2-2-2	3,39	0,93	2,59	0,07	0,04	0,2	0,09	0,08	0,17	0,02
2-3-1	3,3	0,96	2,66	0,091	0,046	0,21	0,11	0,10	0,18	0,04
2-3-2	3,49	0,95	2,62	0,072	0,069	0,2	0,12	0,08	0,18	0,04
2-4-1	3,18	0,98	2,74	0,071	0,057	0,19	0,12	0,10	0,17	0,04
2-4-2	3,42	0,94	2,58	0,068	0,048	0,15	0,08	0,07	0,15	0,03
2-5-1	3,43	0,96	2,53	0,088	0,063	0,17	0,09	0,04	0,17	0,05
2-5-2	3,45	0,96	2,42	0,117	0,063	0,16	0,11	0,05	0,16	0,05
3-2-1	3,37	0,73	2,47	0,09	0,055	0,18	0,12	0,17	0,26	0,04
3-2-2	3,38	0,71	2,36	0,129	0,053	0,17	0,09	0,16	0,23	0,04
3-3-1	3,18	0,85	2,36	0,085	0,042	0,02	0,11	0,12	0,18	0,05
3-3-2	3,43	0,86	2,32	0,09	0,044	0,2	0,09	0,12	0,19	0,05
3-4-1	3,3	0,81	2,34	0,094	0,048	0,18	0,10	0,08	0,19	0,07
3-4-2	3,35	0,82	2,43	0,13	0,051	0,19	0,10	0,08	0,19	0,08
3-5-1	3,11	0,77	2,36	0,061	0,044	0,18	0,09	0,09	0,18	0,07
3-5-2	3,37	0,76	2,4	0,084	0,046	0,19	0,10	0,08	0,02	0,07

Таблица 4 - Микроструктура чугуна, обработанного ферросплавом ФС65Ба4

Номер плавки	Форма включений графита	Размер включений графита, мкм	Распределение включений графита	Количество включений графита, %	Металлическая основа (перлит или феррит), %
2-2-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ10	П96(Ф4)
2-2-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ10	П96(Ф4)
2-3-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ10	П96(Ф4)
2-3-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ10	П96(Ф4)
2-4-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ6	П96(Ф4)
2-4-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ6	П (Ф0)
2-5-1	ПГф2	ПГд45-90	ПГр8,9 с участками ПГр1	ПГ6	П85(Ф15)
2-5-2	ПГф2	ПГд45-90	ПГр8,9 с участками ПГр1	ПГ6	П92(Ф8)
3-2-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8	ПГ10	П85(Ф15)
3-2-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8	ПГ10	П85(Ф15)
3-3-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ12	П96(Ф4)
3-3-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ10	П96(Ф4)
3-4-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ10	П85(Ф15)
3-4-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ10	П85(Ф15)
3-5-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ6	П85(Ф15)
3-5-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ6	П85(Ф15)

Примечания. В структуре образцов строение фосфидной эвтектики ФЭ3, распределение фосфидной эвтектики ФЭр1, площадь включений фосфидной эвтектики <ФЭп2000 мкм<sup>2</sup>, отбел не обнаружен



Как видно из таблиц, применение модификаторов с барием и стронцием позволяет получать качественную микроструктуру, гарантирующую получение марок синтетического чугуна СЧ20 и СЧ25 ГОСТ1412-85. Таким образом, полученные результаты позволяют считать, что данная технология является более эффективной, чем технология модифицирования чугуна, получаемого на основе традиционных шихтовых материалов. Эта эффективность обусловлена, в первую очередь, тем, что модифицируемый чугун не имеет неконтролируемых примесей, вносимых обычно с шихтой литейными и передельными чугунами.

## **5. Выводы.**

На основе полученных результатов исследования микроструктуры синтетического чугуна индукционной плавки можно рекомендовать следующие технологические режимы. Обработку расплава модификаторами ФС65Ba4, ФС65BaKСт2 проводить в ковше фракцией 1-10 мм в количестве 0.3% от массы жидкого металла (3 кг на 1 т) после заполнения ковша на 100-150 мм или «чипс-технологией».

*Поступила в редколлегию 30.04.2008*

**УДК 621.74**

*НЕКРАСОВ А.Г., ДЁМИН Д.А., канд. техн. наук*

## **ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ, СОСТАВА И СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННОГО ЧУГУНА, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ ОТЛИВОК АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ**

**В статье описаны результаты исследований микроструктуры, химического состава и свойств чугуна промышленных плавов. Результаты данных исследований позволяют выявить фактический химический состав базового чугуна для разработки дальнейших технологических процессов модифицирования чугуна недефицитными эффективными модификаторами.**

### **1. Введение**

Исследуемый чугун марок СЧ20, СЧ25 ГОСТ1412-85 предназначен для изготовления отливок автомобилестроения. Для обеспечения заданного комплекса свойств он модифицируется ферросплавами на железо-кремниевой основе: ферросилицием, смесью ферросилиция и сажи, ФС65BaKСт2, ФС65Ba4, лигатурой РЗМ. Применение этих типов модификаторов обусловлено необходимостью снижения склонности чугуна к отбелу при кристаллизации расплава и получения предела прочности на растяжение чугуна 200-300 МПа, твердости HB170-241. Согласно литературным данным, эти типы модификаторов обеспечивают удовлетворительное качество чугуна по отдельным показателям микроструктуры и свойств. Для обеспечения стабильного качества чугуна по комплексу показателей структуры и свойств необходим дифференцированный статистический анализ влияния каждого из этих модификаторов на показатели микроструктуры, с учетом химического состава чугуна, подвергаемого модифицированию, и определение оптимальной комбинации элементов в модификаторах. Эти комбинации элементов позволяют выбрать перспективные и доступные ферросплавы-модификаторы,

снижающие до минимума склонность расплава к образованию отбела при кристаллизации.

## 2. Постановка задачи

На первом этапе исследований базовым выбран чугун, модифицированный ферросилицием. Такой выбор обусловлен тем, что данный тип модификатора наиболее распространен в практике модифицирования, однако в конкретных производственных условиях далеко не всегда удается установить эффективность его влияния на состав и свойства чугуна. Кроме того, полученные результаты могут служить «эталоном» для сравнения эффективностей модифицирования чугуна другими материалами.

## 3. Методика исследований и полученные результаты

Для определения эффективности модифицирования рассчитаны значения выборочных статистических функций – оценки математического ожидания и оценки дисперсии. На основании этих результатов построены гистограммы распределения каждого из анализируемых параметров микроструктуры и химического состава чугуна, и определены доверительные интервалы для этих параметров.

Статистический анализ проведен на ЭВМ с помощью редактора электронных таблиц EXCEL, основные статистические характеристики, примененные в исследовании, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические характеристики для оценки эффективности модификаторов, применяемых при изготовлении чугунов марок СЧ20, СЧ25 ГОСТ1412-85.

Статистическая характеристика	Математическое описание	Обозначения
Математическое ожидание $\bar{X}$	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$	$X_i$ -текущее значение содержания элемента химического состава или характеристики микроструктуры $N$ – общее количество значений в выборке производственных данных
Дисперсия $S^2$	$S^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2$	-
Среднеквадратичное отклонение	$S = \sqrt{S^2}$	-
Доверительный интервал*	$I = \left( \bar{X} - \frac{eS}{\sqrt{N}}; \bar{X} + \frac{eS}{\sqrt{N}} \right)$	$I$ - граница доверительного интервала $e$ - квантиль нормального распределения
* - Доверительный интервал – это интервал, в котором с наибольшей вероятностью находится действительное значение характеристики микроструктуры или содержания элемента химического состава чугуна.		

