

Міністерство аграрної політики та  
продовольства України



ПРАЦІ  
Таврійського державного  
агротехнологічного університету

Випуск 11

Том 4

Матеріали міжнародної  
науково-технічної конференції  
«Актуальні питання енергетики і прикладної бі-  
офізики в агровиробництві»

Наукове фахове видання

Мелітополь – 2011 р.

УДК 621.311:631

**ПЗ.8**

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання / ТДАТУ. – Мелітополь : ТДАТУ, 2011. – Вип. 11, т. 4. – 360 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,  
протокол № 11 від 26 квітня 2011 р.

В наукових працях наведені результати науково-дослідних робіт, виконаних у відповідності з науково-технічною програмою «Розробка наукових основ, систем технологій і технічних засобів для забезпечення продовольчої безпеки Південного регіону України»

(№ держреєстрації 0107 У 008957).

Випуск призначений для науковців, інженерів, аспірантів і студентів.

Редакційна колегія праць ТДАТУ:

Кюрчев В.М. – к.т.н., професор, ректор ТДАТУ (головний редактор);  
Надикто В.Т. – чл.-кор. НААНУ, д.т.н., професор (заст. головного редактора);  
Діордієв В.Т. – к.т.н., професор, (відповідальний секретар);  
Дідур В.А. – д.т.н., професор; Кушнар'єв А.С. – чл.-кор. УААН, д.т.н., професор;  
Найдиш А.В. – д.т.н., професор; Никифорова Л.Є. – д.т.н., професор;  
Овчаров В.В. – д.т.н., професор; Панченко А.І. – д.т.н., професор;  
Рогач Ю.П. – к.т.н., професор; Скляр О.Г. – к.т.н., доцент; Тарасенко В.В. – д.т.н., професор;  
Шацький В.В. – д.т.н., професор; Яковлев В.Ф. – к.т.н., професор; Ялпачик Ф.Ю. – к.т.н., професор.

**ВІДПОВІДАЛЬНИЙ ЗА ВИПУСК – Д.Т.Н., ПРОФ. НИКИФОРОВА Л.Є.**

Адреса редакції: ТДАТУ

просп. Б. Хмельницького 18,  
м. Мелітополь, Запорізька обл.,  
72312 Україна

ISSN 2078-0877

**© Таврійський державний  
агротехнологічний університет, 2011**

УДК 001.51:167.7

## ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ПРЕДВИДЕНИЕ КАК СИСТЕМНАЯ ОСНОВА В СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Шинкаренко В.Ф., д.т.н.

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт»*

*Тел. (067) 435-89-86*

**Аннотация** - анализируются результаты фундаментальных исследований, относящихся к новой области знаний, обобщаемой понятием генетического предвидения. Показана необходимость совместного использования интеллектуального и прогностического потенциала двух генетически организованных систем: Человека и Порождающей периодической системы первичных элементов. Анализируются результаты и перспективы использования технологии генетического предвидения в науке, образовании и технической инноватике.

**Ключевые слова** - порождающая периодическая система, генетический код, предвидение, инновационный синтез, электро-механические объекты, генетические банки инноваций.

*Постановка проблемы.* Проблема научного предвидения принадлежит к ключевым задачам научного знания и относится к числу важнейших функций науки. Характеризуя непосредственную связь между законами Природы и научным предвидением, Анри Пуанкаре отмечал: «Закон – это постоянная связь между предыдущим и последующим, между современным состоянием мира и непосредственно наступающим состоянием. Зная мир в настоящий момент и законы, можно предсказать будущее; но равным образом можно отгадать и прошлое; используемый для этой цели прием, по существу, обратим» [1]. В технологии генетического предвидения такими законами выступают законы детерминированной информационной наследственности.

Функционирование и эффективность создаваемых человеком технических систем, определяется их структурой. Поэтому для технических систем особое значение приобретают научно обоснованные методы предвидения, которые бы обеспечивали возможность направленного поиска (с учетом гарантированной полноты возможных ре-

шений) и синтеза новых структурных разновидностей систем, удовлетворяющих заданной функции цели. Возможность получения такой системной информации в технических науках, в том числе, и в электромеханике, считалась до последнего времени, проблематичной. Известные подходы к задачам предвидения и прогнозирования технических систем базируются на методологии, основу которой составляют различные методы экспертных оценок, а также вероятностные или эвристические приемы построения прогнозных сценариев, основанных на экстраполяции количественных ретроспективных данных на соответствующий временной интервал будущего. Это свидетельствует о том, что до последнего времени строгая теория научного предвидения объектов техники отсутствовала и, как следствие, универсальных и методологически совершенных подходов к решению указанной проблемы не существовало.

*Анализ последних исследований.* Открытие периодической системы электромагнитных элементов (первичных источников электромагнитного поля), которая одновременно является их генетической классификацией (ГК), и последующий анализ ее инвариантных свойств, потребовало пересмотра традиционных представлений о принципах структурной организации и законах развития сложных электромагнитных систем природного и природно-антропогенного типа. Впервые были установлены и научно обоснованы детерминированные логические взаимосвязи между элементным базисом (первичными источниками электромагнитного поля), периодической структурой ГК (периодами, группами, элементами), принципами сохранения электромагнитной симметрии и генетической информации и законами развития структурного разнообразия электромагнитных и электромеханических объектов и систем.

Генетическая электромеханика, объектом исследования которой являются целостные, высокоупорядоченные электромагнитные структуры, наделенные генетической информацией о развивающихся структурных классах ЭМПЭ, стала первой из технических дисциплин где на основе структурно-системного подхода разработаны основы теории генетической эволюции электромеханических систем (ЭМ-систем) [2]. Установление закономерной связи между первичными генетически определенными электромагнитными структурами с объектами – потомками более высоких уровней структурной сложности, открыло возможность постановки принципиально новых классов задач, относящихся к новой проблематике, обобщаемой автором понятием «генетическое предвидение». Генетическое предвидение представляет собой новую междисциплинарную область научных знаний, задачей которой является открытие и познание инвариантных свойств периодических Порождающих систем, с последующим определением

на их элементном базисе потенциально возможных классов структур-потомков, которые не известны на данный момент времени, но генетически predeterminedены свойствами элементов исходной системы.

*Формулирование цели статьи.* **О природе генетического предвидения.** Предвидение, реализуемое на принципах генетической организации развивающихся систем, имеет двойственную природу. С одной стороны, способность к предвидению заложена генетически в каждом человеке в форме врожденного инстинкта познания. Как известно, система инстинктов человека, в которую входит и познавательный инстинкт, выполняет функцию сохранения существования индивидуума в условиях изменяющейся внешней среды [3]. Реализация этой, важнейшей функции, осуществляется через когнитивные механизмы мышления, качество и возможности которого в значительной степени определяются накопленным запасом знаний и уровнем сложности получаемой и обрабатываемой информации. Чем выше сложность информации, участвующей в процессе мышления, тем больше потребность головного мозга в осуществлении этого процесса. В условиях непрерывно увеличивающихся объемов информации, наибольшую ценность приобретает системная упорядоченная информация, которая в своей основе содержит сжатые (закодированные) знания об ограниченном количестве исходных элементов и правил их преобразования. Таким образом, генетические принципы формируют не только генотип человека, но также оказывают определяющее влияние и на его поведение через фенотипические (приобретаемые) в процессе эволюции свойства (способ мышления, язык, систему образования и культуру).

С другой стороны, исходный элементный базис, аксиоматику и разнообразие объектов определенной физической природы, Природа закодировала в структуре уникальных высокоупорядоченных системных образований – Порождающих периодических систем, элементный базис которых наделен, кроме характерных для данного класса систем специфических свойств (химических, биологических, электромагнитных и т.д.), также генетической информацией. В процессе познания окружающего мира информация о свойствах таких Порождающих систем проявляются в виде межсистемных аналогий или фрагментарных гомологий, которые на определенном этапе эволюции и упорядочения знаний, обобщаются отдельными принципами или законами.

*Основная часть.* Главной знаниепорождающей фигурой в технологии генетического предвидения является Человек, обладающий необходимым уровнем специальных и междисциплинарных знаний. Совместное использование эвристического потенциала двух генетически организованных систем (Человека, с его развивающимся познавательным инстинктом и Порождающей системы, с ее упорядоченными

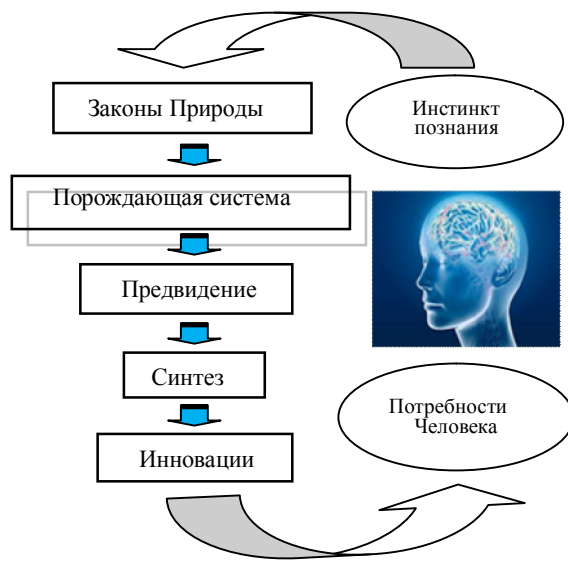


Рис. 1. Взаимосвязь генетически организованных систем в технологии генетического предвидения.

кодом, непосредственно связана с эволюционирующим разнообразием систем-потомков, через категорию Вида, имеющего как генетическую, так и пространственно-временную (эволюционную) природу.

**Порождающая система.** Открытие и познание Порождающих систем в той или иной области знаний, имеет общенаучное и междисциплинарное значение, так как непосредственно связано с возникновением и становлением новой научной парадигмы, определяющей переход от фрагментарных исследований к системным.

В современной науке известно несколько порождающих периодических систем, относящихся к классу генетически организованных. Однако уровень знаний и данные системных исследований о них крайне неравноценны. Практически отсутствуют междисциплинарные исследования, позволяющие выявить степень общности и системные различия в структуре и инвариантных свойствах этого уникального класса систем.





































Периодическая структура ГК, представляющая собой форму представления принципов сохранения и интегрального периодического закона, по существу, выполняет функцию генетической программы, которая содержит генетическую информацию (генетические коды) и правила синтеза как известных, так и потенциально возможных структурных разновидностей электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ). На основе системного анализа периодических свойств элементного базиса ГК впервые выявлены фундаментальные принципы сохранения электромагнитной симметрии и топологии электромагнитных структур и научно доказана генетическая природа струк-

элементами и генетическими программами развития) составляет основную идею технологии генетического предвидения. Человек генетически запрограммирован на познание законов Природы, открывающих новые пути и способы удовлетворения растущих жизненных потребностей. Генетическая информация относится к наиболее фундаментальному типу информации, которая проявляется на всех уровнях структурной организации сложных развивающихся систем различной физической природы. Эта информация, представленная универсальным генетическим

турной организации и эволюции ЭМ-систем. В отличие от живых организмов, механизм передачи наследственной информации в процессе эволюции ЭМПЭ, реализуется через интеллект Человека.

С точки зрения структурно-системного подхода, ЭМПЭ относится к уникальному классу систем природного и природно-антропогенного происхождения, наделенных собственной генетической структурой и направляемой деятельностью человека, эволюцией Видов. В соответствии с положениями генетической теории структурообразования ЭМ-систем, функцию порождающих электромагнитных структур выполняют первичные источники электромагнитного поля (родительские электромагнитные хромосомы), разнообразие которых упорядочивается их Порождающей периодической системой - генетической классификацией (ГК) первичных источников электромагнитного поля (табл. 1).

Таблица 1 - Периодическая Порождающая система электромагнитных элементов (первый большой период).

0.0	7[2]0x	ЦЛ 0.0 x 	КН 0.0 x 	ПЛ 0.0 x 	ТП 0.0 x 	СФ 0.0 x 	ТЦ 0.0 x 	
	7[2]0y	ЦЛ 0.0 y 	КН 0.0 y 	ПЛ 0.0 y 	ТП 0.0 y 	СФ 0.0 y 	ТЦ 0.0 y 	
0.1								
0.2	4[1]2y	ЦЛ 0.2 y 	КН 0.2 y 	ПЛ 0.2 y 	ТП 0.2 y 	СФ 0.2 y 	ТЦ 0.2 y 	
1.0								
1.1			ЦЛ - циліндричні; КН - конічні; ПЛ - плоскі; ТП - тороїдні плоскі; СФ - сферичні; ТЦ - тороїдні циліндричні.					
1.2								
2.0	4[1]2x	ЦЛ 2.0 x 	КН 2.0 x 	ПЛ 2.0 x 	ТП 2.0 x 	СФ 2.0 x 	ТЦ 2.0 x 	
2.1								
2.2	4[0]4x	ЦЛ 2.2 x 	КН 2.2 x 	ПЛ 2.2 x 	ТП 2.2 x 	СФ 2.2 x 	ТЦ 2.2 x 	
	4[0]4y	ЦЛ 2.2 y 	КН 2.2 y 	ПЛ 2.2 y 	ТП 2.2 y 	СФ 2.2 y 	ТЦ 2.2 y 	
		ЦЛ	КН	ПЛ	ТП	СФ	ТЦ	

Местоположение и упорядоченные связи первичных элементов в структуре ГК определяются фундаментальными принципами сохранения электромагнитной структуры: принципом сохранения электромагнитной симметрии (в пределах групп), принципом топологической инвариантности (в пределах подгрупп) и принципом диссимметризации П. Кюри (в пределах малых периодов). Наличие указанных системных взаимосвязей обуславливает регулярность свойств элементов ГК, определяемую интегральным периодическим законом.

Детерминированная связь между элементным базисом ГК и объектами-потомками на произвольном уровне их развития (структурной эволюции), обеспечивается фундаментальным принципом сохранения генетической информации первичных структур, отображаемой универсальными генетическими кодами. Таким образом, перио-

дическая Порождающая система наделена следующими системообразующими функциями:

- является формой представления принципа сохранения электромагнитной симметрии, принципа топологической инвариантности электромагнитных структур и интегрального периодического закона;
- выполняет функцию генетической программы структурообразования объектов-потомков более высоких уровней сложности;
- представляет высокоупорядоченную систему универсальных генетических кодов;
- выполняет функцию системной модели структурообразования систем определенной физической природы;
- определяет генетическую классификацию первичных элементов;
- по местоположению элемента определяет генетические свойства соответствующих видов ЭМ-систем;
- представляет системную основу для определения таких общесистемных свойств электромагнитных элементов как изотопия, периодичность, гомология, парность;
- устанавливает взаимосвязь между структурой групп и периодов, элементным базисом, генетическими кодами и объектами структурной эволюции;
- устанавливает взаимосвязь между периодичностью и гомологией первичных электромагнитных структур;
- устанавливает принципы преобразования генетической информации и правила синтеза первичных структур (базовых источников и источников – изотопов).

**Уровни представления знаний.** В расширяющемся разнообразии создаваемых Природой и Человеком объектов и систем наблюдаются общие принципы их структурной организации, которые проявляются в виде межсистемных аналогий или скрытых внутрисистемных гомологий (табл. 2). Такие свойства имеют место как в естественных (биологических, химических, электромагнитных и др.) системах, так и в системах естественно-антропогенного происхождения (числовых, лингвистических, технических и др.).

Таблица 2 - Аналогия уровней структурной организации электро-механических, механических, биологических и космических объектов.

Уровень организации	Область знаний			
	Электромеханика	Механика	Биология*	Космогония*
Метасистемный	Интегрированная динамическая система (техноценоз)	Интегрированная механическая система (техноценоз)	Биогеоценоз	Вселенная



Продолжение таблицы 2.

Уровень организации	Область знаний			
	Электромеханика	Механика	Биология*	Космогония*
Системный	Электромеханическая система	Механическая система	Экосистема	Метагалактика
Видовой	Виды	Виды	Виды	Галактики
Популяционный	Популяции ЭМ-объектов	Популяции механизмов одного вида	Популяции особей	Звездные скопления
Объектный	Электромеханические объекты	Механизмы	Особи	Звезды
Молекулярный	Электромеханические пары	Кинематические пары	ДНК	Атомы
Хромосомный	Первичные источники и (родительские хромосомы)	Механические звенья	Хромосомы	Элементарные частицы
Генетический	Электроны (электромагнитные гены)	Элементарные твердые тела	Гены	Кварки

\* данные заимствованы из книги академика И.А. Рапопорта [4].

В процессе научного познания установлено, что указанная закономерность определяется свойствами целостных структур, элементарного и субэлементарного уровней, определяющих структурную организацию объектов и систем более высокого уровня сложности, образующихся в процессе структурной эволюции. Фундаментальность таких целостных структур определяется их инвариантностью к уровню сложности систем-потомков, реализуемых ими функций и времени их эволюции. Такими свойствами наделены, прежде всего, электроны (электромагнитные системы), атомы (химические соединения) и гены (биологические системы).

Наличие межсистемных аналогий – свидетельство общности системных принципов структурной организации в развивающихся системах различной физической природы. Элементарный базис и фундаментальные свойства таких целостных структур упорядочиваются периодическими Порождающими системами, выполняющими функцию генетических программ структурной организации и развития сложных систем. Периодические системы физической и абстрактной природы, обладающие генетическими свойствами (система химических элементов, генетическая классификация источников электромагнитного поля, периодическая система музыкальных нот) на междисциплинарном уровне обобщаются понятием Порождающих систем.

Генетический принцип «от простого – к сложному», реализуемый Природой через фундаментальный принцип сохранения генетической информации, предопределяет иерархию уровней структурной организации развивающихся систем генетической природы. Каждому уровню ставится в соответствие конкретный аксиоматический и элементный базис, определенный вид генетических моделей структурно-

го розвитку и конкретный класс задач предвидения. С точки зрения системологии, архитектуру данных в технологии генетического предвидения, можно представить последовательностью соответствующих эпистемологических уровней (уровнями знаний). Каждый уровень определяется собственным аксиоматическим и элементным базисом, которым ставятся в соответствие генетические модели и классы решаемых задач (табл. 3).

Таблица 3 - Уровни представления знаний в технологии генетического предвидения.

Уровень структурной организации	Аксиоматика уровня	Элементный базис	Модели
Генетический	Принцип целостности Принцип сохранения симметрии Принцип диссимметризации П. Кюри	Первичные источники электромагнитного поля (родительские электромагнитные хромосомы)	Генетическая классификация первичных источников электромагнитного поля (системная модель)
Хромосомный	Периодический закон Принцип сохранения генетической информации	Наборы парных электромагнитных хромосом (геном Видов)	Генетические модели структурообразования геномов
Популяционный	Генетические принципы структурообразования популяций	Генетически модифицированные хромосомы (геном популяции)	Генетические модели популяций
Видовой	Закон генетической целостности Вида	Структура популяций	Генетические Модели видообразования
Системный	Закон гомологических рядов	Гомологические структуры	Топологические модели гомологических рядов
Метасистемный	Междисциплинарные аналогии и гомологии; Принцип самоподобия; Принцип периодичности	Элементы основания системы $X_i$ -типа (порождающий период)	Концептуальная модель порождающей системы $X_i$ -типа

Периодическая структура ГК выполняет функцию системной модели структурного разнообразия ЭМПЭ. Элементный базис на уровне ГК представлен упорядоченным множеством первичных источников электромагнитного поля (наборами родительских электромагнитных хромосом).

Постановка задач предвидения на элементном базисе периодической Порождающей системы, неизбежно приводит к открытию специфических принципов сохранения и общесистемных законов структурной организации исследуемого класса систем. Применительно к структуре ГК, результатом таких исследований стало открытие принципа сохранения электромагнитной симметрии, принципа топологической инвариантности и интегрального периодического закона, ото-

бражающих наиболее общие свойства первичных электромагнитных структур.

Именно на генетическом уровне были сначала предсказаны, а затем экспериментально подтверждены такие фундаментальные свойства первичных электромагнитных структур как принцип генетического кодирования, свойство изотопии, принцип парности, первичная и вторичная периодичность, гомология. Обобщение результатов исследований на этом этапе завершилось созданием основ теории генетической эволюции ЭМ-систем.

Классы задач предвидения, относящиеся к геномному уровню структурной организации электромагнитных объектов, принадлежат к принципиально новому научному направлению в генетической электромеханике, обобщаемому проблемой геномных исследований. Основная задача геномики заключается в синтезе и последующем генетическом анализе (расшифровке) структурных классов парных электромагнитных хромосом, определяющих структурное разнообразие функциональных классов и Видов ЭМПЭ (табл. 3).

По результатам геномных исследований впервые установлено, что количество парных электромагнитных хромосом в геноме каждого Вида ЭМПЭ строго ограничено, что гарантирует полноту поиска и обеспечивает направленность процедур синтеза таких структурных композиций. Методологию геномных исследований составляют разработанные методы идентификации генетических кодов и методы расшифровки генетически модифицированных хромосомных наборов, определяющих структуру популяций и функциональных классов ЭМ-систем.

Предварительный анализ результатов расшифровки генома электрических машин различных структурно-функциональных классов (табл. 4) показал, что за 180 лет эволюции индуктивных электрических машин широкое распространение получили не более 5 % Видов базового уровня из числа потенциально возможных. Большое число видов (25% – 30%) имеют статус информационных, структурные представители которых представлены в виде описаний, чертежей, патентов и других видов научно-технической документации. Подавляющее большинство видов ЭМ-систем относится к числу неявных (отсутствующих на данное время эволюции), но генетически определенных по составу генетической информации в структуре генома соответствующих классов ЭМПЭ. Относительное число таких видов составляет от 60 % до 70 % (для эволюционно зрелых классов ЭМПЭ), и до 80% - 95% (для классов, находящихся на начальном этапе своей эволюции).

Конечную цель программы геномных исследований автор связывает с созданием генетических банков инноваций и баз знаний –

уникальных информационных систем, интегрирующих результаты геномных исследований. Такие системы предназначены для хранения, анализа и практического использования систематизированной генетической информации о скрытом структурном потенциале неявных (еще не задействованных на данном этапе структурной эволюции) видов и разновидностей ЭМПЭ. Информационный потенциал генетических банков рассчитан на многие поколения специалистов.

Таблица 4 - Результаты расшифровки геномов некоторых структурно-функциональных классов ЭМПЭ.

Год	Название класса ЭМПЭ	Статус класса	Количество парных хромосом	Количество неявных Видов (%)
1998	Асинхронные машины	Функциональный класс	64	76,9
1998	ЭМП с пространственно-фазовой модуляцией волны поля	Функциональный класс	80	100,0
2000	Электромеханические дезинтеграторы	Функциональный класс	70	92,9
2002	Цилиндрические асинхронные машины	Род	32	62,5
2003	Электрические машины поступательного движения	Подсемейство	34	70,15
2005	Электрические машины вращательного движения	Подсемейство	40	72,5
2006	Совмещенные ЭМ-системы типа «Мотор-двигатель»	Функциональный класс	43	83,7
2007	Совмещенные электротепломеханические преобразователи	Функциональный класс	67	95,6
2009	Электромагнитные сепараторы	Функциональный класс	23	56,5

Постановка и решение задач предвидения на уровне произвольных электромагнитных или электромеханических объектов (обмоток трансформаторов, индукторов, электрических машин) осуществляется на основе закона гомологических рядов ЭМ-систем. Возникновение реальных гомологических рядов объектов в процессе структурной эволюции ЭМПЭ, объясняется логическим отображением групповых свойств первичных элементов в периодической структуре ГК. Указанные свойства подчиняются принципу топологической инвариантности источников поля. Наличие такой закономерности, позволяет по структуре и свойствам одного представителя однозначно определить все объекты идеального гомологического ряда. Формализованной основой в задачах направленного синтеза гомологических рядов ЭМ-объектов, является группа гомеоморфных (топологически эквивалентных) преобразований, реализуемых в пределах заданного тополо-

гического пространства соответствующих подгрупп.

Решение задач поиска представляется соответствующими наборами топологически эквивалентных структур различной пространственной геометрии, которые обобщаются понятием «идеального гомологического ряда», объединяющего структурных представителей реально-информационных и неявных (т.е., еще отсутствующих на данное время эволюции) гомологических Видов ЭМПЭ. Результаты синтеза, получаемые на основе закона гомологических рядов, представляют собой высокоинтеллектуальную информацию, которая служит основой для создания генетических банков инноваций и разработки инновационных проектов.

В качестве примера на рис. 2 представлены результаты предвидения и инновационного синтеза нового класса электромеханических дезинтеграторов для производства нанопорошков. Функцию исходной информации выполнял генетический банк данных гомологических рядов электромагнитных изотопов группы 2.0х.

Задачи предвидения и направленного синтеза новых структурных разновидностей ЭМПЭ по заданной функции цели относятся к популяционному и видовому уровням представления знаний. Аксиоматика этих важных в методологии структурного предвидения ЭМПЭ уровней, определяется фундаментальными принципами генотипической изменчивости: внутривидового и межвидового скрещивания, инверсии, репликации, кроссинговера и мутации, комбинаторное пространство которых обеспечивает широкую амплитуду генотипического разнообразия ЭМ-объектов – объектов в процессе их структурной эволюции.

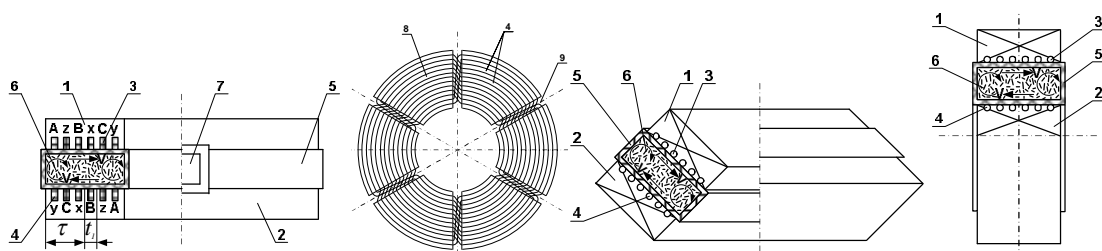


Рис. 2. Результаты предвидения и инновационного синтеза гомологического ряда (фрагмент) электромеханических дезинтеграторов для осуществления нанотехнологий: 1,2 – нижний и верхний индукторы; 3, 4 – обмотки инверсного типа; 5 – рабочая камера; 6 – дискретные рабочие тела.

Модельный базис указанных уровней представлен соответствующими генетическими моделями видообразования, отображающих структурное разнообразие и пределы генетической изменчивости по-

пуляций произвольных Видов ЭМПЭ.

Задачи предвидения систем более высокого уровня сложности (функциональных, гибридных, совмещенных систем, объединяющих структуру ЭМПЭ с подсистемами и компонентами другой генетической природы (механическими, гидравлическими, электронными, биологическими и др.), относятся к системному уровню представления знаний. Информация о гибридных структурах генетически определена в генетических кодах скрещиваемых хромосом. Синтез гибридных ЭМ-объектов возможен как на внутривидовом, так и на межвидовом уровнях. Элементный базис в пределах произвольного «идеального» (генетически полного) рода ЭМПЭ, в периодической структуре ГК, представлен 6 родительскими хромосомами базового уровня (в данном исследовании не рассматриваются класс первичных источников – изотопов). С учетом принятого ограничения, область существования генетически допустимых гибридных структур в пределах произвольного рода ЭМПЭ, будет определяться комбинаторным пространством допустимых скрещиваний на элементном базисе из 6 электромагнитных хромосом (рис 3).

Скрещиваемые родительские хромосомы первого уровня удовлетворяют принципу парности. В соответствии с принципом сохранения генетической информации, такому типу хромосом, на эволюционном уровне, соответствуют электромеханические объекты, принадлежащие к видам – двойникам. Указанные свойства обеспечивают устойчивую область скрещиваний таких структур на хромосомном уровне и широкое разнообразие гибридов на объектном.

Функция предвидения проявляется также и в на уровне таксономических классов ЭМ-систем. Задача построения систематики объектов различной физической природы относится к общенаучным проблемам и представляет самостоятельную ветвь фундаментальных исследований. Предметом исследования систематики является расширяющееся разнообразие сообществ генетически родственных объектов различного таксономического ранга.

Постановка и решение задач предвидения и открытия новых Видов ЭМПЭ осуществляется на основе использования генетических моделей макроэволюции исследуемых функциональных классов (рис. 5). Такие модели отображают взаимосвязь элементного базиса ГК с видовым разнообразием как существующих (события на эволюционной спирали), так и еще отсутствующих Видов в пределах исследуемого функционального класса ЭМПЭ.

Одним из результатов практической реализации технологии структурного предвидения на макроуровне, стали новые структурные классы электромеханических дезинтеграторов (ЭМД). ЭМД относятся к классу высокоэффективных электромеханических преобразователей

непосредственного технологического действия. Открытие и создание промышленных образцов нового оборудования.

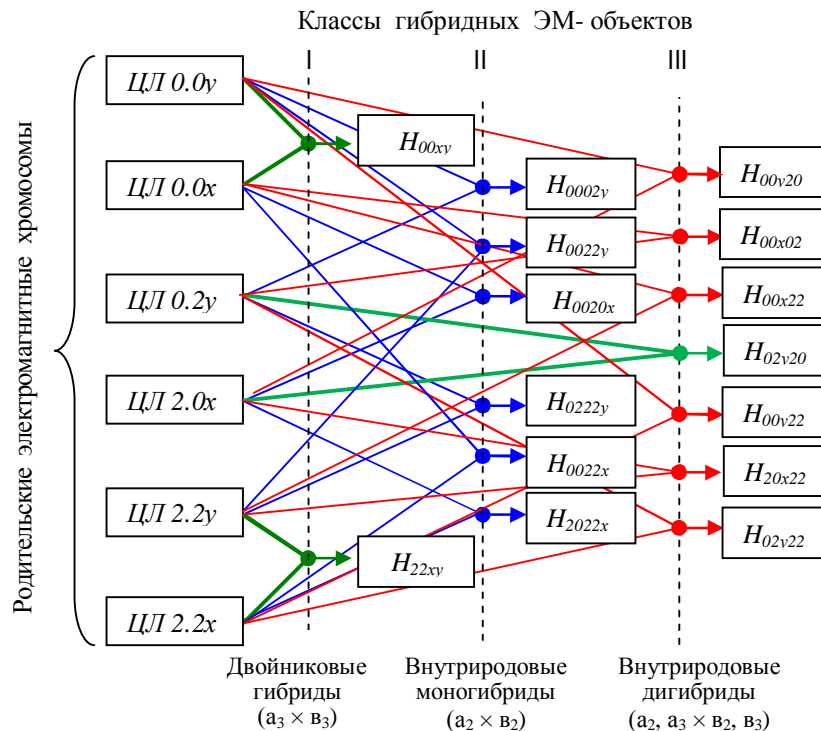


Рис. 3. Обобщенная генетическая модель предвидения гибридных электромеханических объектов внутривидового уровня (на примере рода цилиндрических электрических машин).

осуществлялось на основе использования технологии структурного предвидения. ЭМД, созданные авторским коллективом, нашли применение в технологиях по непосредственному осуществлению и интенсификации различных технологических процессов: производству нанодисперсных материалов, гомогенному перемешиванию, приготовлению многокомпонентных топливных смесей, синтезу композитных материалов, ускорению химических реакций, осуществлению биотехнологий и др.

Структурная эволюция рассматриваемого класса устройств впервые осуществляется целенаправленно, в соответствии с выбранной целевой функцией на основе использования созданного генетического банка инноваций. Сравнение двух эволюционных сценариев - естественной эволюции видов семейства асинхронных машин и направленной эволюции подсемейства ЭМД, наглядно иллюстрирует преимущества генетического подхода, гарантирующего полноту информации и обеспечивающего существенную экономию временных и материальных ресурсов (рис. 4,5). Если среднее время на открытие

новых видов асинхронных машин составляет 0,135 событий в год, то темпы направленной эволюции нового класса ЭМД оцениваются 5,5 событиями в год.

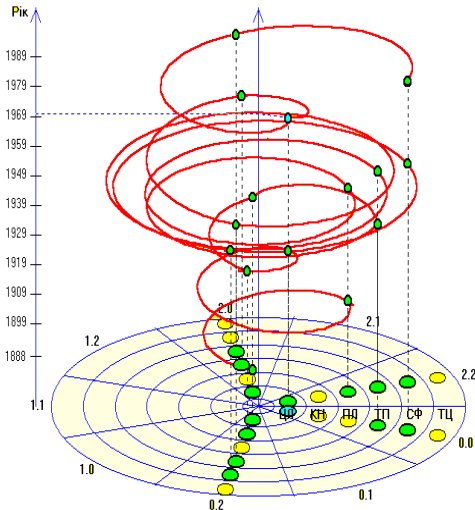


Рис. 4. Генетическая модель естественной макроэволюции семейства асинхронных электрических машин ( $T_{\Sigma} = 126$  лет). Количество вовлеченных в эволюцию Видов –  $N_E = 17$  (26,5 %).

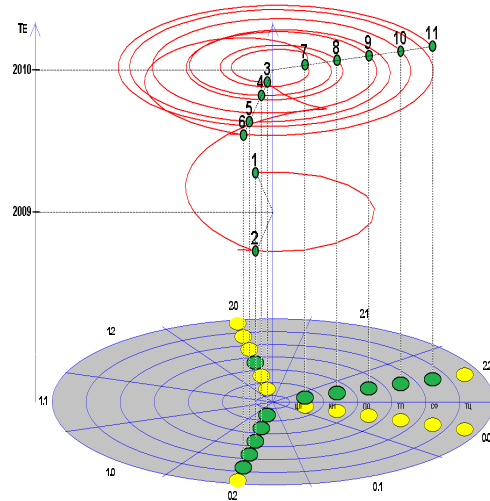


Рис. 5. Макроэволюционная траектория направленного видообразования подсемейства инверсных электромеханических дезинтеграторов ( $T_{\Sigma} = 2$  года). Количество вовлеченных в эволюцию Видов –  $N_E = 11$  (27,5 %).