Химический состав чугуна, модифицированного ферросилицием, и рассчитанные статистические характеристики приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав чугуна, модифицированного ферросилицием

Номер образца	Содержание элементов химсостава, %									
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Ti	Cu	V
1	3,44	2,29	0,75	0,11	0,083	0,14	0,14	0,024	0,18	0,01
2	3,51	2,4	0,77	0,121	0,076	0,26	0,1	0,024	0,16	0,01
3	3,43	2,1	0,7	0,108	0,083	0,34	0,14	0,037	0,38	0,02
4	3,36	2,28	0,71	0,11	0,086	0,32	0,14	0,038	0,37	0,02
5	3,35	2,33	0,63	0,101	0,086	0,22	0,14	0,027	0,28	0,025
6	3,37	2,51	0,74	0,098	0,086	0,25	0,13	0,028	0,27	0,023
7	3,58	2,32	0,54	0,12	0,072	0,35	0,15	0,025	0,25	0,02
8	3,6	2,38	0,86	0,119	0,066	0,29	0,13	0,025	0,18	0,024
9	3,58	2,39	0,74	0,12	0,075	0,14	0,11	0,031	0,14	0,037
10	3,64	2,36	0,74	0,105	0,066	0,14	0,11	0,028	0,12	0,036
<b>Среднее</b>	<b>3,486</b>	<b>2,336</b>	<b>0,718</b>	<b>0,1112</b>	<b>0,0779</b>	<b>0,245</b>	<b>0,129</b>	<b>0,0287</b>	<b>0,233</b>	<b>0,0225</b>
<b>СКО</b>	<b>0,109</b>	<b>0,1059</b>	<b>0,085</b>	<b>0,0084</b>	<b>0,0080</b>	<b>0,082</b>	<b>0,016</b>	<b>0,0051</b>	<b>0,092</b>	<b>0,0090</b>

На рис.1-2 представлены гистограммы распределения содержания элементов химсостава чугуна.

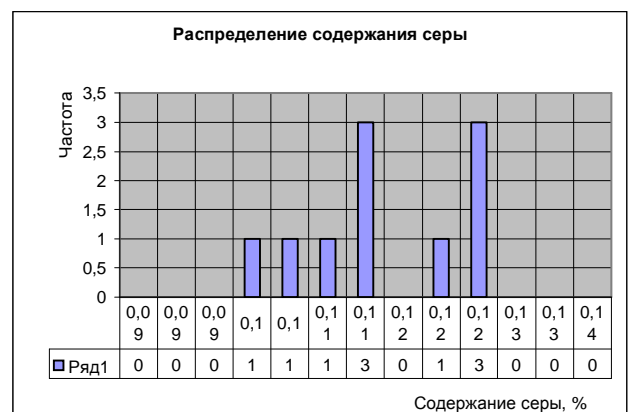
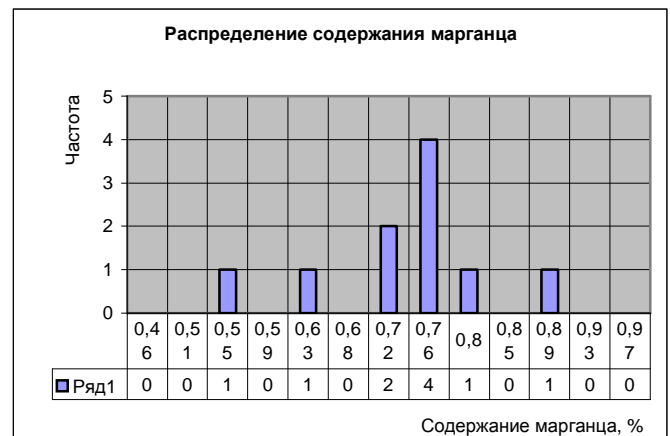


Рис. 1. Гистограмма распределения содержания углерода, марганца, кремния и серы в базовом чугуне, обработанном ферросилицием ФС-75

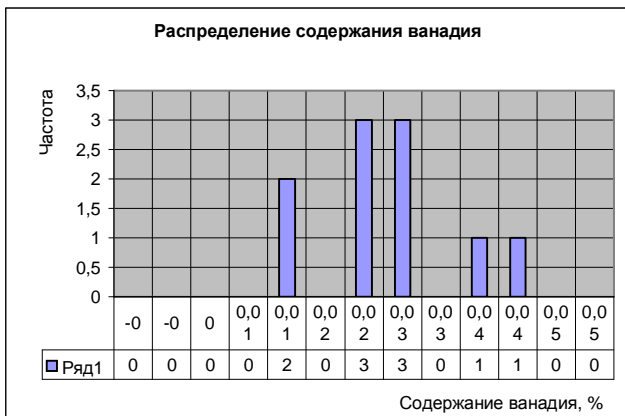
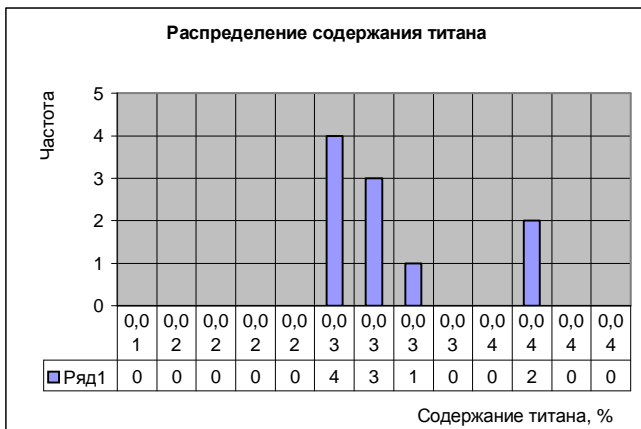
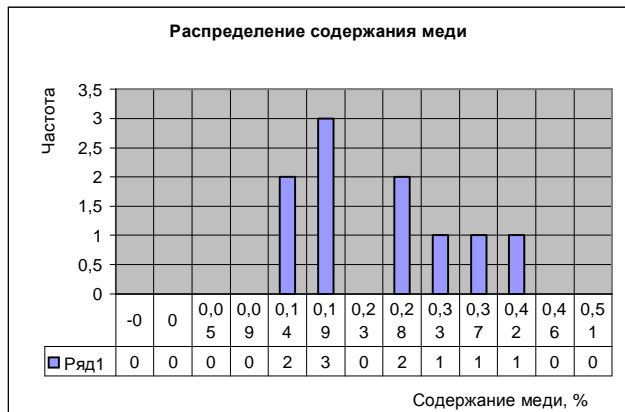
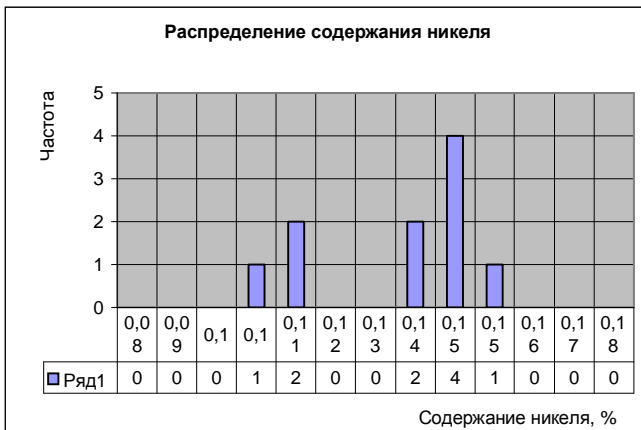
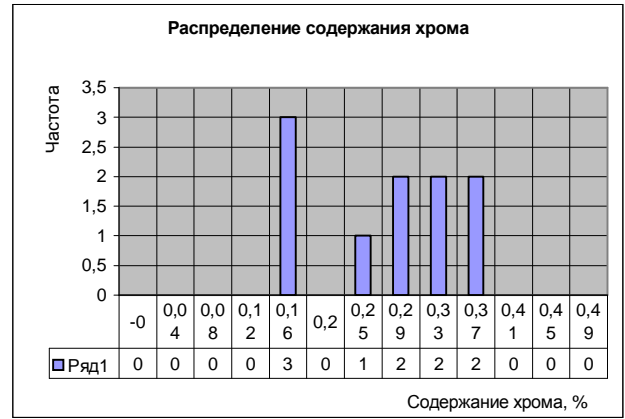
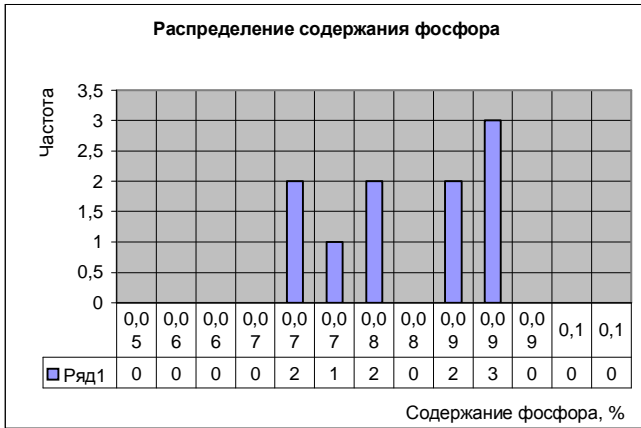