**Проблема открытия порождающих систем X-типа.** Исходя из выдвинутой автором гипотезы множественности Порождающих систем, в качестве объекта генетического предвидения могут выступать и сами порождающие периодические системы (системы X-типа), еще не известные науке. Открытие и описание инвариантных свойств Порождающей системы равноценно созданию новой теоретической парадигмы в соответствующей области знаний. Системные задачи такого типа относятся к верхнему уровню в иерархии представления знаний, который можно обозначить как метасистемный. Модельный базис этого уровня представлен концептуальной моделью, которая является формой отображения общесистемных принципов (самоподобия, принципа сохранения симметрии, принципа топологической инвариантности и интегрального периодического закона), инвариантных к физической природе элементов порождающей системы.

Указанная модель была положена в основу генетического анализа позиционной системы натуральных чисел. Впервые было установлено, что десятичная система счисления относится к классу генетических порождающих систем, обладает многомерной периодичностью и универсальным принципом кодирования генетических элемен-



тов (чисел), который аналогичен принципу кодирования электромагнитных структур. В процессе сравнительного анализа двух периодических систем (электромагнитных элементов и натуральных чисел) в числовой системе были также определены такие системные свойства как генетическая информация, парность, гомология, изотопия и изомерия натуральных чисел (рис. 6). Структура и функции цифрового кода числа, аналогичны структуре кода первичных источников электромагнитного поля в структуре ГК, что указывает на общность принципов структурной организации числовой и электромагнитных систем (рис. 6).

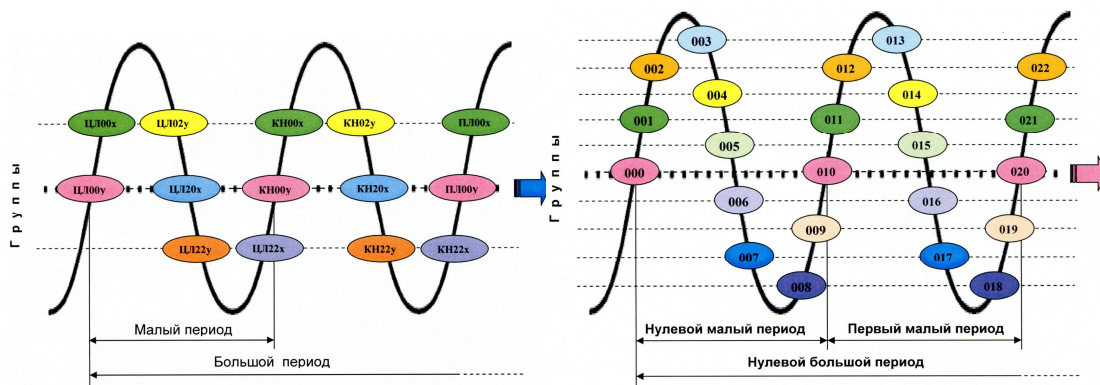


Рис. 6. Графическое отображение общности принципов структурной организации и кодирования генетической информации в Порождающих периодических системах: а) – электромагнитных элементов (6 групп); б) – системы натуральных чисел (10 групп).

Проблема предсказания и последующего открытия порождающих систем  $X$  – типа, представляет принципиально новую, малоизученную проблемную область междисциплинарного уровня. Ее анализ выходит за рамки данной статьи и составляет предмет самостоятельного научного исследования и философского обобщения. Факт открытия новых Порождающих систем – гомологов в дальнейшем, будет означать, что теория генетической эволюции сложных развивающихся систем естественного и естественно-антропогенного происхождения, может претендовать на роль синтезирующей теории научного предвидения, охватывающей науку, систему образования и технику.

Таким образом, полную структуру иерархических уровней представления знаний, которая включает взаимосвязанную аксиоматику, упорядоченный элементный базис, модели и методологию направленного структурного синтеза, можно рассматривать как новую научно-методологическую и информационную основу для постановки и решения широкого круга системных и инновационных задач генетического предвидения в науке, образовании и в технике.

*Выводы.* Результаты анализа структур и инвариантных свойств

Порождающих систем периодического типа, открытых ранее (химия, биология (фрагменты)) и исследованных в последнее время автором (электромагнетизм, теория чисел), дают основание утверждать, что генетические принципы структурной организации сложных систем имеют общесистемный характер и составляют основу синтеза не только живых организмов, но и создаваемых Человеком технических систем. Способность к предвидению – уникальное генетическое свойство, переданное Человеку в наследство от Природы. Технологию генетического предвидения необходимо рассматривать как новую область междисциплинарных знаний, реализуемую через взаимодействие двух генетически организованных систем – Человека, с его наследственным инстинктом к познанию, и Порождающих периодических систем – естественных программ развития сложных систем определенной физической природы.

Сравнительный анализ объемов информации, содержащейся в геномах функциональных классов и Видов, с результатами осуществленной структурной эволюции ЭМПЭ, убедительно показывает, что Человек не является единоличным творцом технического прогресса, как считалось ранее, а остается лишь учеником Природы. Все, что изобретено многими поколениями специалистов в области структурной электромеханики - Природа давно предусмотрела в своих генетических программах. Природа устанавливает законы структурной организации, предлагает высокоупорядоченные генетические программы развития сложных систем и диктует строгие правила их построения. Она наделила Человека способностью познавать законы организации и развития сложных систем и предоставила ему право выбора своего поведения.

Генетическое предвидение открывает возможность перехода на новый уровень системных знаний, определяющих стратегию взаимодействия Человека и Природы, развитие фундаментальной науки, системы образования и решения широкого круга задач инновационного развития технических систем, в условиях жестких ограничений на временные и энергетические ресурсы.

#### Литература

1. Пуанкаре А. О науке : пер. с франц. / А. Пуанкаре. – М. : Наука, 1983. – 560 с.
2. Шинкаренко В.Ф. Основы теорії еволюції електромеханічних систем / В.Ф. Шинкаренко. – К. : Наукова думка, 2002. – 288 с.
3. Григорьев А.В. Фрагменты осуществившейся эволюции / А.В. Григорьев. - К. : Оптима, 2003. – 131 с.
4. Рапопорт И.А. Генетическая дискретность и механизм мутаций / И.А. Рапопорт // В кн. : Химический мутагенез и проблемы

селекції. - М. : Наука, 1991. - С. 3-61.

## **ГЕНЕТИЧНЕ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ЯК СИСТЕМНА ОСНОВА В СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

Шинкаренко В.Ф.

*Анотація* - аналізуються результати фундаментальних досліджень, що відносяться до нової галузі знань, що узагальнюється поняттям генетичного передбачення. Показана необхідність спільного використання інтелектуального і прогностичного потенціалу двох генетично організованих систем : Людини і періодичної системи первинних елементів, що породжує. Аналізуються результати і перспективи використання технології генетичного передбачення в науці, освіті і технічній інноватике.

## **GENETIC FORESIGHT AS SYSTEM BASIS IS IN STRATEGY OF MANAGEMENT INNOVATIVE DEVELOPMENT TECHNICAL SYSTEMS**

V. Shinkarenko

### *Summary*

The results of fundamental researches, which behave to the new area of knowledge, which is summarized to the concepts of genetic foresight, are analysed. Shown necessity of the general use of intellectual and prognostic potential of two genetically organized systems : Man and periodic system of primary elements, which Generates. Results and prospects of the use of technology of genetic foresight are analysed in science, to education and technical innovation.

УДК 665.1 – 665.3

## ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОТОКОВ В ШНЕКОВОМ ПРЕССЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО РАБОТЫ

Дидур В.А., д.т.н.,  
Ткаченко В.А., к.т.н.,  
Ткаченко А.В., к.т.н.,  
Дидур В.В., к.т.н.  
Тел. (0619) 44-02-74

**Аннотация** – впервые при описании гидродинамики мезги, как коллоидной системы, в рабочей зоне шнекового пресса введена эффективная вязкость в виде степенного уравнения и рассмотрены основные потоки в их взаимосвязи. Дана методика получения действительной скорости мезги в любой точке канала витка сложением значений поступательной (параллельно оси  $z$ ) и циркуляционной (параллельной оси  $x$ ) компонент вектора скорости.

**Ключевые слова** – шнековый пресс, гидродинамика мезги, коллоидная система, эффективная вязкость, противопоток, циркуляционный поток.

**Постановка проблемы.** При отжиге растительных масел одновременно протекают два физических процесса: прессование пористого «скелета» мезги и фильтрация масла через слой этого скелета.

Основной рабочий орган шнекового пресса – шнековый вал, собранный из отдельных витков (шнечков), посаженных на общий вал. Шнековый вал установлен в зерном барабане. Благодаря уменьшению объёма витка материал, находящийся в нём подвергается сжатию. Под воздействием возникающего давления масло отжимается из мезги, проходит через зазоры в зерном барабане. Жмых выталкивается из зеера, объём которого управляется на выходе из шнека с помощью регулировочного устройства. Эффективность работы пресса должна обеспечиваться путём компромиссного сочетания различных факторов с учётом производительности шнекового пресса, обрабатываемой культуры, её масличности, места процесса отжима в технологической цепочке переработки семян и масличности жмыха на выходе из пресса.

Для решения общей проблемы прессования мезги и фильтрации масла необходимо, прежде всего, описать гидродинамику потоков мезги в ра-

бочей зоне шнекового вала пресса и подготовить исходные данные для разработки математической модели консолидации мезги в шнековом прессе.

*Анализ последних исследований* Оценкой и возникновением потоков при исследовании процессов, происходящих в шнековых прессах при переработке семян масличных культур занимались В.А. Масликов и П.И. Чечевицын [1, 2]. Так как мезга в первом приближении может рассматриваться как весьма вязкая жидкость, то можно проанализировать течение её внутри зеера с точки зрения гидродинамики. При этом авторы при работе шнекового пресса рассматривали два потока: один вынужденный, вызванный вращением шнекового вала и направленный вдоль винтового канала; второй – противоток, вызванный градиентом давления, появляющемся в результате противодействия выходящей из пресса ракушки. Второй поток делили на противоток вдоль винтового канала, вызванный градиентом давления; противоток в зазоре между вершиной нитки и внутренней поверхностью зеера; противоток в угол разрыва нитки витка, вызываемый также градиентом давления. Для нахождения поля скоростей потоков использовались уравнения Навье – Стокса и метод обращённого движения винта и зеера, который применяется при изучении экструдеров.

В представленных исследованиях не рассматривается теория циркуляционного потока поперёк винтового канала. Поэтому из рассмотрения только вынужденного потока и противотока вдоль винтового канала можно прийти к выводу, что в канале шнекового вала вследствие существования противотока появляется область обратного течения, в которой мезга движется в направлении от регулирующего устройства к загрузочной воронке, чего на самом деле быть не может. Для того чтобы получить правильное представление о действительном течении жидкости в канале червяка, необходимо одновременно с продольным течением рассматривать поперечное течение.

Аналитическое выражение величины противотока в угол разрыва нитки витка, полученное В.А. Масликовым и П.И. Чечевицыным, не подтверждается экспериментально.

*Формулировка целей статьи.* Целью данной работы является разработка исходных требований к созданию математической модели процесса отжима масла из мезги масличного сырья путём исследования гидродинамики вязкой массы в рабочей зоне шнекового пресса.

*Основная часть.* При работе внутри зеера возникают пять потоков: вынужденный поток (прямой поток), противоток, циркуляционный поток и два потока утечки один в зазоре между вершиной нитки и внутренней поверхностью зеера, второй в угле разрыва нитки витка. Вынужденный поток (прямой поток) представляет собой поступательное течение мезги, которое возникает как следствие относительного движения шнекового вала и зеера [3]. Противопоток можно рассматривать как те-

чение мезги в обратном направлении, возникающее под действием развивающегося давления в механизме регулировки толщины ракушки. Циркуляционный поток движется поперёк винтового канала. Перепад давлений, возникающий вследствие сопротивления в витках шнекового вала и в механизме регулировки между двумя его боковыми поверхностями, вызывает появление обоих видов утечек в шнековом прессе.

В общем виде задача отыскания полей скоростей и давлений, а также расчёта расходов потоков сводится к совместному решению системы уравнений неразрывности, движения и уравнений, описывающих физическое состояние мезги, при соответствующих граничных условиях. Решения такой системы для ньютоновских жидкостей хорошо известны [4]. Попытки решения проблемы для аномально-вязких жидкостей приводят к сложным громоздким математическим выкладкам. Один из путей решения проблемы рассмотреть течение ньютоновских жидкостей с введением в расчёты эффективной вязкости.

Течение высокомолекулярных, высокополимерных, систем коллоидных и грубодисперсных веществ не подчиняется закону Ньютона. Все эти системы можно назвать «неньютоновскими жидкостями». Градиент скорости их течения не пропорционален напряжению сдвига, но с увеличением последнего растёт либо быстрее, либо медленнее, а начало необратимой деформации вещества, т.е. начало течения, не всегда совпадает с началом координат [5].

Вязкость для ньютоновских жидкостей величина постоянная. Для неньютоновских жидкостей отношение касательного напряжения к скорости сдвига непостоянно при данной температуре, оно меняется в зависимости от величины касательного напряжения (или скорости сдвига). Эти особенности обычно учитываются понятием эффективной вязкости неньютоновских жидкостей. Для определения кривой текучести неньютоновских жидкостей экспериментально подтверждается связь напряжения сдвига и скорости сдвига степенным уравнением

$$\tau = k \left( \frac{dv}{dy} \right)^n, \quad (1)$$

где  $n$  и  $k$  – реологические константы индекса течения и индекса плотности.

Уравнение (1) справедливо для эффективной вязкости

$$\eta_{эф} = \frac{\tau}{dv/dy} = \frac{k}{(dv/dy)^{1-n}} k \left( \frac{dv}{dy} \right)^{1-n}. \quad (2)$$

На рис. 1 представлена схема шнекового преса с двухзаходными витками. Хотя в основном в шнековых пресах применяются одно-

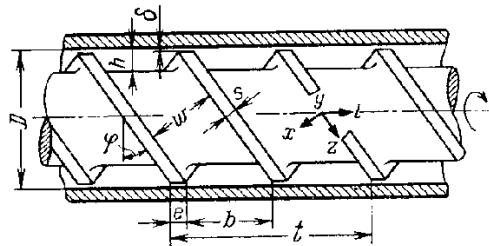


Рис. 1. Схема расположения координатных осей и обозначения геометрических параметров шнекового вала.

шнекового преса безразлично, вращается ли шнековый вал внутри неподвижного зеера или наоборот, зеер вращается вокруг неподвижного шнекового вала.

По этой причине для упрощения будем считать зеер вращающимся, а шнековый вал неподвижным [3]. Расположение связанной с шнековым валом неподвижной системы координатных осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и вспомогательной оси  $l$  показано на рис.2. Ось  $z$  ориентирована вдоль оси винтового канала шнекового вала, ось  $l$  – вдоль оси шнекового вала. При этом корпус будет изображаться бесконечной плоскостью, движущейся над развёрнутыми каналами в перпендикулярном к оси  $l$  направлении.

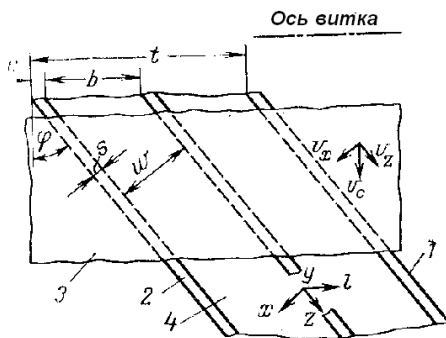


Рис. 2. Развёртка винтового канала шнекового преса на плоскости: 1 – стенка канала; 2 – развёртка витка; 3 – поверхность корпуса; 4 – канал.

чения  $v_x$  и одновременное соблюдение условия неразрывности потока приводит к возникновению в канале течения жидкости в направлении оси  $y$  со скоростью  $v_y$ . Величина этой скорости особенно значительна у передней и задней стенок канала, у которых жидкость, текущая в поперечном направлении, изменяет направление течения. При изотермическом ламинарном режиме в канале постоянного поперечного сечения в виду малости величины отношения глубины канала  $h$  к

заходные витки, уравнения, описывающие процесс прессования, выводятся в самой общей форме, применяемой к шнекам при любом числе заходов [3]. Для описания движения мезги в рабочем канале

шнекового преса целесообразно применить метод обращённого движения.

Очевидно, что для работы

шнекового преса целесообразно применить метод обращённого движения. Очевидно, что для работы шнекового преса целесообразно применить метод обращённого движения. Очевидно, что для работы шнекового преса целесообразно применить метод обращённого движения.