Рис. 2. Гистограмма распределения содержания фосфора, хрома, никеля, титана, меди и ванадия в базовом чугуна, обработанном ферросилицием ФС-75

В таблице 2 представлены характеристики микроструктуры чугуна.

На рис.3 представлены гистограммы распределения характеристик микроструктуры чугуна, рассчитанные статистические характеристики приведены в таблице 2.

Из таблицы 3 видно, что для всех рассчитанных характеристик микроструктуры характерно большое значение среднеквадратичного отклонения (СКО), что может свидетельствовать о сильно «размазанной» кривой нормального распределения. Учитывая, что распределение каждой из характеристик микроструктуры должно описываться кривой нормального распределения, указанный факт свидетельствует о наличии для каждой характеристики двух (или более) кривых, смещенных друг

относительно друга. Следовательно, на гистограммах должно наблюдаться два (или более) пика. Следовательно, исходная выборка, представленная в таблице 2, распадается на две (или более) выборки, на основании которых можно будет судить об эффективности модифицирования ферросилицием.

Таблица 2 – Микроструктура чугуна, модифицированного ферросилицием

Номер образца	Металлическая основа		Графит			
	Содержание перлита, %	Дисперсность перлита	Форма включений	Распределение включений	Размер включений, мкм	Количество включений, %
1	П70, П92	С+ПД1,4	ПГф2	ПГр9, ПГр1	ПГд15-25-45	ПГ6
2	П80, П	С+ПД1,0	ПГф2	ПГр9, ПГр1	ПГд 25-45-90	ПГ6
3	П	С+ПД1,4	ПГф2	ПГр9, ПГр1	ПГд15-25-45	ПГ6
4	П	С+ПД1,0	ПГф2	ПГр9, ПГр1	ПГд15-25-45	ПГ6
5	П85, П98	С+ПД1,4	ПГф2	ПГр9, ПГр1	ПГд15-25-45	ПГ6
6	П70, П	С+ПД1,4	ПГф2	ПГр9, ПГр1	ПГд15-25-45	ПГ6
7	П85, П	С+ПД1,4	ПГф2	ПГр9, ПГр1	ПГд15-25-45-90	ПГ10
8	П	С+ПД1,0	ПГф2	ПГр9, ПГр1	ПГд15-45-90	ПГ6
9	П70, П96	С+ПД1,0	ПГф2	ПГр9, ПГр1	ПГд 25-45-90	ПГ6
10	П70, П96	С+ПД1,4	ПГф2	ПГр9, ПГр1	ПГд 25-45-90	ПГ10

Таблица 3 - Статистические характеристики микроструктуры.

Характеристика микроструктуры	Количество перлита, %	Дисперсность перлита	Размер включений графита, мкм	Количество включений графита, %
Среднее	87,1	1,24	35,9	6,8
СКО	12,40076	0,20105	12,11306	1,641565

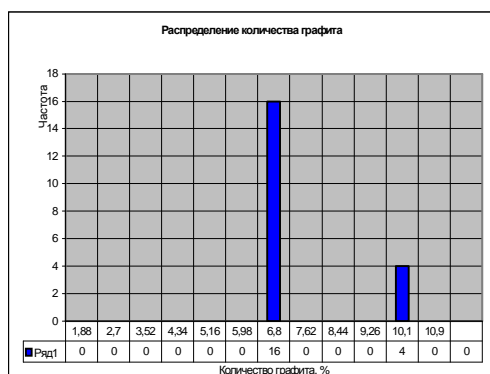


Рисунок 3. Характеристики микроструктуры чугуна, модифицированного ФС75

**Выводы.**

Учитывая, что ферросилиций является классическим модификатором, результаты анализа составов и структур чугунов, обработанных другими ферросплавами, могут «приводиться» к результатам, полученным для ферросилиция.

Адекватность полученные результатов исследований подтверждается тем, что все расчеты и выводы строились на выборке реальных производственных данных, полученных в условиях работы литейного цеха.

*Поступила в редколлегию 30.04.2008*

УДК 519.876.5:[620.178.32:664:665.937]

*ЧЕРЕВКО О.І., ГОЛОВКО М.П., ПОЛЕВИЧ В.В.*

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДИНАМІКИ НАПРУЖЕННЯ ЗСУВУ ХАРЧОВОЇ КІСТКИ ПРИ ГІДРОТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ

Проведене математичне моделювання динаміки зміни напруження зсуву харчової кістки при її гідротермічній обробці за умов надлишкового тиску. Вперше запропонована теоретична модель процесу динаміки напруження зсуву  $S_{zc}$  тканини кістки, яка розпушена під час гідротермічної обробки. На основі розробленої моделі отримано рівняння регресії  $S_{zc}(t)$ , яке з надійністю  $\geq 96\%$  узгоджується з експериментом.

Проблема забезпечення раціону харчування населення України біоорганічними сполуками кальцію і попередження цілої низки кальцій-залежних станів: остеопороз, остеохондроз, нервові розлади та інші – актуальне питання сьогодення. Існує досить обмежене коло джерел біоорганічних сполук кальцію. Єдиним традиційним джерелом біоорганічного кальцію у раціоні харчування споживачів є молоко та молочні продукти. На жаль рівень споживання цих продуктів не задовольняє потреб сучасного українця.

Альтернативним джерелом біоорганічних сполук кальцію виступає харчова кістка забійної худоби за ГОСТ-16147. Вона багата білком, жиром та унікальним за складом мінеральним залишком. Традиційно кістку використовують для виробництва желатину, отримання кісткового жиру з високим вмістом поліненасичених жирних кислот. Перешкодою на шляху повного використання харчового потенціалу кістки є її показники міцності.

Існують різні підходи до технології переробки кістки: гідротермічний гідроліз, обробка кислотами та лугами. Дві останні технології дозволяють отримати білкову фракцію, але ускладнюють використання мінерального залишку, оскільки руйнують зв'язки між білком та мінералами. Зміни показників міцності кістки при тривалій дії високих температур (понад  $100^{\circ}\text{C}$ ) за умов використання автоклавів є наслідком дії низки фізико-хімічних процесів, які одночасно відбуваються у кістковій тканині та являють собою складний багатофакторний комплекс. Це зумовлено складністю структури і хімічного складу кістки, внаслідок чого у цих процесах може приймати участь значна кількість компонентів з досить різноманітними властивостями. Наявність значної кількості процесів хімічних перетворень у кістці, яка тривалий час нагрівається, знаходить відображення у кінетиці її показників міцності.

Губчата речовина, із якої складається кістка, має пористу, але міцну, структуру. Основу цієї структури становлять кісткові пластинки, які розташовані за законами механіки в певній просторовій конфігурації, що і забезпечує їй високі механічні властивості. Клітини кісткової тканини -остеоцити оточені колагеновими волокнами, які щільно спаковані. Вважаючи, що колагенові волокна несуть основну

відповідальність за збереження просторової, стійкої до деформацій, конфігурації тканини кістки, дослідимо вплив термічної обробки на її механічні властивості.

Термічна обробка призводить до загального розпушування колагенової структури, руйнації просторової форми. У результаті кісткова тканина втрачає механічну міцність. Загальне дослідження біохімічного механізму процесу через багатовимірність та корельованість факторів, які визначають механічні властивості кістки, проблематично. Більше того, процес є багатоетапним, кожний з етапів має якісні особливості (спочатку відбувається скорочення волокон, надалі – денатурація колагену, тощо). Виникає практична необхідність побудувати наближену теоретичну модель, яка б адекватно описувала механічні властивості тканини кістки. Припустимо, що в наближеній теоретичній моделі основні параметри, які представляють практичний інтерес, залежать тільки від часу  $t$  термічного впливу на тканину кістки.

Будемо вважати, що зміна концентрації  $C$  речовини, яка піддається термічній обробці, може бути промодельована наступним диференціальним рівнянням:

$$\frac{dC}{dt} = -k(t) C^n. \quad (1)$$

При  $n = 1$ ,  $k(t) = const$  ( не залежить від часу  $t$  ) процес було досліджено в працях ( М.І. Беляєв, О.І. Черевко) [1,2].

Загальний розв'язок диференціального рівняння за умови, що при  $t = t_0$   $C = C_0$ ,  $n \neq 1$  має наступний вигляд:

$$C^{1-n}(t) = C_0^{1-n} + (n-1) \int_{t_0}^t k(x) dx. \quad (2)$$

Процес термічної денатурації колагену, зокрема, відносна щільність його структури  $q(t)$ , яка безпосередньо впливає на механічні властивості кістки (М.І. Беляєв, О.І. Черевко Г.В. Дейниченко) [1-3], також підпорядковується диференціальному рівнянню типу (1). При дослідженні можливої форми зв'язку між параметрами процесу, зокрема визначенні  $k(t)$ , необхідно враховувати наступну обставину: процес має характер насичення. Тобто існує таке  $t = t_{нас}$ , коли при  $t \geq t_{нас}$  швидкість термічної денатурації колагену буде нескінченно малою величиною. Степенева та поліноміальна форми зв'язку між чинниками найбільш ефективні для розв'язання інтерполяційних задач, але їх асимптотична поведінка не відображає адекватно динаміку процесу термічної денатурації колагену.

Враховуючи викладене вище, для регресійної залежності напруження зсуву  $S_{zc}$  від часу термічної обробки  $t$  отримаємо:

$$S_{zc}^{-1}(t) = a + bt + ce^t. \quad (3)$$

Параметри регресії  $a$ ,  $b$ ,  $c$  мають безпосередній зв'язок із величинами, які одержані експериментально:

$$a^{-1} \approx S_{zc}^{\max}; \quad a + bt_{нас} + ce^{t_{нас}} \approx \left( S_{zc}^{\min} \right)^{-1},$$

де  $S_{zc}^{\min}$  – найменше і  $S_{zc}^{\max}$  – найбільше напруження зсуву;

$t_{нас} \approx 5 \div 7$  – час насичення.



Функція регресії з надійністю не менше ніж 96% відображає статистичну залежність напруження зсуву  $s_{zc}$  від часу  $t$  в інтервалі

$$0 \leq t \leq t_{нас} \quad (\text{рис. 1})$$

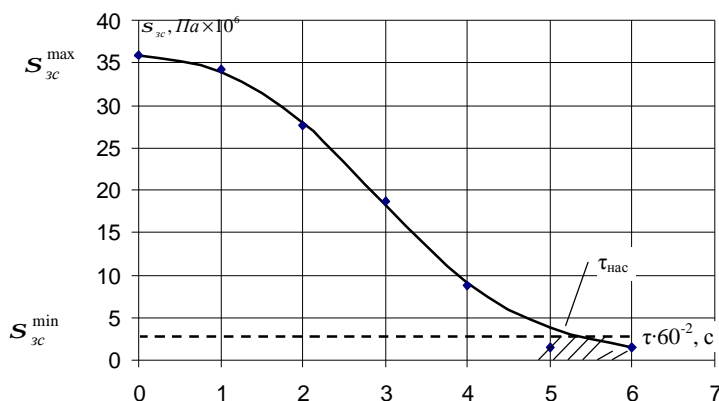


Рис. 1. Залежність напруження зсуву харчової кістки від часу гідротермічної обробки

**Висновок.** Вперше запропонована теоретична модель процесу динаміки напруження зсуву  $s_{zc}$  тканини кістки, яка розпушена під час гідротермічної обробки. На основі моделі отримано рівняння регресії  $s_{zc}(t)$ , яке з надійністю  $\geq 96\%$  узгоджується з експериментом. Параметри регресії статистично значущі і мають практичну інтерпретацію.

**Список літератури:** 1. *Беляев М.И., Пахомов П.Л.* Теоретические основы комбинированных способов тепловой обработки пищевых продуктов: Монография /Харьковский институт общественного питания. – Харьков, 1991. – 160 с. 2. *Черевко О.И.* Наукові основи та апаратне забезпечення безвідходної переробки кісткової сировини в продукти харчування. //Автореф. докт. диск. Одеса – 1997. – 32 с. 3. *Дейниченко Г.В., Простаков О.О. Дуб В.В.* Удосконалення процесів переробки м'ясної сировини в підприємствах харчування: [Моногр.] / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х.: Студцентр, 2003. – 349 с.

*Поступила в редколлегию 20.03.08г.*

УДК 664.871:664.324

**І.В. ЧОНІ**, канд. техн. наук

## **СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ СОУСІВ НА ЕМУЛЬСІЙНІЙ ОСНОВІ З БОРОШНОМ ГРЕЧАНОЇ КРУПИ**

В результаті наукових досліджень запропоновано нову технологію виробництва соусів на емульсійній основі з борошном гречаної крупи.

Технологічний процес повинен бути науково обґрунтованим, прогнозованим і забезпечувати відповідні показники якості готової продукції.