Окружную скорость корпуса  $V_c$  можно разложить на две взаимно перпендикулярные компоненты  $V_z$  и  $V_x$ , соответственно направленные вдоль и поперёк канала червяка. Аналогично, скорость жидкости в любой точке канала характеризуется соответствующей

величиной взаимно перпендикулярных компонент  $v_z$  и  $v_x$ . Существование скорости поперечного течения

его ширине  $w$  можно предположить, что скорость в направлении канала  $v_z$  является функцией координат  $x$  и  $y$ . В то время как  $v_x$  – функцией только координаты  $y$ . Составляющая  $v_y$  наблюдается только вблизи нарезки червяка и её влияние обычно не рассматривается.

Тогда с учётом допущения о смачиваемости мезгой стенок канала и незначительности массовых сил для неньютоновской жидкости уравнения движения имеют вид [6]:

$$\frac{\partial p}{\partial z} = \eta_{\dot{\gamma}} \left( \frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} \right); \quad (3)$$

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \eta_{\dot{\gamma}} \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2}. \quad (4)$$

При граничных условиях:

$$\begin{aligned} v_z &= 0 \quad \text{ï} \quad \partial v_z / \partial x = 0 \quad \text{ï} \quad x = 0 \quad \text{ï} \quad x = w; \quad y = 0; \\ v_z &= V_z \quad \text{ï} \quad \partial v_z / \partial y = 0 \quad \text{ï} \quad y = h; \quad V_z = \pi ND \cos \varphi; \\ v_x &= 0 \quad \text{ï} \quad \partial v_x / \partial y = 0 \quad \text{ï} \quad y = 0; \quad 0 \leq x \leq w; \\ v_x &= V_x \quad \text{ï} \quad \partial v_x / \partial y = 0 \quad \text{ï} \quad y = h; \quad 0 \leq x \leq w; \quad V_x = \pi ND \sin \varphi. \end{aligned} \quad (5)$$

Решение уравнения (3) в форме [6]

$$v_z(x, y) = v_{zd}(x, y) + v_{zp}(x, y); \quad (6)$$

имеет вид:

$$v_{zd} = \frac{4V_z}{\pi} \sum_{g=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{g} \frac{\operatorname{sh}(g\pi y/w)}{\operatorname{sh}(g\pi h/w)} \sin(g\pi x/w); \quad (7)$$

$$v_{zp} = \frac{1}{v_{\text{эф}}} \frac{\partial p}{\partial z} \left\{ \frac{y^2}{2} - \frac{hy}{2} + \frac{4h^2}{\pi^3} \sum_{g=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{g^3} \frac{\operatorname{ch}\left[\frac{g\pi(2x-w)}{2h}\right]}{\operatorname{ch}\left[\frac{g\pi}{2(h/w)}\right]} \sin g\pi \frac{y}{h} \right\}. \quad (8)$$

Решением уравнения (4) является выражение



$$v_x = -V_x \frac{y}{h} - \frac{1}{v_{эф}} \frac{\partial p}{\partial x} (yh - y^2). \quad (9)$$

В уравнении (6) первый член характеризует распределение скоростей вынужденного (прямого) потока вследствие прилипания мезги к зеру, а второй член характеризует распределение скоростей противотока вследствие градиента противодавления.

На рис. 3 приведена схема поперечного сечения канала, где граничные условия представ-

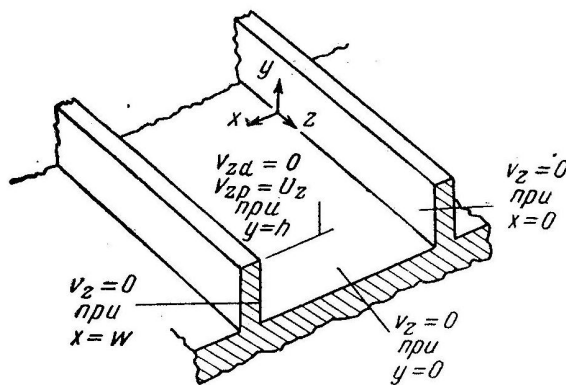


Рис. 3. Поперечное сечение канала. Граничные условия потока и противотока.

ленные особенно наглядно.

Интегрируя уравнение (7) по площади поперечного сечения канала, получим величину объёмного расхода поступательного потока [3]:

где  $n_k$  – число параллельных каналов червяка.

Наиболее удобная форма

$$q_d = n_k \int_0^w \int_0^h v_z dx dy, \quad (10)$$

результата интегрирования:

$$q_d = \frac{n_k V_z w h}{2} F_d, \quad (11)$$

где  $F_d$  – коэффициент формы для расхода вынужденного потока, полученный при интегрировании уравнения (7), и который определяется из выражения

$$F_d = \frac{16}{\pi^3 h/w} \sum_{g=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{g^3} \operatorname{th} \left[ \frac{g\pi(h/w)}{2} \right]. \quad (12)$$

Величина  $F_d$  зависит только от геометрии канала червяка и полностью определяется отношением глубины канала к его ширине,  $h/w$ .

В винтовом канале шнекового пресса существует градиент давления  $\partial p / \partial z$ , так как основная технологическая задача шнекового пресса выдавить масло из мезги. Это осуществляется созданием со-

противления в витках шнекового вала и механизма регулировки противодавления.

Интегрируя уравнение (8) по площади поперечного сечения канала, получим объёмный расход противотока, являющийся следствием существования в канале градиента давлений. Этот объёмный расход равен:

$$q_p = -\frac{n_k wh^3}{12v_{эф}} \left( \frac{\partial p}{\partial z} \right) F_p, \quad (13)$$

где  $F_p$  – коэффициент формы для расхода противотока.

Так же как и коэффициент формы вынужденного потока, коэффициент формы противотока зависит только от отношения глубины канала к его ширине  $h/w$ :

$$F_p = 1 - \frac{192h/w}{\pi^5} \sum_{g=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{g^5} \operatorname{th} \left[ \frac{g\pi}{2h/w} \right]. \quad (14)$$

Поскольку направление относительного движения зера составляет острый угол с осью винтового канала шнекового вала  $z$ , мезга в канале движется не только вдоль оси канала, но также и поперёк канала, в направлении перпендикулярном к стенкам канала, как это показано на рис. 2. Поперечное течение увеличивает значение мощности, расходимой шнековым валом, и влияет на процесс теплопередачи в прессе и на возможность использования шнекового вала в качестве смесителя.

Градиент давления в поперечном направлении канала может быть найден из условия циркуляции мезги в этом направлении, при котором

$$\int_0^h v_x dy = 0.$$

Это даёт

$$\frac{\partial p}{\partial x} = -\frac{6v_{эф}V_x}{h^2}. \quad (15)$$

Подстановка (15) в уравнение (9) приводит к соотношению

$$v_x = V_x \frac{y}{h} \left( 2 - 3 \frac{y}{h} \right). \quad (16)$$

Выведенные уравнения полностью описывают распределение скоростей, которое существует в канале витка шнекового вала. Исключение составляет только расположенные у стенок канала области, в которых поперечный поток меняет направление. При повороте потока у стенки канала, естественно, возникает компонента скорости  $v_y$ , перпендикулярная дну канала. Эта вертикальная компонента до сих пор не учитывалась. Однако более внимательное рассмотрение линий тока в этих местах позволяет лучше разобраться в работе шнекового пресса.

$$v_z = V_z \left[ (1 - 3a) \frac{y}{h} + 3a \left( \frac{y}{h} \right)^2 \right], \quad (17)$$

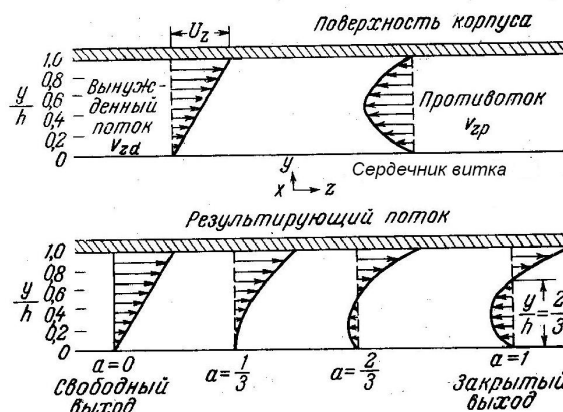


Рис. 4. Профили скоростей потока, направленного по оси канала.

Если пренебречь влиянием стенок, то уравнение (6) сводится к выражению [7], где

$$a = -\frac{q_p}{q_d} = \frac{h^2}{6V_z} \frac{\partial p}{\partial z} \frac{F_p}{F_d}. \quad (18)$$

Физический смысл коэффициента  $a$  состоит в том, что  $a$  – это отношение расхода противотока  $q_p$  к расходу вынужденного потока  $q_d$ . Характеризует степень «дресселирования» мезги в канале шнекового вала и может быть использовано для анализа профиля скоростей потока.

Наиболее типичные эпюры скоростей, рассчитанные по этому уравнению, представлены на рис. 4.

Эпюра скоростей вынужденного потока имеет форму прямоугольного треугольника, а эпюра скоростей потока – параболы. Фактический профиль скоростей потока устанавливается в результате наложения на профиль скоростей вынужденного потока профиля скоростей противотока. Эпюры результирующего профиля скоростей со-

ответствуют различным значениям отношения расхода противотока к расходу вынужденного потока.

Эпюра скоростей, построенная для  $a = 1/3$ , представляет особый интерес, так как обеспечивает максимальную производительность шнекового пресса при любом противодействии в регулирующем устройстве [3, 6].

Однако из рассмотрения только этих эпюр, характеризующих распределение скоростей в плоскости, параллельной оси винтового канала (ось  $z$ ), можно прийти к выводу, что в канале витка вследствие существования противотока появляется область обратного течения, в которой жидкость движется в направлении от регулировочного устройства к загрузочной воронке.

За исключением утечек через кольцевой зазор и в угол разрыва нитки витка в действительности ни при каких условиях работы шнекового пресса в канале витка не возникают течения, направленного противоположно основному потоку. Так называемый «противоток» в действительности представляет собой просто проекцию скоростей истинного потока на ось  $z$  в любой точке канала. Это воображаемое течение, образованное проекциями скоростей действительного потока, может оказаться направленным в обратную сторону, хотя векторы скорости суммарного потока в этих же точках направлены в сторону регулирующего устройства.

Несмотря на это, предположение о существовании обратно направленного течения противотока, вызванного давлением в регулирующем устройстве, оказывается весьма полезным для анализа зависимости производительности шнекового пресса от давления в регулирующем устройстве и от геометрических размеров шнекового вала. Для того чтобы получить правильное представление о действительном течении жидкости в канале червяка, необходимо одновременно с продольным течением рассматривать поперечное течение, которое возникает в результате существования нормальных компонент скорости потока, являющихся проекциями истинных скоростей потока на ось  $x$ .

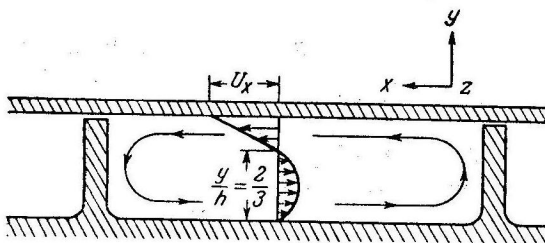


Рис. 5. Профиль скоростей циркуляционного течения.

сывается уравнением (17) при  $q_x = 0$ , а  $c = 1$ . Распределение скоростей

Эпюра скоростей потока, существующего в нормальном сечении канала, т.е. в плоскости, параллельной оси  $x$ , представлена на рис. 5. Поперечный поток фактически представляет циркуляционное течение, поле скоростей которого приближенно описывается

поперечного потока не зависит от давления в регулировочном устройстве и полностью определяется геометрическими размерами канала и скоростью вращения шнека.

Для того чтобы представить себе истинное распределение скоростей в трёхмерном потоке, необходимо векторно сложить компоненты скорости в каждой точке (рис.6, а) [3].

Значения поступательной (параллельно оси  $z$ ) и циркуляционной (параллельной оси  $x$ ) компонент вектора скорости рассчитаны для различных значений отношения  $y/h$  при режиме свободного выхода ( $a=0$ ), закрытого выхода, или нулевого расхода ( $a=1$ ) и для промежуточного режима ( $a=0,5$ ). Эти компоненты показаны пунктиром на рис. 6, а. Отметим, что, как это было указано выше, поперечная компонента вектора скорости не зависит от режима работы и при изменении  $a$  остаётся постоянной. Векторы, изображающие фактическую скорость в каждой точке потока, показаны на рис. 6, б сплошными стрелками.

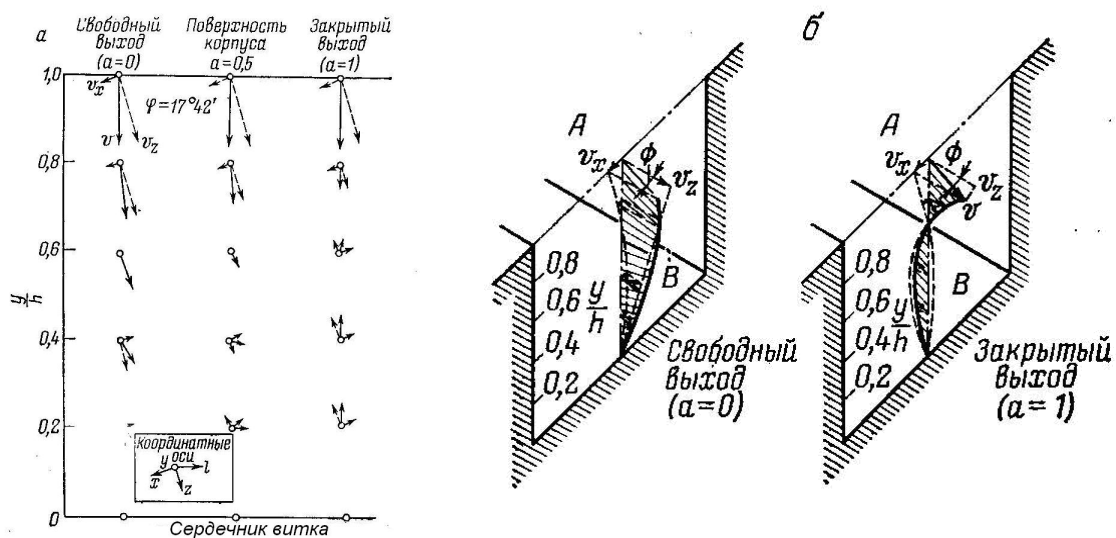


Рис. 6. Распределение скоростей в винтовом канале шнекового прес-са: а – векторная сумма скоростей ; мезга движется вдоль оси  $l$ ; б – пространственная диаграмма распределения скоростей в канале шнекового вала (А – внутренняя поверхность зеера; В – виток шнекового вала).

Необходимо заметить следующее:

1) Ни при каких условиях в канале червяка не возникает локальных скоростей, направленных к загрузочной воронке, проекции которых на ось  $l$  имели бы отрицательный знак.

2) Ни при каких условиях в канале червяка не существует поверхности, на которой не было бы течения жидкости. Единственным исключением является режим нулевого расхода, при котором в сечении канала, отстоящем от его дна на расстоянии двух третей глубины

канала, обе компоненты вектора скорости одновременно равны нулю. Рис. 6 б закрытый выход ( $a = 1$ ).

3) Наиболее правильное толкование влияния изменения относительного расхода противотока (изменение  $a$ ) состоит в том, что при всяком изменении  $a$  одновременно меняется направление вектора скорости во всём сечении потока.

4) При работе в режиме нулевого расхода течение жидкости в червяке превращается в замкнутый круговой поток, расположенный в нормальной к оси червяка плоскости.

5) При отсутствии пристенного скольжения скорости потока на границах имеет следующие значения: на дне канала  $v = 0$ , у стенки корпуса  $v = V_c$ .

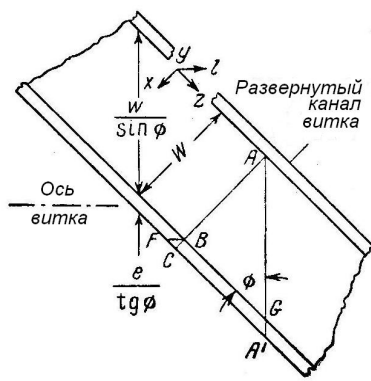


Рис. 7. Геометрические размеры канала.

Определение утечки в зазоре между вершиной нитки и внутренней поверхностью зеера произведём аналогично утечки в канале червяка экструдера. Для этого рассмотрим течение мезги через плоскость, нормальную к оси витка (плоскость  $AA'$ , рис. 7). Утечку через плоскость  $GA'$  в направлении оси шнека можно как течение че-

рез плоскую щель толщиной  $\delta$  и шириной, равной  $e/tg\varphi$ , возникшее в результате градиента давления. В этих условиях величина расхода определяется выражением [3]

$$q_{GA'} = \frac{(n_k e / tg\varphi) \delta^3}{12\nu_L} \left( \frac{\partial p}{\partial l} \right)_{BF}, \quad (19)$$

где

$$\left( \frac{\partial p}{\partial l} \right)_{BF} = \frac{-6\nu_{\varphi\varphi} \pi DN \cos^2 \varphi}{2h^2} \left[ a \left( \frac{\pi D \cos \varphi}{e} + \sin \varphi \right) + \frac{bc \sin \varphi}{e} \right]. \quad (20)$$

$c$  – отношение расхода противотока в циркуляционном течении к расходу нормальной составляющей вынужденного течения.

$$c = \frac{(1 - \delta/h) - \frac{[(\delta/h)^3 (v_{\varphi\varphi}/v_L) \pi Da]}{n_k e tg\varphi}}{1 + \frac{[(\delta/h)^3 (v_{\varphi\varphi}/v_L) w]}{e \cos \varphi}}. \quad (21)$$

Так как  $\delta/h$  намного меньше единицы, то уравнение (19) можно с удовлетворительной степенью точности аппроксимировать выражением

$$c = 1 - \delta/h. \quad (22)$$

Подставляя значение осевого градиента давления (20) в уравнение (19), получим

$$q_{GA} = \frac{-n\delta^3\pi DN \cos^2\varphi}{2h^2} \frac{\mu}{\mu_L} \left[ bc + a \left( \frac{\pi D}{n \cdot \operatorname{tg}\varphi} + e \right) \right]. \quad (23)$$

Шаг нитки на витках шнекового вала выполнен не полностью, поэтому образуется угол разрыва  $\theta$ , в который проходит часть мезги, образуя ещё один противоток.

Для определения противотока через угол разрыва нитки витка рассмотрим ламинарного течения между соосными вращающимися цилиндрами с разной угловой скоростью [8]. Используем уравнения Навье – Стокса и уравнение неразрывности для течения вязкой, несжимаемой жидкости в цилиндрической системе координат. Пусть линия тока будет представлена в виде концентрических окружностей и, следовательно,  $u_r = 0$ . Течение примем плоским ( $u_z = 0$ ), установившимся  $\left( \frac{\partial u}{\partial t} = 0 \right)$ , и влияние массовых сил учитывать не будет в ви-

ду малой частоты вращения шнека. Это позволяет упростить исходные уравнения Навье – Стокса в цилиндрических координатах.

Уравнение неразрывности показывает, что скорость  $u_\theta = u$  не зависит от координатного угла  $\theta$ . Давление  $p$  не зависит от этой переменной в силу осевой симметрии течения. Равны нулю все производные по  $z$ . Таким образом, получаем систему:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dr} &= \frac{u^2}{r}; \\ \frac{d^2u}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{du}{dr} - \frac{u}{r^2} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

Второе из этих уравнений содержит только одну искомую функцию  $u$  и может быть решено независимо от первого, которое выражает закон распределения давления по радиусу.

Если  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – угловые скорости вращения внешнего и внут-

ренного цилиндров, то граничными условиями для скорости  $u$  будут:

$$u = \omega_1 a \text{ при } r = a; \quad u = \omega_2 \text{ при } r = b. \quad (25)$$

Общее решение этого уравнения

$$u = Ar + \frac{B}{r}. \quad (26)$$

Подставляя сюда граничные условия (25), получаем систему для определения постоянных  $A$  и  $B$ . Решая её, находим:

$$A = \frac{b^2 \omega_2 - a^2 \omega_1}{b^2 - a^2}; \quad B = \frac{a^2 b^2}{b^2 - a^2} (\omega_1 - \omega_2). \quad (27)$$

Таким образом, найден закон распределения скоростей в кольцевом канале при вращении обеих цилиндров. В нашем случае наружный цилиндр неподвижен  $\omega_1 = 0$ .  $b = \frac{d}{2}$ ,  $a = \frac{D}{2}$ . Тогда

$$A = -\frac{d^2 \omega_2}{d^2 - D^2}; \quad B = \frac{D^2 b^2}{d^2 - D^2} \omega_2. \quad (28)$$

Таким образом, закон распределения скоростей в кольцевом канале шнекового пресса

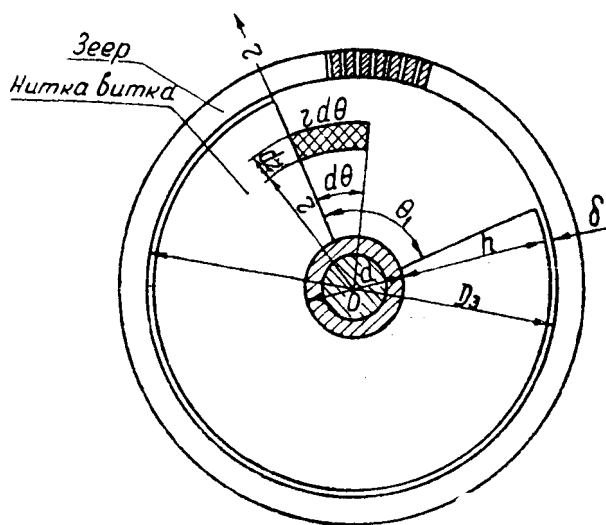


Рис. 8. Угол разрыва нитки витка и поперечное сечение зеера.

$$u = -\frac{d^2 \omega_2}{D^2 - d^2} r + \frac{1}{r} \frac{d^2 D^2}{D^2 - d^2}.$$

Расход противотока через угол разрыва  $\theta$  нитки витка определим из выражения

$$q_k = \int_F u dF, \quad (29)$$

где  $dF$  – элементарная площадь.

Определим  $dF$  (рис.8). На расстоянии  $r$  от начала координат выделим элементарную



площадку со сторонами  $rd\theta$  и  $dr$ , площадь которой будет  $dF = r dr d\theta$ . Интегрируем уравнение (1.35) по переменной  $r$  от  $\frac{d}{2}$  до  $\frac{D}{2}$ , а по переменной  $\theta$  от 0 до  $\theta_1$ , получим

$$q_k = \frac{1}{8} \theta d^2 \omega_2 \left( 2 \frac{D^2}{D^2 - d^2} \ln \frac{D}{d} - 1 \right). \quad (30)$$

В настоящее время вычислить противотоки в шнековых прессах при переработке семян масличных культур пока невозможно из-за отсутствия таких величин, как вязкость мезги и градиент давления.

*Выводы.* 1. Впервые при описании гидродинамики мезги, как коллоидной системы, в рабочей зоне шнекового пресса введена эффективная вязкость в виде степенного уравнения и рассмотрены основные потоки в их взаимосвязи. Для получения действительной скорости мезги в любой точке канала витка, необходимо сложить значения поступательной (параллельно оси  $z$ ) и циркуляционной (параллельной оси  $x$ ) компонент вектора скорости.

2. Методика построения эпюр результирующих скоростей потока, направленных по оси канала при различных отношениях расхода противотока к расходу вынужденного потока позволяет найти оптимальную производительность шнекового пресса.

3. Полученные математические зависимости гидродинамики потоков мезги в рабочей зоне шнекового вала позволяют с использованием теории консолидации разработать математическую модель отжима и фильтрации масла в шнековых прессах при переработке семян масличных культур. Для проведения численных исследований шнекового пресса необходимо экспериментально определить реологические константы индекса течения  $n$  и индекса плотности мезги различных семян при изменении её масличности и режимов влаготепловой подготовки.

#### Литература

1. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел / В.А. Масликов. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 440 с.

2. Масликов В.А. Коэффициент возврата и его расчёт / В.А. Масликов, П.И. Чечевицын // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 1966. – №5. – С. 127 – 132.

3. Бернхардт Э. Переработка термопластичных материалов / Э. Бернхардт ; Перевод с английского. – М.: Химия, 1965. – 747 с.

4. *Мак-Кельви Д.М.* Переработка полимеров / *Д.М. Мак-Кельви*; Пер. с англ. – М.: Химия, 1965. – 442 с.
5. *Рябинин Д.Д.* Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых смесей / *Д.Д. Рябинин, Ю.Е. Лукач.* – М.: Машиностроение, 1965. – 364 с.
6. Техника переработки пластмасс / Под ред. *Н.И. Басова и В. Броя.* – Совместное издание СССР и ГДР (Издательство «Дейтчер Ферланг Фюр Грундштоффиндустри, г. Лейпциг). – М.: Химия, 1985. – 528 с.
7. *Торнер Р.В.* Теоретические основы переработки полимеров (механика процесса) / *Р.В. Торнер.* – М.: Химия, 1977. – 464 с.
8. *Емцев Б.Т.* Техническая гидромеханика: Учебник для вузов по специальности «Гидравлические машины и средства автоматизации» / *Б.Т. Емцев.* – М.: Машиностроение, 1978. – 468 с.

## **ВПЛИВ ПРОТИТЕЧІЙ У ШНЕКОВОМУ ПРЕСІ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО РОБОТИ**

Дідур В.А., Ткаченко В.О., Ткаченко О.В., Дідур В.В.

*Анотація* - уперше при описі гідродинаміки мезги, як колоїдної системи, у робочій зоні шнекового преса уведена ефективна в'язкість у вигляді статичного рівняння й розглянуті основні потоки в їхньому взаємозв'язку. Дано методику одержання дійсної швидкості мезги в будь-якій точці каналу витка додаванням значень поступальної (паралельно осі z) і циркуляційної (паралельно осі x) компонентів вектора швидкості.

## **INFLUENCE OF COUNTERCURRENTS IN SPIRAL OF THE PRESS ON EFFICIENCY OF ITS WORK**

V. Didur, V. Tkachenko, A. Tkachenko, V. Didur

### *Summary*

For the first time at the hydrodynamics description suspension as colloidal systems, in a working zone spiral the press is entered effective viscosity in the form of the static equation and the basic streams in their interrelation are considered. The technique of reception of the valid speed suspension in any point of the channel of a coil by addition of values forward (in parallel axis z) and circulating (is given parallel axis x) a component of a vector of speed.

УДК 621.311

## SMART GRID ЯК ІННОВАЦІЙНА ПЛАТФОРМА РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Каплун В.В., д.т.н.,

Козирський В.В., д.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування  
України*

Тел. (044) 227-19-42

**Анотація** - розглянуто системи передачі, розподілу та споживання електроенергії з інтегрованими сучасними цифровими та інформаційними технологіями для підвищення якості електрозабезпечення та оптимізації електроспоживання у режимі реального часу.

**Ключові слова** – Smart Grid, інтеграція, інформаційні технології, системи електроспоживання.

*Постановка проблеми.* Нова ідеологія побудови і функціонування електричних мереж та систем електроспоживання потребує значних інвестицій і повинна реалізовуватися послідовно за декількома паралельними і скоординованими напрямками, які включають:

- розвиток нових альтернативних і традиційних технологій генерації і акумулювання енергії;
- розробку нової перспективної концепції структури розподільних мереж, методів оптимізації їх параметрів;
- удосконалення методів управління діючими електричними мережами з урахуванням широкої інтеграції до них джерел розосередженої генерації;
- створення і впровадження нових комунікаційних технологій для обміну інформацією між виробниками електроенергії, розподільчими компаніями і споживачами;
- розробку принципово нових технічних і програмних засобів захисту і автоматизації електричних мереж;
- удосконалення регуляторної і тарифної політики в напрямку реалізації операцій купівлі - продажу енергії і інших видів сервісу в реальному часі;
- реформування енергоринку з метою його подальшої лібералізації.

*Аналіз останніх досліджень.* Реалізація зазначених етапів трансформації енергетичного сектору вимагає постановки і рішення великої групи технічних, економічних, організаційних проблем і задач, більшість з яких раніше у світовій практиці майже не розглядалися [9].

*Формулювання мети статті.* У найближчому майбутньому тисячі або мільйони користувачів стануть власниками своїх особистих генераторів, при цьому одночасно стаючи виробниками та споживачами електроенергії. При цьому недостатня пропускна спроможність місцевих систем електропередач спричиняє потребу великих витрат на модернізацію ліній передачі та трансформаторів і вказує на потенційну цінність малих, розосереджених генераторів. Виробляючи деяку кількість енергії в межах місцевої мережі, малі генератори можуть знизити навантаження на обладнання систем електропередачі. Всі ці генератори будуть поєднані між собою завдяки повністю інтерактивній розумній електричній мережі. Однак при генерації електроенергії у мережу проблема пропускної здатності не зникає, що вимагає перегляду концепцій структури розподільних електричних мереж. Ця революція буде потребувати ретельного контролю та комунікаційних технологій для забезпечення досконалої експлуатації електричних мереж, заснування нових моделей для енергетичного розподілу, а також розвитку удосконалених технологій енергетичного акумулювання, пристроїв силової електроніки і т. ін.

Тому кінцевим результатом повинно бути створення інтерактивної електричної мережі, призначеної для надання комплексу різнопланових енергетичних послуг. Джерела розподіленої генерації, інтегровані в мережу централізованого електропостачання, зможуть працювати ізольовано або паралельно з енергосистемою. Режим їх роботи повинен визначатися оперативними вимогами енергоринку. Така гнучка архітектура мереж енергосистеми дасть можливість споживачам з власними джерелами генерації і акумулювання енергії та оптимізованими режимами управління електроспоживання бути активними учасниками процесу енергозабезпечення.

*Основна частина.* Інтелектуалізація мереж надасть можливість реалізувати функції автоматичного виявлення ушкоджень, їх прогнозування та локалізації. Принципи будови і функціонування таких систем доцільно будувати за GRID технологіями, разом з комутаційною апаратурою будуть встановлюватись тільки вимірювальні комплекси із засобами передачі інформації в, так званій, аналітичний центр керування режимами. Це дозволить у майбутньому зробити мережі самокерованими і самовідновлюваними. Економічність їхнього керування буде досягатися за рахунок можливості комплексного впливу на параметри режиму. Наприклад, регулювання напруги крім використання традиційних засобів може бути реалізоване шляхом зміни гене-

рації активної або реактивної потужності, впливом на засоби акумулювання енергії, управління графіком електроспоживання.

**Аналіз стану та проблем світової енергетики.** Сьогодні способи передачі електроенергії базуються на принципах «одностороннього» зв'язку, розроблених багато десятиліть тому. Реальним є те, що сучасні енергосистеми перестануть бути централізованими і повинні будуть забезпечувати можливість інтеграції значної кількості малих генераторів, що працюватимуть, в першу чергу, на основі поновлюваних джерел енергії. Необхідністю підвищення ефективного використання енергії підштовхують такі світові тенденції, як дефіцит енергетичних ресурсів, зростання конкуренції за ресурси та глобальне потепління. За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства, до 2030 року потреби людства в електроенергії зростуть до 30116 млрд. кВт·год, що більше ніж удвічі перевищує сучасні потреби [1].

Через зростання споживання електроенергії, електромережі опинилися на межі перевищення розрахункового навантаження, тож енергетичні компанії всього світу стикаються з однаковою дилемою:

- постійне зростання вимог до якості енергозабезпечення;
- консервативна тарифна політика регулюючих органів не дає змоги модернізувати та оновлювати інфраструктуру.

Більшість мереж енергосистем світу побудовано ще в 50–70-х роках минулого століття, тож наразі багато обладнання, що є важливим для роботи мереж, наближається до кінця терміну експлуатації. Проте, сучасний стан не дозволяє здійснювати повномасштабну модернізацію, тому мережеві компанії змушені працювати з устаткуванням, яке вже вичерпало ресурс. Ця тенденція становить загрозу для надійності і безпеки енергетичних систем.

Зростання об'ємів пікового навантаження вимагає повної ресурсної мобілізації мережевих можностей. Сьогодні на енергоринках майже всіх країн світу зростають об'єми споживання електроенергії, як наслідок, зростають пікові навантаження, що змушує збільшувати електричну потужність. Таким чином, світові енергетичні компанії очікують на постійне зростання споживання енергії та, відповідно, збільшення потужностей транспортних і розподільних мереж. З огляду на це, включаються економічні стимули, коли електроенергетична галузь стає доступною для інтеграції малої генерації до енергосистем.

При виробництві електроенергії великою кількістю генераторів малої потужності, з економічної точки зору, доцільніше розмістити генератор ближче до споживача, щоб зменшити втрати в електричній мережі [2]. Внаслідок цього багато невеликих джерел генерації електроенергії вбудовуються в мережі, які спочатку ство-

ривалися під крупні централізовані електростанції. Така тенденція може істотно змінити традиційну модель розподілу електроенергії. Розподільні мережі спроектовано так, щоб автоматично регулювати напругу у межах допустимих відхилень, а наявність великої кількості малих генераторів значною мірою змінює ідеологію диспетчерського управління, зокрема в частині регулювання напруги, роботи релейного захисту та протиаварійної автоматики. Класичні мережі не створені для роботи зі складними режимами управління потоками енергії, які з'являться з переходом на розподілену генерацію, наприклад, з неочікуваними зворотними перетоками при відключенні генераторів у замкнених чи «умовно» замкнених розподільних мережах.