В ресторанному господарстві та харчовій промисловості серед різноманітного асортименту харчових продуктів знаходять місце і соуси, в тому числі на

емульсійній основі, так звані майонези. Використання у складі таких соусів борошна круп дає змогу застосовувати у складі емульсій емульгатори та стабілізатори природного походження. Нами вперше була розроблена та ретельно вивчена рецептура та технологія соусу з борошном злакових, а саме гречаної крупи. В результаті дослідження емульсій нами встановлено, що кращі характеристики мають емульсії до складу яких входять саме некрохмальні полісахариди які є природним емульгаторами та стабілізаторами в даному випадку це борошно гречаної крупи. Тому використання борошна гречаної крупи для виробництва соусів на емульсійній основі є питання досить актуальне [1].

Полісахаридний склад борошна гречаної крупи свідчить про широкі можливості його використання при виробництві продуктів харчування лікувального призначення. Враховуючи високу емульгуючу здатність полісахаридів борошна гречаної крупи вчені Полтавського університету споживчої кооперації України провівши наукові дослідження вважають за доцільне запропонувати його при виробництві харчової продукції з емульсійною структурою.

Дослідження умов одержання борошна гречаної крупи (рис. 1) показало, що найбільш раціональним є одноразовий помел за  $180-190 \text{ с}^{-1}$ . За таких умов з подальшим використанням борошна у складі стабілізуючої основи спостерігаються відповідні характеристики систем: висока в'язкість стабілізуючої основи за умов більш низької її концентрації, забезпечення стабільності модельних емульсій.

В результаті досліджень на етапі приготування стабілізуючої основи обґрунтовано наступну послідовність технологічного процесу.

Задачею запропонованого технологічного рішення постає створення продукту споживання, який має більший термін зберігання, найкращі смакові та лікувальні властивості, технологія виготовлення якого значно простіша тієї котра існує на теперішній час.

Дослідження модельних емульсій з використанням стабілізуючої основи (визначення емульгуючої ємкості, стійкості, органолептичних показників) залежно від різних чинників (концентрації борошна, умов тримання емульгуючо-стабілізуючої основи) дозволили встановити оптимальні співвідношення борошна та води 1:8...1:9. Доведено, що такий гідромодуль забезпечує отримання стійких емульсій з вмістом олії 30, 45, 67% з органолептичними та структурно-механічними показниками, які відповідають вимогам до даної групи продукції.

Таким чином виходячи з результатів досліджень модельних систем на етапі приготування стабілізуючої основи обґрунтовано наступну послідовність технологічного процесу [2].

Гречане борошно просіюють змішують з молоком сухим знежиреним, додають рідку основу, фільтрований розчин солі кухонної, цукру-піску. Отриману рецептурну суміш перемішують, заварюють до одержання пастоподібної маси і не охолоджуючи, піддають поступовому емульгуванню рафінованою дезодорованою олією, додають оцтову кислоту, суху цибулю та кріп. Одержану таким чином емульсію гомогенізують.

Додавання сухого знежиреного молока забезпечує більшою мірою відповідні органолептичні показники та меншою мірою розглядається як функціональний компонент, який сприяє протіканню процесу емульгування.

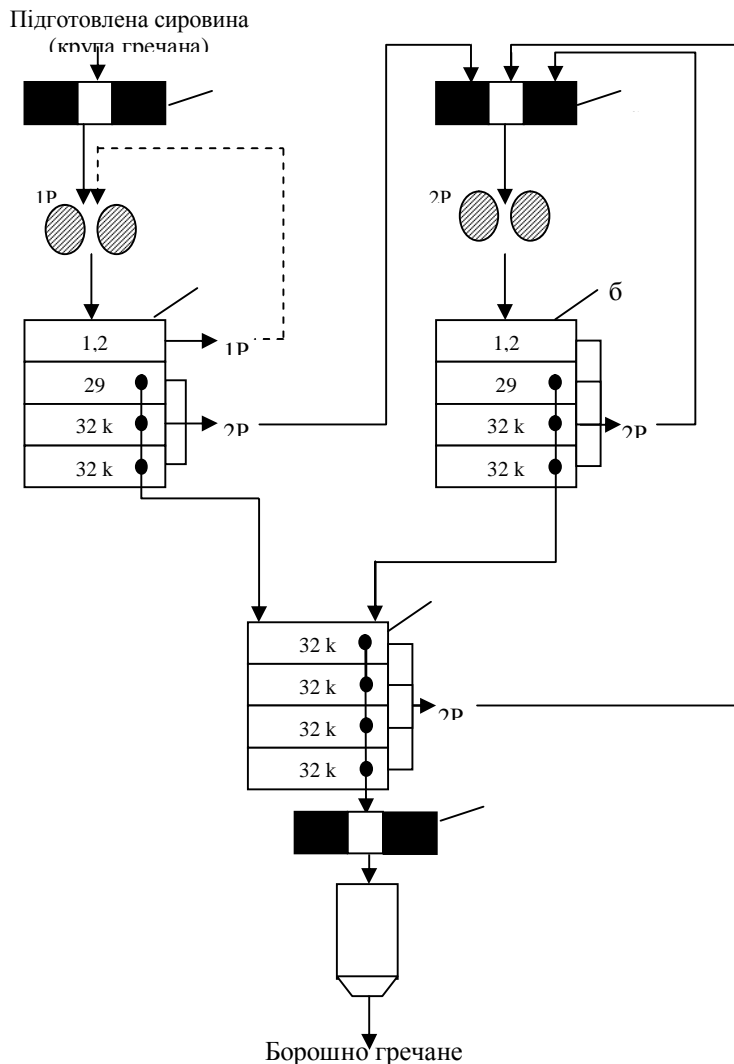


Рис. 1. Схема отримання борошна з гречаної крупи: 1 РС – перша розмелювальна система, число рифлів на 1 см 8...10, нахил – 6...8 %; 2 РС – друга розмелювальна система, число рифлів на 1 см 10...12, нахил 8...10%: а – магнітне очищення; б – пакет сит

На стадії підготовки стабілізаційної основи передбачена теплова обробка суміші, а саме нагрівання до температури 95...99°C протягом (6...11)×60с з періодичним перемішуванням. Така обробка насамперед сприяє формуванню функціонально-технологічних властивостей основи за рахунок змін окремих компонентів рецептурної суміші (клейстеризації крохмалю, переводу протопектину у пектин, денатурації білків), дозволяє підвищити мікробіологічну безпеку готової продукції.

Дані перетворення супроводжуються насамперед утворенням однорідної системи, яка характеризується певними в'язкісними (стабілізуючими) характеристиками. Окрім того такі технологічні режими забезпечують ефект пастеризації та позитивно впливають на мікробіологічний фон готової продукції. Подальша підготовка стабілізуючої основи передбачає її охолодження до температури 78...90°C.

Стабілізуюча основа характеризується однорідною пастоподібною консистенцією. Залежно від виду соусу до складу рецептурної суміші можливе додавання інших компонентів, які обумовлюють формування асортименту, але істотно не впливають на функціонально-технологічні властивості стабілізуючої основи. На наступному етапі до стабілізуючої основи додають олію рафіновану дезодоровану за умови безперервного перемішування зі швидкістю обертання (1500...1800)×60с<sup>-1</sup> [3].