#### **Розвиток децентралізованих електроенергетичних систем.**

Одним із головних можливих напрямів розвитку децентралізованої генерації слід вважати прогнозовану організацію структурних об'єднань із багатьох локальних джерел. Цей напрям дозволяє реалізувати відомі переваги електроенергетичних систем із паралельно працюючими джерелами малої генерації перед відповідною системою автономних джерел: підвищення надійності електрозабезпечення та зниження необхідної встановленої потужності.

Крім того, такий підхід дозволяє утворити достатньо потужні джерела генерації з унікальними властивостями, які здатні виступати як організована одиниця генерації, що робить можливим диспетчерське керування з боку великої енергетичної системи. Такий напрям розвитку сприяє майже повній ліквідації розбіжностей між великими та малими джерелами генерації електричної енергії, створюючи рівні умови конкуренції між ними. Реалізація відповідних методів і технічних засобів об'єднання локальних джерел енергії між собою та із зовнішніми мережами покладається на так звані інтелектуальні мережі. Вони мають здійснювати необхідні для цього функції оптимального управління та контролю за роботою всіх елементів усередині споживчої мережі, включаючи ведення взаєморозрахунків між власниками окремих джерел, а також функції управління всіма генераторами об'єднання з боку регіональної енергетичної системи.

Отже, інфраструктура енергетичних мереж повинна ставати все більш «розумною» для забезпечення розподілу енергії, одержаної з різних джерел. Мережі повинні вміти керувати передачею енергії та її споживанням, причому, робити це в режимі реального часу, з максимальною ефективністю та на основі використання нових вимірювальних технологій.

Створення «інтелектуальних мереж», більш відомих під оригінальною назвою Smart Grid, повинно вирішити всі ці проблеми.

**Що таке Smart Grid?** Smart Grid це термін, що характеризує системи передачі, розподілу та споживання електроенергії з інтегрованими сучасними цифровими та інформаційними технологіями для підвищення якості електрозабезпечення та оптимізації електроспоживання у режимі реального часу. Визначення суті інтелектуальних мереж можна зрозуміти з мети створення інтелектуальних мереж та технологій, які вони реалізують. Мета створення Smart Grid загалом переслідує такі ключові завдання:

- підвищення надійності електропостачання та безвідмовності роботи системи (слід сказати, що початок розвитку концепції Smart Grid в США поклав ряд великих системних аварій на території країни);
- підвищення енергетичної ефективності;
- збереження навколишнього середовища.

Виходячи із зазначеної мети, а також маючи на увазі огляди і аналізи розвитку концепції Smart Grid у світі, можна виділити наступні ключові сегменти, на яких значною мірою позначиться розвиток технологій Smart Grid:

- облік енергоресурсів;
- автоматизація розподільних мереж;
- управління та моніторинг стану електротехнічного обладнання;
- автоматизація магістральних електричних мереж та вузлових підстанцій і регулювання перетоків;
- електричні мережі й установки споживачів;
- розвиток розподіленої генерації на основі нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії.

Для зазначених сегментів можна виділити наступні технології, які розуміються сьогодні під терміном Smart Grid для різних сегментів:

- системи автоматизованого обліку та інформаційні системи споживачів;
- інфраструктура систем зв'язку для енергооб'єктів;
- системи моніторингу стану і управління електротехнічним устаткуванням;
- системи автоматизації для підвищення надійності і безвідмовності електропостачання;
- системи, що забезпечують інтеграцію джерел електроенергії малої потужності і накопичувачів;
- системи управління даними;
- системи управління оперативними обслуговуванням мереж.

Об'єднані в єдину платформу, ці технології дозволяють поновому підходити до побудови електричних мереж, переходячи від

жорсткої структури «генерація - мережі - споживач» до більш гнучкої, в якій кожен вузол мережі може бути активним елементом. При цьому інтелектуальна мережа в автоматичному режимі проводить переконфігурацію вузла при зміні умов.

Інтелектуальна інфраструктура Smart Grid передбачає надання послуг, формування ринку інтегрованих розподілених енергетичних ресурсів і програм управління.

Основними компонентами Smart Grid є:

- інтелектуальна вимірювальна система;
- автоматизований розподіл електричної енергії, контроль і управління електроспоживанням;
- автоматизація підстанцій і розподільчих мереж;
- управління активами підприємства.

**Архітектура Smart Grid.** Одним із основних чинників впровадження Smart Grid є споживання енергії з зовнішньої мережі в поєднанні з акумулюванням енергії та використанням власних джерел (як традиційних так і поновлюваних) споживачами, які можуть регулювати графік споживання енергії в залежності від власних потреб та ціни на неї. Проблема оптимізації вимагає розробки та уточнення алгоритмів функціонування локальної системи електроживлення як підсистеми зовнішньої мережі. Зрозуміло, що така система повинна працювати у автоматизованому режимі з контролем електроспоживання у режимі реального часу.



Fig.1. Smart Grid Diagram (Source: Department of Energy of U.S.).

Об'єднавши в архітектурі Smart Grid функції дозованого споживання електроенергії у визначених часових інтервалах з програмним забезпеченням для контролю і управління оптимальним балансом енергій з різномірних джерел локальної енергосистеми, споживач



вачі зможуть мінімізувати власні витрати на електроспоживання. Так як ціна на електроенергію збільшується в періоди високого попиту і зменшується в міжпікові та нічні години, окремі споживачі, які будуть використовувати такі підходи зможуть в рази знизити витрати на електрозабезпечення. Принципи реалізації архітектури Smart Grid базуються на технологіях проектування режимів генерації, електроспоживання та оптимального управління функціонування локальної енергетичної системи як підсистеми зовнішньої мережі.

Важливо зазначити, що у найближчому майбутньому структура споживачів електроенергії зміниться за рахунок збільшення парку електромобілів. Це дасть можливість накопичувати значні обсяги електроенергії у акумуляторах автомобілів.

#### **Напрямки реалізації концепції Smart Grid.**

**Генерація електроенергії.** Проблеми зміни клімату на Землі і прогнозований дефіцит органічних видів палива стимулює розвиток альтернативних джерел електроенергії. Очікується, що в майбутньому кількість таких джерел буде неухильно зростати, тобто генеруючі потужності будуть більш розподіленими, ніж концентрованими, як зараз. Характерною особливістю таких джерел є їх відносно невелика потужність і нестабільність параметрів потужності генерування. Очевидно, що для стабілізації параметрів таких джерел і їх автоматичної синхронізації з мережею необхідний досить «інтелектуальний» керуючий пристрій. Розробка принципово нових і підвищення техніко-економічної ефективності вже існуючих систем генерації електроенергії, пристроїв автоматичного керування ними, систем зв'язку, що забезпечують інформаційний обмін таких джерел з іншими елементами енергосистеми є одним з напрямків концепції Smart Grid.

**Передача і розподіл електроенергії.** Іншим напрямком концепції Smart Grid є вдосконалення існуючих та створення нових систем передачі та розподілу електроенергії. На сьогодні надзвичайно доцільним з точки зору економіки, стійкості енергосистем, їх надійності є розгляд концепцій структури мереж і систем управління ними на перспективу не менше 50 років, оптимальних шляхів адаптації нинішніх систем до сформованих у концепції нового розвитку.

Основною проблемою енергосистем, з точки зору, екології та режимів роботи енергетики є втрати електроенергії. Неefективне використання енергетичних ресурсів внаслідок втрат погіршує стан навколишнього середовища. До того ж, величина втрат прямо пов'язана з тарифами на електроенергію. Заходи по зменшенню втрат передбачають впровадження нових технічних рішень в систему передачі та розподілу електроенергії, зокрема переведення мережі у

замкнений режим. Найбільш ефективні з них входять до концепції Smart Grid.

**Споживання електроенергії.** Технологія Smart Grid працює через систему спеціальних «розумних» лічильників, встановлених на підприємствах і в житлових приміщеннях. Вони інформують про рівень споживання енергії, що дозволяє коригувати використання електрообладнання в часі і оптимально управляти електроспоживанням. Принцип оптимального споживання електроенергії пов'язаний в першу чергу з диференційними тарифами та можливістю її генерації з поновлюваних джерел чи використання накопичувача. Втім, переконання користувачів перейти до оптимального споживання енергії може увійти в конфлікт з їх комфортом. Це означає, що принципи оптимального споживання електроенергії повинні бути реалізовані автоматично. Алгоритми керування побутовою технікою переберуть на себе «розумні» лічильники – „Smart Meter“. «Smart Meter» повинні стати елементом, що поєднує інтелектуальні мережі. Саме його завданням стане управління електроспоживанням. Особливо це важливо з огляду на зростання частки поновлюваної електроенергії у загальному обсягу її споживання і стохастичний характер її надходження. Це є завданням Smart Grid для побутового електроспоживання.

*Системи зв'язку та передачі даних між електроенергетичними об'єктами.* Сьогодні для зв'язку та передачі інформації між різними об'єктами використовуються різні канали зв'язку. Останнім часом все ширше починають застосовуватися і мережеві технології Ethernet/Internet. Це пов'язано в першу чергу з дешевизною, з широкою поширеністю і повсюдною доступністю таких мереж з добре відпрацьованими технологією, що створює передумови в майбутньому обмінюватися величезними масивами інформації з численних компонентів енергосистеми, розсереджених на великій території. Перспективним щодо застосування в Smart Grid є технології сучасного бездротового зв'язку, таких як мережі стільникового зв'язку, WiMAX, Wi-Fi та інших, оптоволоконних каналів та технології широкосмугового зв'язку по дротах високовольтних ліній електропередач [5].

*Системи обліку електроенергії.* Мікропроцесорні лічильники електроенергії з'явилися на ринку вже давно і є одним з базових елементів в концепції Smart Grid. Багатотарифні мікропроцесорні лічильники, здатні виконувати розрахунки, зв'язуватися з іншими аналогічними лічильниками, накопичувати інформацію і передавати її у мережу збору даних практично застосовуються у електроенергетиці вже давно. Сучасні лічильники електричної енергії, засоби передачі даних і управління, що дозволяють передавати результати вимірювань та ін-

телектуалізувати управління в режимі реального часу, стають стандартними елементами архітектури Smart Grid.

Впровадження Smart Grids технологій вимагає більш високого рівня функціональних можливостей вимірювальної системи і трансформацію її і інтелектуальну вимірювальну систему для:

- заохочення споживачів до вдосконалення технології Smart Grid на основі моніторингу генерації, розподілу і споживання електричної енергії, включаючи результати управління режимами за допомогою вимірювальних систем;

- можливості формування гнучкої тарифної політики, формування рівномірності добового навантаження в об'єднаній енергосистемі;

- можливості швидкої і точної діагностики шляхом оперативного надання інформації під час ліквідації аварійних відключень обладнання і систем управління, локалізації помилок;

- підвищення надійності, швидкодії і функціональної можливості операційного обладнання і програмних додатків шляхом впровадження різних комунікаційної інфраструктури розподілу і постачання електричної енергії;

- забезпечення уточнених і своєчасних даних для управління активами і експлуатаційними витратами енергопідприємств.

Подальший розвиток інтелектуальних засобів обліку електроенергії створить передумови для запровадження динамічних тарифів, тому ці досягнення повністю відповідають концепції Smart Grid.

*Релейний захист.* У новій концепції Smart Grid релейний захист повинен бути поєднаний з функціями інформаційно-вимірювальної системи. Мікропроцесорні пристрої релейного захисту вимірюють струми, напруги у векторній формі, записують і накопичують інформацію про аварійні режими і спрацювання. Ця інформація може бути безпосередньо використана в майбутніх контрольно-інформаційно-вимірювальних системах Smart Grid [7]. Що стосується алгоритмів релейного захисту, то вони зазнають значних змін у зв'язку зі зміною принципів побудови електричних мереж, появою у цій мережі значної кількості керованих компонентів, що впливають на режими роботи мережі, таких як швидкодіючі компенсатори реактивної потужності, швидкодіючі струмообмежувальні пристрої і т.д. Це лише перші кроки в області реорганізації релейного захисту. Вже сьогодні цілком серйозно обговорюються питання адаптивного релейного захисту, захисту з попереджувальними функціями, багатовимірною релейного захисту, захисту з нечіткою логікою, захисту з штучним інтелектом, захисту на основі нейронних мереж і т.д.

Об'єднані в єдину платформу, технології Smart Grid дозволять по-новому підходити до побудови електричних мереж, переходячи від

жорсткої структури «генерація - мережі - споживач» до більш гнучкої, в якій кожен вузол мережі може бути активним елементом. При цьому інтелектуальна мережа в автоматичному режимі буде здатна змінювати конфігурацію при зміні умов.

**Тенденції розвитку Smart Grid в країнах світу.** Уряди країн, що входять до Європейського Союзу, планують до 2017 року знизити споживання електроенергії на 9% за рахунок підвищення енергоефективності шляхом впровадження технології Smart Grid. Таким чином, використання «інтелектуальної» мережі дозволить скоротити витрати енергоресурсів. Сьогодні з'явилась унікальна можливість трансформувати всю застарілу систему електропостачання в світі. Впровадивши високоточні і високошвидкісні інформаційні ресурси Smart Grid, енергетичні компанії зможуть керувати всією мережею енергопостачання як єдиною системою. При цьому споживачі зможуть точно планувати та регулювати власні витрати енергії, а регулюючі структури - створювати інтелектуальну енергетичну інфраструктуру. Такого роду вдосконалення енергетичних мереж просуваються урядами різних країн як спосіб вирішення проблем енергетичної безпеки, глобального потепління, надійності енергосистеми.

В 2010 році за даними Zpryme Research & Consulting, серед країн, які вклали кошти в розвиток технології Smart Grid, лідирує Китай та США. На рисунку показаний повний Топ-10 країн за розмірами інвестицій у технології Smart Grid.

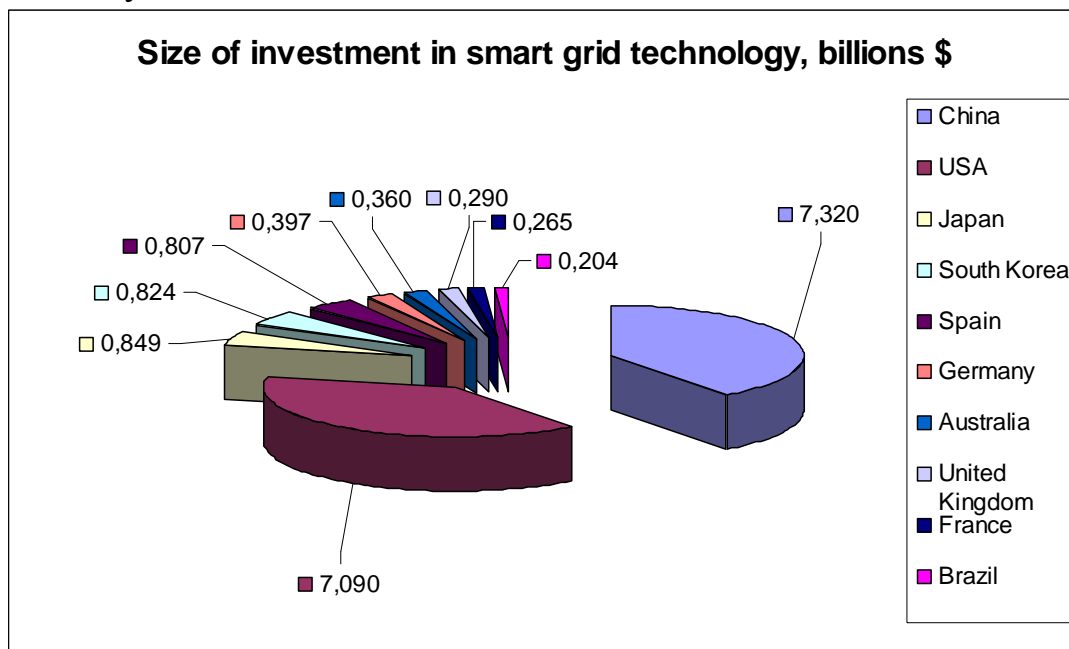


Рис.1. Топ-10 країн за розмірами інвестицій у технології Smart Grid.

**Щодо розвитку SMART GRID в Україні.** Виробництво електроенергії в Україні 2010 року зросло на 8,7%. Обсяг виробництва електричної енергії електростанціями, які входять до ОЕС України, за

оперативними даними, у 2010 році досяг 187 млрд. 910,1 млн кВт·год. За офіційними даними, втрати в енергомережах України за підсумками 2010 року становили 12,92% при нормативних 12,65. Нетрадиційні джерела енергії в 2010 році виробили близько 5,4 млн. кВт·год електроенергії.

Енергетика України потребує реформування. За оцінками західних експертів, Україна є ключовою державою в Східній Європі з інноваційних проєктів у енергетичній галузі. Довгий час виробництво альтернативної енергії було в зародковому стані. Лише в 2010 році стали помітними зрушення в плані виробництва вітрової енергії та виробництва сонячних панелей на території України. Проте через високу їх собівартість для пересічного українця вони залишаються малодоступними. Значних темпів набули впровадження систем автоматизованого обліку та інформаційних систем для управління енергетичними об'єктами. Мають поширення технології інтелектуального управління сучасних будівель. Експерти стверджують, що дистанція між українцями та європейцями буде швидко зменшуватись в силу інтегрованості України до Європи.

*Висновки.* Хоча для реалізації Smart Grid в Україні в першу чергу необхідні інноваційні підходи та новітні технології, загалом це не тільки технології. Здійснення Smart Grid зажадає повного переосмислення державної політики та сучасних бізнес-моделей, реальної трансформації бізнес-процесів і поведінки споживачів.

#### Література

1. The Smart Grid Reliability Bulletin. – ABB White Paper, North American Corporate Headquarters, 2009, 14 p.
2. Next generation protection system over Ethernet. Developments in Power System Protection / *T. Shono, K. Fukushima, T. Kase, H. Sugiura, S. Katayama, T. Tanaka, P. Beaumont, G. Baber, Y. Serizawa, F. Fujikawa* // the 10th IET International Conference (DPSP 2010), 29 March – 1 April 2010, Manchester, UK.
3. *Renz B.* Broadband over power lines (BPL) could accelerate the transmission Smart Grid / *B. Renz.* – DOE/NETL-2010/1418, National Energy Technology Laboratory, US Department of Energy, 2010.
4. Why the Smart Grid must be based on IP standards. – [blog.ds2.es/ds2blog/2009/05/why-smart-grid-must-use-ip-standards.html](http://blog.ds2.es/ds2blog/2009/05/why-smart-grid-must-use-ip-standards.html).
5. Nobody knows the future of Smart Grid, therefore separate the essential in the secondary system / *F. Baldinger, T. Jansen, M. Riet, F. Volberda.* – Developments in Power System Protection, the 10th IET International Conference (DPSP 2010), 29 March – 1 April 2010, Manchester, UK.
6. Intelligent protection relay system for smart grid / *F. Kawano, G.*

*Baber, P. Beaumint, K. Fakushima, T. Miyoshi, T. Shono, M. Ookubo, T. Tanaka, K. Abe, S. Umeda.* - Developments in Power System Protection, the 10th IET International Conference (DPSP 2010), 29 March – 1 April 2010, Manchester, UK.

7. *Su B.* Trends of smarter protection for Smart Grid / *B. Su, Y. Li.* – AESIEAP-2009, CEO Conference, 15-16 October, 2009, Taiwan.

## **SMART GRID КАК ИННОВАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Каплун В.В., Козырский В.В.

***Аннотация*** - рассмотрены системы передачи, распределения и потребления электроэнергии с интегрированными современными цифровыми и информационными технологиями для повышения качества электрообеспечения и оптимизации электропотребления в режиме реального времени.

## **SMART GRID - INNOVATIVE PLATFORM DEVELOPMENT OF ELECTROENERGY SYSTEMS**

V. Kaplun, V. Kosirsky

### ***Summary***

**The systems of transmission, distributions and consumptions of electric power, are considered with the integrated modern digital and informative technologies for upgrading of электрообеспечения and optimization of electro-consumption real-time.**

УДК 534. 86: 621. 3. 029: 633. 11

## **ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ УВЧ ДІАПАЗОНУ НА ЕЛЕКТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСІННЯ**

Смердов А.А., д.т.н.,

Петровський О.М., інж.,

Волков С.І., к.хім.н.

*Полтавська державна аграрна академія*

Тел. (05322)2-29-81

**Анотація** – запропоновано методику визначення електричних властивостей насіння пшениці. З точки зору сучасних уявлень про структуру і властивості насіння пояснено зміну електричних характеристик під впливом електромагнітного поля. Показано зміну діелектричної проникності, активного опору, і тангенсу діелектричних втрат спричинених опроміненням насіння УВЧ полем.

**Ключові слова** – насіння, мембрана, потенціал, опромінення, опір, діелектрична проникливість, тангенс втрат.

*Постановка проблеми.* Передпосівна обробка насіння сільськогосподарських культур електромагнітними полями, зокрема полями УВЧ діапазону, приводить до збільшення схожості і енергії росту і, як наслідок, до підвищення урожайності [1-4]. Рання схожість рослин, після обробки насіння електромагнітними полями, зменшення часу вегетації, призводить до більш рівномірного розподілу, у часі, енергетичного завантаження і ресурсів виробництва, що є визначальним для виробничої ефективності. Збільшення схожості і енергії росту дозволяє зменшити норму висіву насіння, при чому врожайність сільськогосподарських культур по відношенню до контрольної партії, необробленого електромагнітними полями насіння, збільшується.

Механізм позитивного впливу опромінення електромагнітними полями на насіння поки що не з'ясовано. Тому визначення механізму впливу УВЧ опромінення на насіння є актуальною задачею.

Результат дії ультрависокочастотного електромагнітного поля на насіння залежить від електричних характеристик насіння. Крім того, вивчення зміни електричних характеристик після УВЧ – обробки насіння дає певні відомості, що до зміни обмінних процесів у насінні.

*Аналіз останніх досліджень.* Електричні властивості речовин характеризуються питомим опором і діелектричною проникливістю. Питомий опір визначає активні втрати в матеріалі під час проходження електричного струму. Що стосується діелектричної проникливості, то вона змінюється в залежності від частоти прикладеної змінної напруги. Така залежність має місце в діелектриках, де, крім електронної поляризації, існують інші види поляризації, зокрема дипольна.

Насіння зернових сільськогосподарських культур відноситься до біологічних об'єктів. Тканини біологічних об'єктів мають певні особливості, які стосуються їх електричних властивостей [5]. Активна електрична провідність біологічних тканин обумовлена, переважно, наявністю в тканинах води. Вода в тканинах знаходиться в міжклітинному середовищі і в самих клітинах [6]. Вільними носіями заряду є розчинені в цій воді іони, переважно  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  та ін. Концентрація іонів в воді така, що дії зарядів в ній компенсуються. Отже середовище всередині клітини і міжклітинне середовище є електрично нейтральне, а відповідно має лише активну складову опору. Таким чином, чим більший вміст води, тим більша провідність тканин і тим менший її активний опір.

В склад тканин входять біологічні мембрани клітин. Вони являють собою тонкі стінки, які складаються із двох шарів білку розділених шаром молекул ліпідів (жирів). Кожен такий шар має товщину близько 3,0 нм, а товщина всієї мембрани складає 9,0 нм.

Ліпід який поміщено на поверхню води буде розтікатися і товщина його шару може зменшуватися до товщини однієї молекули (моношар) [7]. В такому стані полярні головки ліпиду (гідрофільні) повернені до води, а неполярні «хвости» (гідрофобні) орієнтовані в протилежний бік. В принципі біологічна мембрана складається з двох шарів ліпиду (ліпідний бішар), які упорядковані таким чином, що полярні групи обернені до внутрішнього або міжклітинного водного середовища.

Гідрофобні шари утворюють внутрішню частину мембрани. Ця частина поводить себе як діелектрик (ізолятор). Мембранні білки – це дискретні утворення, які глибоко занурені в мембрану [8]. Транспортні білки, ті що приймають участь в переносі іонів, пронизують мембрану наскрізь. Вважається, що білки не закріплені в мембрані, а мають деяку свободу руху. Можна виділити два типи переносу іонів через мембрану. Перший вид, це так званий пасивний транспорт речовин (дифузія), другий вид, це активний транспорт речовин (робота іонних насосів). Оскільки іони несуть електричні заряди, а мембрана характеризується певною електричною ємністю, заряди накопичуються, що призводить до виникнення різниці потенціалів на мембрані (потенціалу дії). В той час, коли в тканинах здійснюються обмінні



процеси мембрани поляризовані. На внутрішній стороні мембрани накопичуються негативні заряди, а на зовнішній – позитивні. Різниця потенціалів між внутрішньоклітинним і міжклітинним простором складає  $-70$  мВ. Потенціал в міжклітинному середовищі вважається рівним нулю. Зауважимо, що надлишок зарядів з кожної сторони мембрани існує тільки на її поверхні, рідина з кожної сторони мембрани електрично нейтральна.

Так як мембрана дуже тонка, факт існування різниці потенціалів  $70$  мВ означає, що напруженість електричного поля всередині мембрани дуже велика і складає  $7,8 \cdot 10^6$  В/м. Хоча напруженість поля всередині мембрани дуже велика, необхідно відносно небагато іонів для її підтримання. Поляризація мембран здійснюється за рахунок переважно роботи іонних насосів (зокрема  $K^+ - Na^+$  – насоса).

Таким чином, поляризована мембрана з електричної точки зору являє собою плоский конденсатор із значним струмом витоку. Струм витоку існує за рахунок вбудованих в мембрану білків, що являють собою провідники, а також за рахунок пористості мембрани. Порушення біоенергетичних процесів в клітині і роботи  $K^+ - Na^+$  – АТФази призводить до зменшення мембранного потенціалу [6-8]. Порушення клітинної мембрани призводить до підвищення її проникності для всіх іонів. За рахунок зменшення проникності абсолютне значення мембранного потенціалу знижується. Для сильно пошкоджених клітин мембранний потенціал дуже малий, але все ж зберігається деякий від'ємний потенціал за рахунок вмісту в клітині поліаніонів – негативно заряджених білків, нуклеїнових кислот та інших великих молекул, що не можуть проникнути через мембрану. При повному руйнуванні мембрани мембранний потенціал зникає повністю, а відповідно таку тканину вважають мертвою.

Наявність у біологічних тканинах поляризованих мембран приводить до того, що крім активного опору біологічні тканини характеризуються ще і ємнісним опором. Взагалі опір біологічних тканин, внаслідок вищезгаданих причин, буде комплексним. Мембрану клітини можна представити в вигляді паралельно з'єднаних активного опору і ємності (реактивного ємнісного опору). Опори міжклітинного і внутрішньоклітинного середовища будуть мати тільки активну складову. При порушенні обмінних процесів і руйнації мембран ємнісна складова комплексного опору буде зменшуватись.

Останні дослідження свідчать про те, що різні впливи на насіння призводять до зміни його електричних параметрів. Проведені досліді з газорозрядної візуалізації ГРВ (метод Керліан) свідчать про збільшення світимості об'єкту (насіння) після впливу на нього інформаційними електромагнітними полями КВЧ діапазону [9]. Це пов'язано, перш за все, із збільшенням інтенсивності обмінних процесів.

Виявлено зміну іонного струму в клітинах насіння під впливом низько енергетичного електромагнітного поля КВЧ діапазону, що призводить до зміни мембранного транспорту, а відповідно і електричних властивостей оброблюваного насіння [10].

Порівняльна оцінка електричних властивостей чистого і зараженого рисовим довгоносоком зерна пшениці виявляє збільшення його діелектричної проникності, що свідчить про зниження обмінних процесів і погіршення якості насіння [11].

Таким чином аналіз свідчить про зміну електричних параметрів насіння під впливом різних зовнішніх факторів, а також виявляє доцільність подальших досліджень в цій галузі.

*Формулювання мети статті.* Метою роботи є визначення змін електричних параметрів насіння озимої пшениці після обробки електромагнітним полем ультрависокочастотного (УВЧ) діапазону. Теоретична інтерпретація одержаних результатів з урахуванням структури і властивостей насіння.

*Основна частина.* Визначення електричних характеристик насипного насіння озимої пшениці проводили за допомогою вимірювача добротності (Q-метра) Е-4-4. Діапазон частот генератора цього приладу знаходиться в межах від 50кГц до 35МГц. Вимірювання проводились на частотах 3,6,9,12МГц. Використовувався метод розстроювання ємності. Насіння насипали у вимірювальну комірку в якій знаходилися дві паралельні металеві пластинки, що утворювали плоский конденсатор. Діелектриком такого конденсатора виступало насипане в комірку насіння. Для вимірів застосовували котушки з попередньо визначеними значеннями індуктивності і добротності.

Вимірювали характеристики необробленого насіння (контрольна партія) і насіння оброблене електромагнітним полем УВЧ діапазону. Опромінення УВЧ полем проводили на частоті 27,12МГц за допомогою апарата УВЧ-60 Мед ТеКо. Потужність опромінення складала 60Вт, а тривалість обробки 5хв.

Для обробки насіння УВЧ полем і для вимірювання його електричних характеристик використовувалося не зволене насіння, його вологість складала приблизно 5%.

За допомогою Q метра вимірювали комплексний опір, тобто активну і ємнісну складові опору. Для визначення цих характеристик використовували паралельну схему з'єднання ємності і активного опору. Це дозволило розрахувати діелектричну проникливість і питомий опір насипного насіння за формулами:

$$\varepsilon = \frac{C}{C_0}, \quad (1)$$

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l}, \quad (2)$$

де  $\varepsilon$  – діелектрична проникливість;  
 $C_0$  – ємність вимірювальної комірки, пФ;  
 $C$  – ємність комірки з насінням, пФ;  
 $\rho$  – питомий опір насипного насіння, Ом·м;  
 $R$  – визначене значення активного опору при паралельному з'єднанні ємності і опору, Ом;  
 $S$  – площа електродів вимірювальної комірки, м<sup>2</sup>;  
 $l$  – відстань між електродами, м.

Експериментальні результати визначення діелектричної проникливості, активного опору і тангенса діелектричних втрат для неопроміненого і опроміненого насіння наведені на рисунках 1–3.

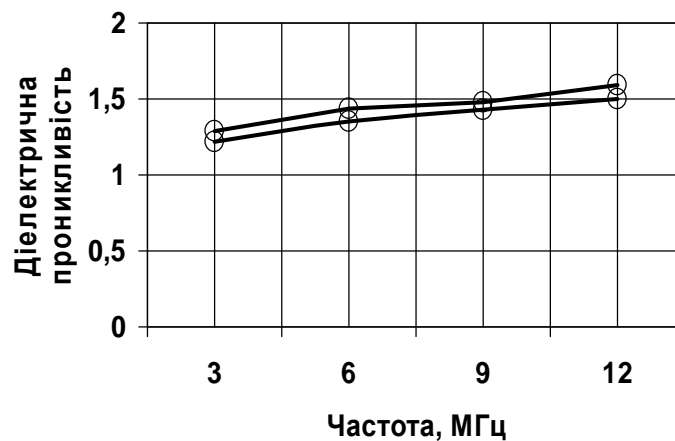


Рис.1. Залежність діелектричної проникливості опроміненого (нижня крива) і неопроміненого (верхня крива) зерна пшениці від частоти.

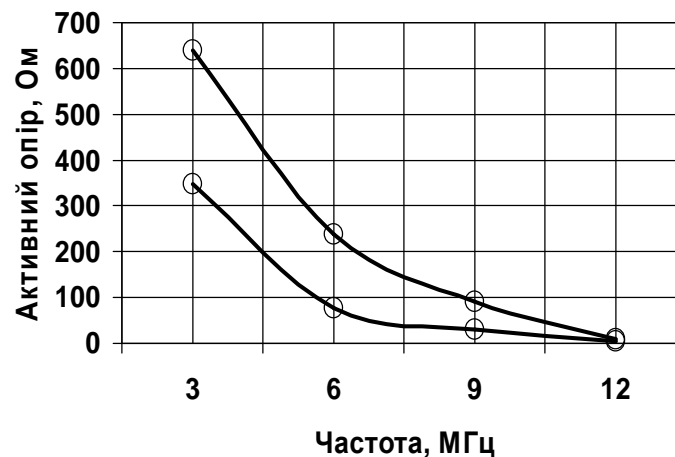


Рис.2. Залежність активного опору опроміненого (нижня крива) і неопроміненого (верхня крива) насіння від частоти.

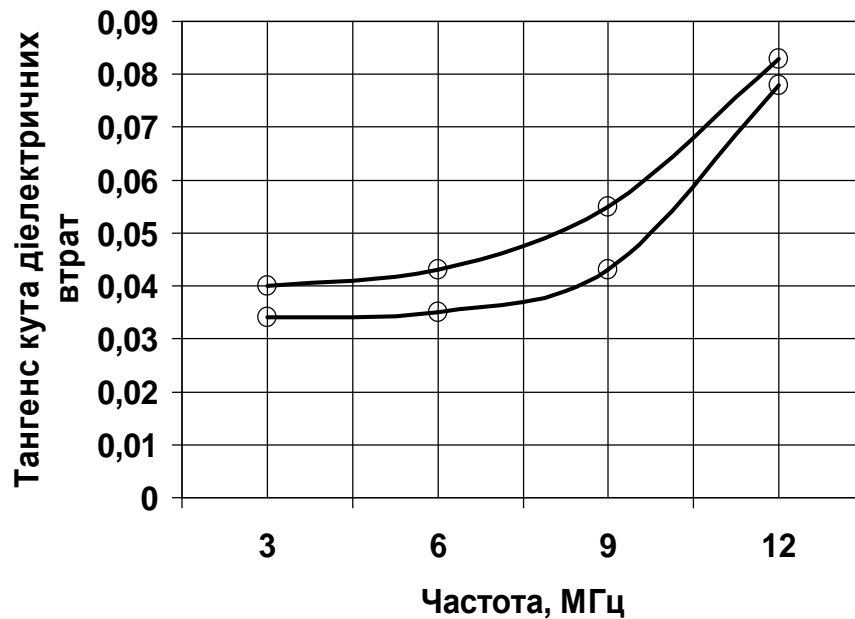


Рис.3. Залежність тангенса діелектричних втрат опроміненого (верхня крива) і неопроміненого (нижня крива) насіння від частоти.