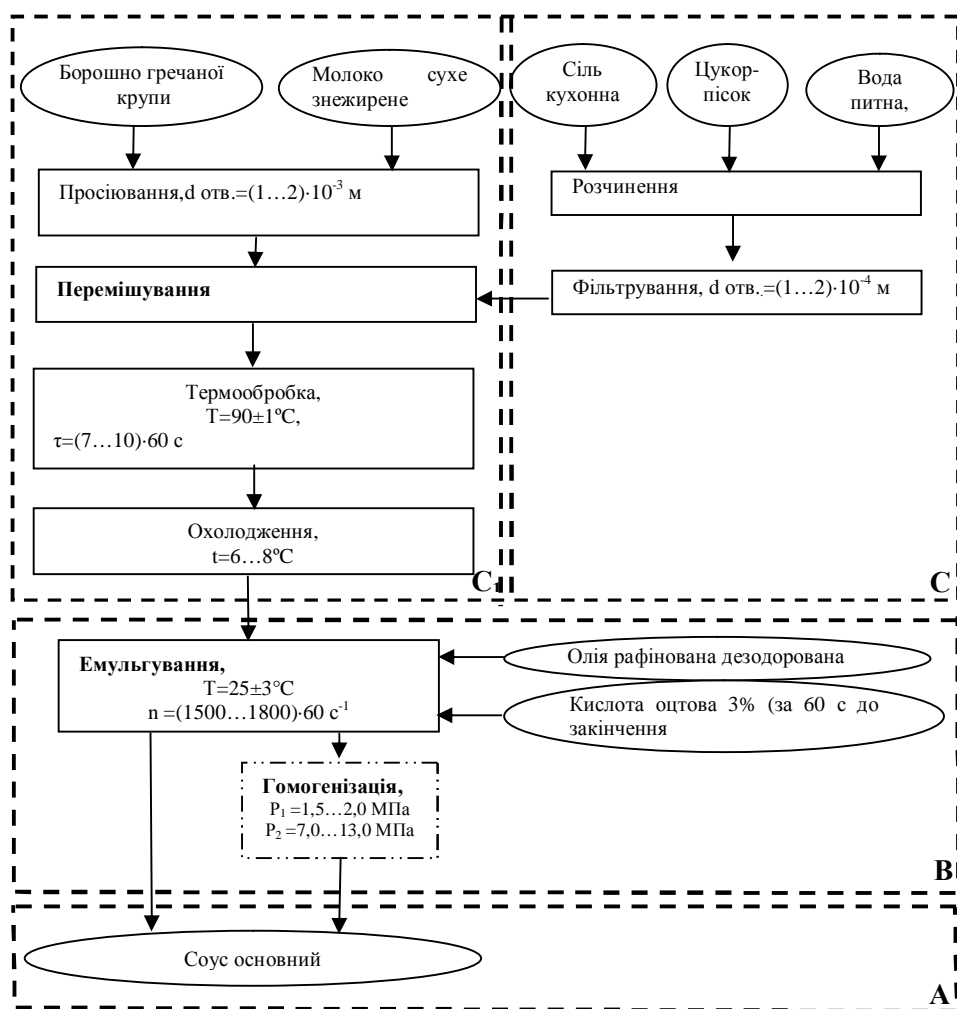
Відомо, що емульгуючі здатність системи безпосередньо залежить від температури емульгування (температури компонентів рецептурної суміші).

Експериментально встановлено, що оптимальна температура олії під час емульгування є 25...35°C. Перед закінченням процесу вводять оцет столовий. Формування асортименту соусів складається за умов внесення додаткових компонентів, які впливають в першу чергу на органолептичні показники готової продукції (наприклад: сухий часник, розмарин тощо).

Під час відпрацювання рецептур встановлено, що кількість смакових добавок повинна бути в межах 1,7...2% від маси, внесення добавок у більшій кількості призводить до зміни смаку, появи нехарактерного кольору, зміни консистенції соусів (поява неспецифічної «рихлості», що обумовлено ступенем дисперсності та концентрацією добавок).

Гомогенізацію доцільно передбачити при промисловому виробництві соусів тривалого зберігання. Режими гомогенізації повинні бути відпрацьовані залежно від конкретного виду устаткування, але загальні класичні рекомендації передбачають такі режими:  $P_1=1,5...2,0$  МПа,  $P_2 = 7,0...13,0$  МПа.

Проведені дослідження дозволили розробити і обґрунтувати технологічну схему (рис. 2) та умови виробництва соусів на емульсійній основі з борошном гречаної крупи [4].



Примітка:    – дана операція використовується при виробництві соусів тривалого зберігання

Рис. 2. Технологічна схема виробництва соусів з борошном гречаної крупи: А,В,С<sub>1</sub>,С<sub>2</sub>– підсистеми

Розроблені нами нові технології значно скорочують терміни приготування запропонованого нами соусу.

Виготовлені соуси мали хороші органолептичні показники, рН 4,0-4,7, стійкість емульсії становила 100%, калорійність в межах 375...550 (проти 627 ккал) в традиційному майонезі промислового виробництва, характерну консистенцію, колір, смак, запах.

Проведені дослідження дозволили нам одержати раніше невідомий результат, який полягає в можливості збільшення терміну зберігання продукту, досягнути найкращих смакових особливостей, і значно спростити технологію приготування соусу, який зокрема має лікувально-профілактичний вплив на здоров'я людини.

Склад соусів на емульсійній основі з борошном гречаної крупи, технологія його виготовлення та смакові властивості неодноразово підтверджувались при приготуванні їжі.

Отримано деклараційні патенти на винаходи №13461 від 17.04.2006 та № 13464 від 17.04.2006 Бюлетень №4.

**Список літератури:** 1. *Большакова В.А.* Технологія паст емульсійного типу з використанням зернобобової сировини: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.16/ Харківська державна академія технології та організації харчування. – Харків, 2001 – 20 с. 2. *Унатова О.І.* Удосконалення технології виробництва соусів емульсійного типу: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.16/ Харківська державна академія технології та організації харчування. – Харків, 1999 – 17 с. 3. *Субачева Е.Н.* Особенности технологических свойств некрахмалистых полисахаридов овсяной и перловой круп: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.16/ Московского ордена красного знамени институт народного хозяйства им. Г.В.Плеханова. – Москва, 1990 – 24с. 4. *Паносян И.И.* Состав клеточных стенок и технологические свойства некоторых круп: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.16/ Московского ордена красного знамени институт народного хозяйства им. Г.В.Плеханова. – Москва, 1982 – 22с.

*Поступила в редколлегию 25.03.2008*

УДК 644:514

**ТРОЦІЙ Т.В.** канд. техн. наук, **ПИВОВАРОВ П.П.** докт. техн. наук, проф.  
**БОТШТЕЙН Б.Б.**

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ СНІДАНКІВ СУХИХ ХРУСТКИХ**

В роботі розглянуто перспективи та шляхи розширення асортименту сухих сніданків. Запропоновано технологію сухих хрустких сніданків підвищеної харчової цінності, збагачених плодово-ягідним пюре.

Загальновідомий факт, що цивілізація внесла в сучасне життя безліч корективів. Протягом останніх п'ятдесяти років наука і створена нею технологія змінили світ в значно більшій степені, ніж за весь попередній період існування людства з моменту заняття землеробством. Однак до найбільш розповсюджених продуктів харчування, що споживаються щодня і повсюдно всіма групами населення нашої країни, все ж відносяться харчові продукти, отримані на основі

зернових культур: хліб, крупи, хлібобулочні вироби, макаронні вироби і в останній час все більшого попиту набувають продукти швидкого харчування, так звані снеки.

Стрімкий в останні декілька років розвиток снекового сегменту продовольчого ринку, пояснюється рядом причин. Це і процвітання пивної галузі, і підвищення платоспроможності наших громадян, і зміна ритму і стилю життя. Виробники снеків намагаються охопити своєю продукцією найбільш широку аудиторію – від дитячого до похилого віку, а також дієтичні продукти

Зернові культури мають велике значення в харчуванні населення України, що пов'язане, як з традиціями, так і з сучасними соціальними умовами. Останнім часом на ринку виробів із зернових важливого значення набувають харчові концентрати високого ступеню кулінарної готовності. Це зумовлено насамперед соціально-економічними факторами. Серед них необхідно відмітити збільшення мобільності населення, а також бажання скоротити час приготування їжі у домашніх умовах до мінімуму. Існуючі сухі сніданки характеризуються пониженою біологічною та харчовою цінністю, разом з тим вони відрізняються значною калорійністю, яка забезпечується за рахунок великого вмісту вуглеводів.

Виробництво сухих сніданків, збалансованих за основними нутрієнтами – є однією з актуальних проблем сучасності, яка потребує детального вивчення та вирішення. Тому, нами була розроблена технологія отримання сухих хрустких сніданків на основі зернових каш з додаванням плодово-ягідних та плодово-овочевих наповнювачів, що дозволяє значно підвищити харчову та біологічну цінність даної продукції (рис. 1).

Технологічний процес виробництва сніданків сухих хрустких включає такі стадії:

– *підготовка сировини* – полягає в механічній кулінарній обробці сировини, що входить до рецептури. Механічна кулінарна обробка включає в себе: перебирання рису, його промивання для видалення частин оболонок, неповноцінних пустотілих ядер, продуктів гідролізу і окиснення власних ліпідів; просіювання солі та крохмалю;

– *приготування напівфабрикатів сніданків сухих хрустких* – варка в'язкої каші (ГМ – 1:3,2...3,7;  $t=95...98$  °С,  $\tau=50...60$  хв.), подрібнення каші в однорідну масу, приготування тіста з додаванням картопляного крохмалю та різноманітних подрібнених плодово-ягідних та плодово-овочевих наповнювачів, варка отриманого тіста ( $t=95...98$  °С,  $\tau=50...60$  хв.), охолодження ( $t=96...98$  °С) та дозрівання ( $t=4...6$  °С,  $\tau=16...18$  год.), нарізання тіста у вигляді шматочків ( $l=1,5...2,0 \times 30...40$  мм) та подальше їх сушіння до  $W=13...14$  % ( $t=85...110$  °С). Отримані напівфабрикати піддають смаженню у фритюрі ( $t=170...200$  °С,  $\tau=5...6$  с);

– *підготовка до реалізації* – упаковка, маркірування, транспортування і зберігання. Упаковка та маркірування проводиться для забезпечення органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників, для визначення виходу готового виробу та оформлення сертифікату якості. Зберігають при  $t=20...25$  °С,  $W=70...75$  %,  $\tau=50...60$  хв.;

– *реалізація*.

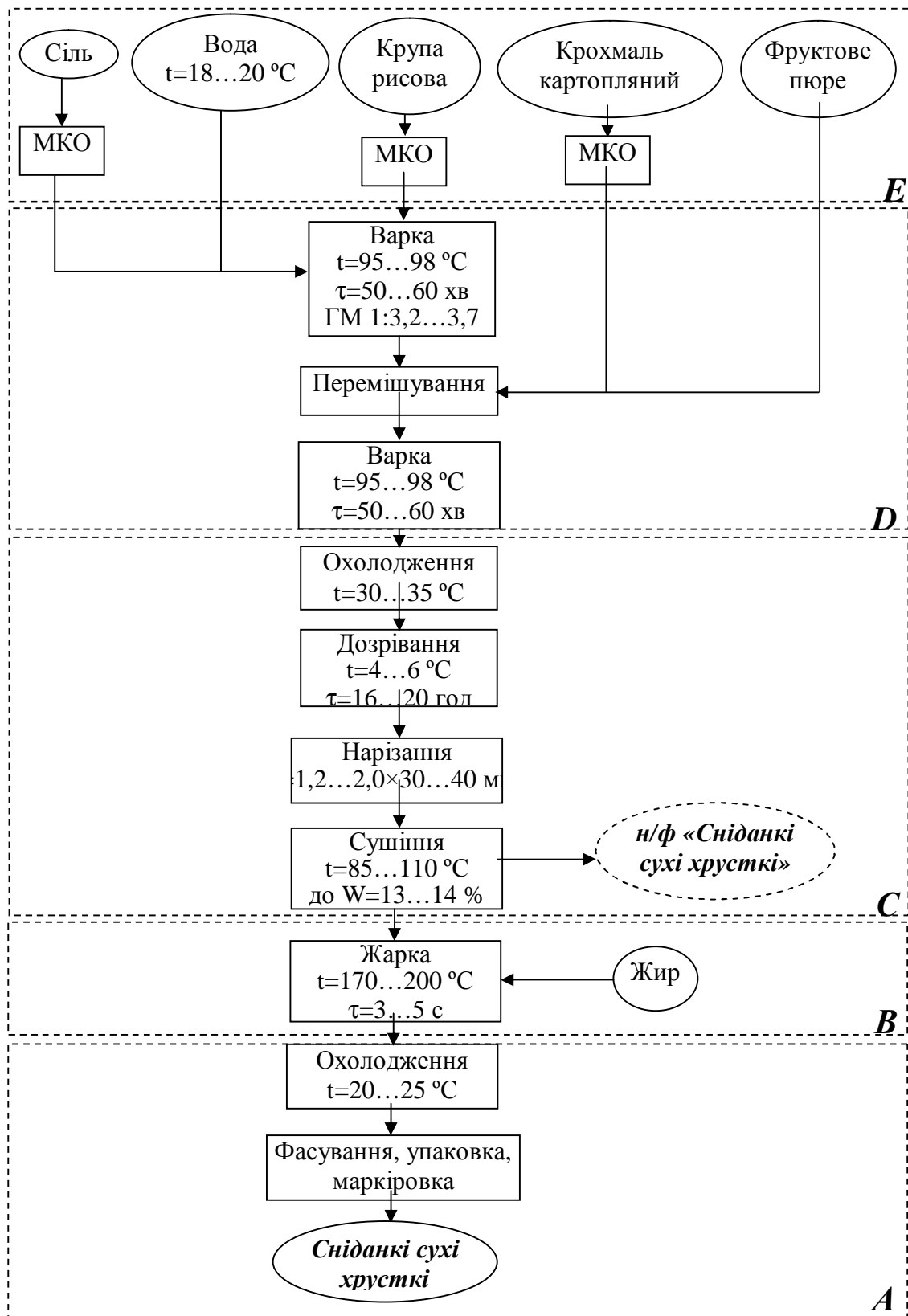


Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва сніданків сухих хрустких

З метою визначення впливу технологічних чинників на показники якості сніданків сухих хрустких досліджено залежність їх насипної маси як основного показника якості, після термообробки від виду та концентрації пюре (рис. 2). Встановлено, що додавання до 25% пюре на якість сухих сніданків практично не

впливає. Збільшення концентрації пюре призводить до зменшення значення насипної маси та зниження якості готового продукту.

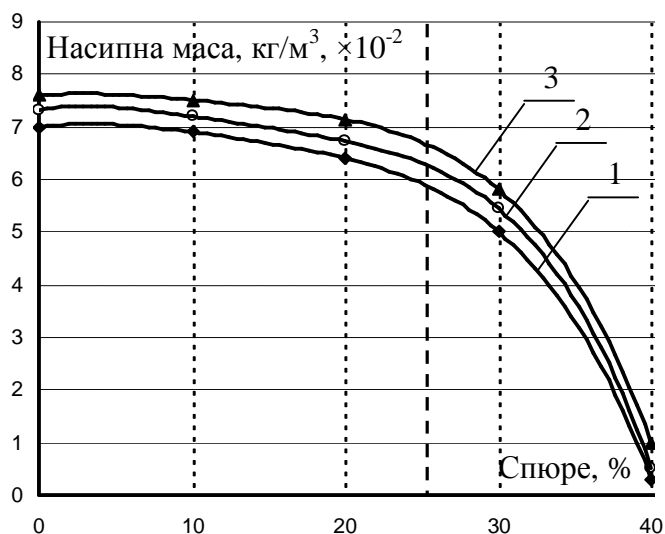


Рисунок 2 – Залежність насипної маси продукту від концентрації пюре: 1 – яблучно-абрикосове пюре; 2 – гарбузове пюре; 3 – моркв'яно-яблучне

Визначені органолептичні показники сніданків сухих хрустких, виготовлених на основі плодово-овочевих пюре за встановлених параметрів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Органолептична характеристика сніданків сухих хрустких.

Найменування показника	Характеристика
1	2
Зовнішній вигляд	Пористі скибочки правильної форми, з однорідною поверхнею без сторонніх включень, з однорідними порами.
Колір	Однорідний, інтенсивний, виражений, натуральний, від світло-кремового до коричневого в залежності від виду крупи.
Смак	Виражений, чистий, збалансований, солодкуватий з високою швидкістю вивільнення.
Запах	Виражений, чистий, у міру стійкий.
Консистенція	У міру хрумка, крихка, під час натискання легко фрагментується

Таким чином, нами розроблено технологію та асортимент сухих хрустких сніданків, збагачених продуктами рослинного походження, що дозволяє збагатити продукт вітамінами і мікроелементами та підвищити його харчову і біологічну цінність.

Поступила в редакцію 11.05.2008



## СОДЕРЖАНИЕ

<b><i>С.В. ЛУБЕНЕЦ</i></b> <b>СЕТИ И СТАНДАРТЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ В УКРАИНЕ</b>	3
<b><i>М.А. СТОЛЯРЕНКО</i></b> <b>ПРОБЛЕМЫ СХОДИМОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ</b>	8
<b><i>В.И. БАРЫШЕВ, А.В. МАЗУРЕНКО, В.В. ПЕЧЕНИН</i></b> <b>МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ОДНОКАНАЛЬНОГО ФИЛЬТРА ДОПЛЕРОВСКОЙ ЧАСТОТЫ</b>	10
<b><i>Е. С. ПАРНЯКОВ, О. С. КУЗЬМЕНКО</i></b> <b>ДИНАМИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ ВХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ С БАЗОЙ ЗНАНИЙ</b>	16
<b><i>Г.М. СІКОНЕНКО, Т.Ю. МАРЧЕНКО</i></b> <b>ЛОГІСТИЧНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ НА СТАНЦІЇ</b>	21
<b><i>С.В. ВОЙЦЕХ</i></b> <b>ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННАЯ ДЯЛЬНОСТЬ ЗА КОРДОНОМ</b>	24
<b><i>КРАВЦОВ М.К., АКІМОВ В.Т., АКІМОВ О.В.</i></b> <b>САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ І ЇЇ РОЛЬ В СИСТЕМІ МЕТОДІВ УЧБОВОЇ ДЯЛЬНОСТІ</b>	27
<b><i>ДЗЮНДЗЮК Б.В., ПРОНЮК А.В.</i></b> <b>МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ВОПРОСАМ ОХРАНЫ ТРУДА</b>	32
<b><i>РОЗАНОВА Е.Д., ТИМЧЕНКО Н.Н.</i></b> <b>ВОЗМОЖНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ФЕТАЛЬНОГО ГЕМОГЛОБИНА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И МЕДИЦИНЕ</b>	36

<b>Ю. О. МАНОЙЛО, В. Ф. МОИСЕЕВ, П. В. КУЗНЕЦОВ</b> <b>ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ</b> <b>ДИСМЕМБРАТОРА</b>	41
<b>В. Б. ТРОШЕНЬКИН, Н. Н. ЗИПУННИКОВ</b> <b>СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТОК ПО ИССЛЕДОВАНИЮ</b> <b>ПРОЦЕССА И КОНСТРУИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ</b> <b>ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ</b> <b>СПЛАВОВ</b>	51
<b>С.А.ПРИВЕДЕНИЙ, В.М.ПОЛЩУК, В.Ф.РОЙ</b> <b>ЕЛЕКТРОННИЙ ЛІЧИЛЬНИК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ</b>	55
<b>Г.В. ВИШНЕВЕЦЬКИЙ, Т.С. ЗАПЕТРУК</b> <b>ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ГОЛОВНИХ БАЛОК КРАНІВ</b>	61
<b>В. В. ОФИЙ, П. П. ГОРБАКОВА</b> <b>К ВОПРОСУ О ПЕРЕКОСЕ ХОДОВЫХ КОЛЕС МОСТОВЫХ</b> <b>КРАНОВ</b>	64
<b>Г.В. ВИШНЕВЕЦЬКИЙ, О.С. ШЕВЧУК.</b> <b>ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ ПАРАМЕТРІВ</b> <b>ВИРОБНИЦТВА ГРЕЙФЕРІВ</b>	70
<b>Г.В. ВИШНЕВЕЦЬКИЙ, М.В. ШИПИЦЯ</b> <b>ОПТИМАЛЬНІ ПРОЕКТНІ ПАРАМЕТРИ ТРАНСПОРТНОЇ</b> <b>СИСТЕМИ СКЛАДІВ НАСИПНИХ ВАНТАЖІВ</b>	74
<b>ЗРАЙЧЕНКО-ПОЛОЗЕНЦЕВ А. В., ДЁМИН Д.А.</b> <b>РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> <b>ТЕХНОЛОГИИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО</b> <b>ЧУГУНА</b>	78
<b>НЕКРАСОВ А.Г., ДЁМИН Д.А.</b> <b>ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ, СОСТАВА И</b> <b>СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННОГО ЧУГУНА,</b> <b>ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ</b> <b>ОТЛИВОК АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ</b>	81

<b><i>ЧЕРЕВКО О.І., ГОЛОВКО М.П., ПОЛЕВИЧ В.В.</i></b> <b>МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДИНАМІКИ НАПРУЖЕННЯ ЗСУВУ ХАРЧОВОЇ КІСТКИ ПРИ ГІДРОТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ</b>	<b>87</b>
<b><i>І.В. ЧОНІ</i></b> <b>СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ СОУСІВ НА ЕМУЛЬСІЙНІЙ ОСНОВІ З БОРОШНОМ ГРЕЧАНОЇ КРУПИ</b>	<b>89</b>
<b><i>ТРОЦІЙ Т.В., ПИВОВАРОВ П.П., БОТШТЕЙН Б.Б.</i></b> <b>ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ СНІДАНКІВ СУХИХ ХРУСТКИХ</b>	<b>93</b>

Наукове видання

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

**Збірник наукових праць**

Тематичний випуск

**"Нові рішення в сучасних технологіях"**

**Випуск №12**

**Технічний редактор Т.Л. Коворотный**

**Відповідальний за випуск В.М. Луньова**

Обл.-вид. №200-08

Підписано до друку 26.05.2008. Формат 60x84/16. Папір офсетний.

Друк офсетний. Ум.-друк. арк. 8.

Надруковано у видавництві "Технологічний центр".

61145 Харків, вул. Новгородська 3а

Тел./факс (057) 750-89-90