З наведених результатів видно, що обробка насіння полем УВЧ впливає на його електричні характеристики. Слід зазначити, що в досліді використовувалося сухе насіння, тобто насіння яке спеціально не зволожували. Внаслідок цього ємнісна складова комплексного опору значно перевищує його активну складову і дозволяє, в даному випадку, вважати зерно діелектриком. Іншою особливістю є те, що зерно не можна представити у вигляді однорідного діелектрика в якому відбувається тільки один з відомих видів поляризації (електронна, дипольна, об'ємно-зарядна) [12]. В склад зерна входять біологічні мембрани, стан яких суттєво впливає на електричні властивості. Степінь поляризації мембран певним чином змінюється при дії будь яких зовнішніх подразників [12].

Із збільшенням частоти активні втрати збільшуються внаслідок того, що іони частіше вимушені робити перескоки через мембрану на що витрачається більша енергія. Цей висновок підтверджується результатами виміру активного опору і тангенса кута діелектричних втрат.

Опромінене насіння характеризується меншим значенням активного опору для паралельної схеми вимірювання, що на нашу думку пов'язано із збільшенням проникливості мембран після опромінення зерна полем УВЧ. Можливо певне значення, в даному випадку, відіграють прояви стохастичного резонансу [13].

*Висновки.* Встановлено, що обробка насіння пшениці електромагнітним полем УВЧ діапазону впливає на його електричні характеристики: діелектричну проникність, активний опір, тангенс діелектричних

них втрат. Одержані результати можна пояснити зміною проникливості мембран після опромінення.

#### Література

1. Интенсификация тепловых процессов подготовки семян к посеву энергией ВЧ и СВЧ : рекомендации. – М. : Агропромиздат, 1989. – 40 с.
2. Черепнев А.С. Методологические аспекты предпосевной подготовки сельскохозяйственных культур, включающей их обработку электромагнитным полем / А.С. Черепнев, Е.В. Журенко // Вісник ХДТУСГ. – Харків, 2000. – С.211-214.
3. Мараквелидзе М.А. Результаты производственных испытаний предпосевной обработки семян в поле коронного разряда / М.А. Мараквелидзе, М.И. Гольдбаум, З.Р. Одикадзе // Сб. науч. тр. ЧИМЭСХ. – Челябинск : ЧИМЭСХ., 1977. - №121. – С.104-106.
4. Черенков А.Д. Применение информационных электромагнитных полей в технологических процессах сельского хозяйства / А.Д. Черенков, Н.Г. Косуліна // Світлотехніка та електроенергетика. Міжнародний науково-технічний журнал. – Харків : ХНАМГ, 2005. - №5. – С. 77-80.
5. Данович К.Н. Физиология семян / К.Н. Данович, А.М. Соболев, Л.П. Жданова, И.Э. Илли [и др.]. – М. : Наука, 1982. – 318 с.
6. Посудін Ю.І. Біофізика / Ю.І. Посудін. – К. : Урожай, 1995. – 222 с.
7. Мэрион Дж. Б. Общая фізика с биологическими примерами: Пер. с англ. / Дж. Б. Мэрион ; под ред А.Д. Суханова. – М. : Высшая школа, 1986. – 623 с.
8. Максимов Г.Б. Изучение роли АТФаз в регуляции ионного транспорта / Г.Б. Максимов, А.Ю. Батов ; под ред. В.А. Опритова // Биоэлектрическая активность и мембранный транспорт у растений : межвузовский тематический сборник научных трудов. – Горький : ГГУ, 1988. - С52-56.
9. Косуліна Н.Г. Науково-технічні основи побудови інформаційних електромагнітних технологій підвищення продуктивності біооб'єктів рослинництва : автореф. дис. док. техн. наук: 05.09.16 / Наталія Геннадіївна Косуліна ; Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2007. – 40 с.
10. Никифорова Л.Є. Низькоенергетичні електромагнітні технології для активізації насіння тепличних культур : автореф. дис. док. техн. наук: 05.11.17 / Лариса Євгенівна Никифорова ; Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2009. – 40 с.

11. *Федюшко Ю.М.* Исследование диэлектрической спектроскопии биообъектов на импульсном рефрактометре пикосекундного диапазона / *Ю.М. Федюшко, А.Д. Черенков* // Энергосбережение энергетика энергоаудит. Общегосударственный научно-производственный и информационный журнал. – Харьков : ООО «СВЭКО», 2009. – №1. – С.17-19.

12. *Дроздов Н.Г.* Электроматериаловедение / *Н.Г. Дроздов, Н.В. Никулин.* – М. : Высшая школа, 1968. – 310 с.

13. *Иванов И.* Особенный резонанс / *И. Иванов* // Открытия и гипотезы. – М. : 2008. – №7. – С. 24-27.

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ УВЧ ДИАПАЗОНА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕМЯН**

Смердов А.А., Петровський А. Н., Волков С.И.

**Аннотация** - предложена методика определения электрических свойств семян пшеницы. С точки зрения современных представлений о структуре и свойствах семян обосновано изменение электрических характеристик под воздействием электромагнитного поля. Показано изменение диэлектрической проницаемости, активного сопротивления, и тангенса диэлектрических потерь вызванных облучением семян УВЧ полем.

## **EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS UHF ON THE ELECTRICAL CHARACTERISTICS SEEDS**

A. Smerdov, A. Petrovskiy, S. Volkov

### *Summary*

The proposed method of determining the electric FIR properties of wheat seeds. From the perspective of contemporary representations of the structure and properties of the seeds justified the change of electrical characteristics under the influence of the electromagnetic field. The change of dielectric constant, resistance and dielectric loss tangent of radiation-induced seed UHF field.

УДК 311.2:633.843:635.649

## **ПОШУК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДОРОбКИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ НАСІННЄВОЇ МАСИ ДИНИ ТА ОГІРКА**

Пастушенко С.І., д.т.н.,

*Херсонський державний аграрний університет*

Огієнко М.М., інж.

*Миколаївський державний аграрний університет*

Тел. +38(0552) – 41-49-50

**Анотація** – викладено результати проведення аналізу технічного забезпечення процесів доробки технологічної насінневої маси, який проведено з метою найбільш раціонального способу реалізації цих процесів для виділення насіння огірка та дини.

**Ключові слова** - класифікація обладнання, способи доробки, насіння огірка, в'язкість середовища, робочі органи.

*Постановка проблеми.* Для отримання високоякісного насінневого матеріалу в технологічному комплексі повинно бути задіяне обладнання, що відповідатиме вимогам до якості кінцевого матеріалу. Відсутність спеціалізованого устаткування створює необхідність удосконалення існуючих і розробки нових сучасних комплексів машин та обладнання для виділення насіння та доробки технологічної маси насінників.

*Аналіз останніх досліджень.* Аналіз відомих наукових розробок, а також вивчення передового досвіду, говорить про те, що існуюче технологічне обладнання ліній виділення і доробки насіння овоче-баштанних культур не задовольняє вимогам сьогодення.

*Формулювання мети статті.* Постійна увага до покращення рівня технічного забезпечення галузі, дозволить досягти позитивних результатів щодо створення системи машин для насінництва.

*Основна частина.* Для доробки технологічної насінневої маси овоче-баштанних культур (розділення її основних компонентів та виділення кондиційного насіння) застосовують обладнання з використанням різних способів доробки, вибір якого залежить від стану та виду компонентів в подрібненій масі: кірки і крупних частинок, частинок рівних за розміром з насінням, частинок менших за насіння, а також наявності соку. Нами був проведений аналіз існуючих способів виконання такої тех-

нологічної операції, основні з яких: пневматичний, механічний та гідравлічний. За результатами досліджень сформовано кваліфікаційну схему, що представлена на рис.1. Кожен з цих способів реалізується відповідним типом обладнання за допомогою якого відбувається доочищення та до виділення залишків насіння різних овоче-баштанних культур, в тому числі дині та огірка.

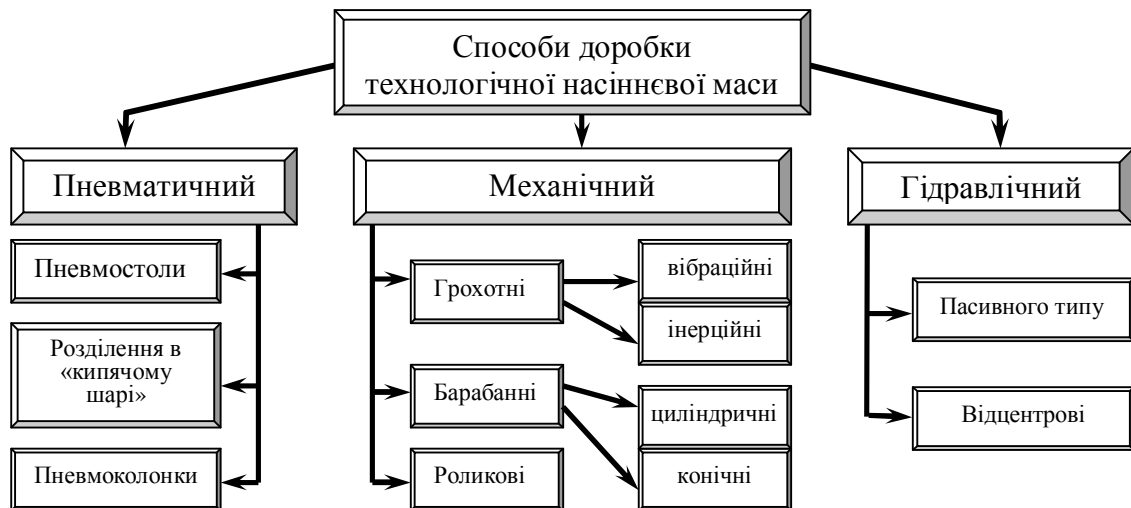


Рис.1. Класифікаційна схема обладнання для доробки технологічної насінневої маси овоче-баштанних культур.

Одним з найпростіших пневматичних сепараторів є аспіраційна колонка, принципова схема роботи якої зображена на рис. 2.

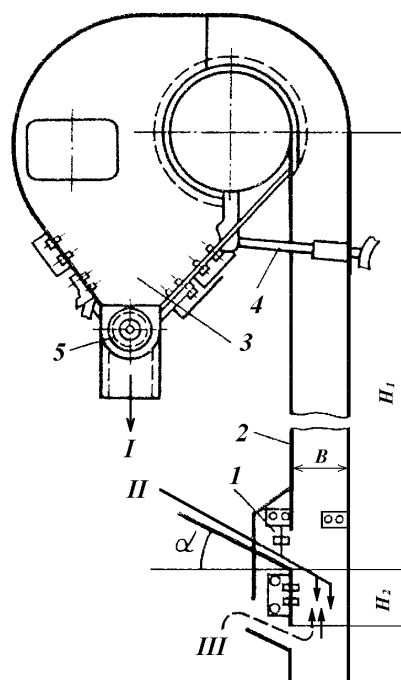


Рис. 2. Пневмосепаруючий канал.



Технологічний процес очищення насіння здійснюється наступним чином. Неочищений насіннєвий матеріал *II* подається через приймально-розподільний пристрій 1 у пневмосепаруючий канал 2, де на нього діє повітряний потік *III*. За рахунок різниці аеродинамічних властивостей насіння та домішків відбувається сепарація. Насіння по каналу 2 падає вниз, а домішки *I* силою повітряного потоку через пневмосепаруючий канал видаляються в камеру осідання 3, звідки шнеком 5 відбувається їх транспортування із робочої зони.

Ефективність очистки *E* (%) насіння оцінюють відношенням маси домішок, видалених із насіннєвої суміші, до маси домішок, що знаходилися у початковій суміші і які можна відділити повітряним потоком. При цьому використовують формулу для підрахунків

$$E = \frac{A(1 - a/100)}{B} 100, \quad (1)$$

де *A* – маса відходів, кг;

*a* – склад повноцінного насіння у відходах, % від їх маси;

*B* – маса домішок у початковій суміші, які можна відділити повітряним потоком, кг.

Значний вплив на ефективність пневмосепарації в аспіраційних колонах на думку А.Б. Демського, М.А. Борискіна, В.Ф. Веденєва чинять фактори: питоме навантаження на канал *q*; швидкість повітряного потоку *V<sub>B</sub>* (м/с); ширина каналу *B* (мм). Для реальних режимів сепарації ці фактори пов'язані з ефективністю пневмосепарації залежністю

$$\eta = 0,5018 - 0,0031 \cdot q + 0,0613 \cdot V_B + 0,0008 \cdot B, \quad (2)$$

де  $\eta$  – показник, що застосовується, якщо ефективність пневмосепарації розраховується не у відсотках, а в частках від одиниці.

На думку А.В. Дуракова [1] більшість обладнання з пневматичним способом розділення мас (пневмостоли, розділення в «кипячому шарі») застосовується, як правило, для очищення злаків і круп'яних культур, оскільки різниця показників аеродинамічних властивостей насіння і домішків є суттєвою.

В овочівництві за рахунок високої вологості (45...55%) неочищеної насіннєвої суміші, домішки не суттєво відрізняються за своїми аеродинамічними властивостями від насіння, і утворюють з ним нероздільні сполучення, що унеможливує використання пневматичного способу дробки технологічної насіннєвої маси.

Більш універсальним обладнанням для дробки технологічної насіннєвої маси є машини з механічним принципом роботи. Наукові

дослідження присвячені їх розробці та удосконаленню проводяться багатьма науковими школами як в Україні, так і за її межами.

Проблеми очищення зернових сумішей за допомогою вібраційної сепарації досліджуються у Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. П.М. Василенка. Їх вирішенню присвячені наукові праці П.М. Заїки, Л.М. Тіщенко, А.І. Завгороднього, Г.Е. Мазнева та інших [2, 3].

Теоретичні дослідження П.М. Заїки в більшості своїй зведені до вирішення двох основних напрямків задач використання ефекту вібраційного переміщення в теорії та практиці вібросепарації [2]. До першого напрямку задач відноситься визначення кінематичного режиму руху решета вібраційної насінноочисної машини, оптимального з точки зору просіювання прохідного компонента насінного матеріалу, де кінематичні режими описуються середньою швидкістю вібраційного переміщення частинки  $V_{cp}$  по узагальненій формулі

$$V_{cp} = A \cdot \omega \cdot \cos \beta \cdot \cos \varepsilon \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{\varepsilon \cdot Z}{\sin \varepsilon} \right)^2} \left( \frac{2}{\pi} f \cdot \operatorname{tg} \beta (\operatorname{tg} \varepsilon - \varepsilon + \pi/2) - 1 \right), \quad (3)$$

де  $A$  – амплітуда прямолінійних гармонічних коливань площини;  
 $\omega$  – кругова частота коливання площини;  
 $\beta$  – кут нахилу траєкторії коливань площини;  
 $\varepsilon$  – напіввізниця фазових кутів;  
 $f$  – коефіцієнт тертя ковзання частинки по площині.

Другий напрямок задач відноситься до пошуку ознак можливості розподілу насінних матеріалів по комплексу фізико-механічних властивостей. Де найкращим слід вважати такий матеріал, при дослідженні якого має місце найбільша різниця в граничних кутах підйому компонентів насіння

$$\Delta a_{i \text{ np}} = a_{i \text{ np max}} - a_{i \text{ np min}}, \quad (4)$$

де  $a_{i \text{ np max}}$ ,  $a_{i \text{ np min}}$  – максимальний та мінімальний кут підйому компонентів насінного матеріалу.

Питаннями очищення насіння овоче-баштанних культур за допомогою механічних сепараторів присвячені праці І.Ф. Анісімова, Н.М. Лисенка, Е.С. Демидова, К.М. Климова та інших, дослідження яких проводилися на теренах Молдавського науково-дослідного інституту зрошувального землеробства і овочівництва НПО «Дністер». В основному це роботи присвячені сепарації насіння овоче-баштанних культур на циліндричних та конічних сепараторах механічного типу з

використанням водного потоку [4].

Серед поширених агрегатів в яких реалізовується механічний спосіб сепарації подрібненої маси овочевих культур є циліндричні та конічні сепаратори, робочі органи яких зображено на рис. 3.

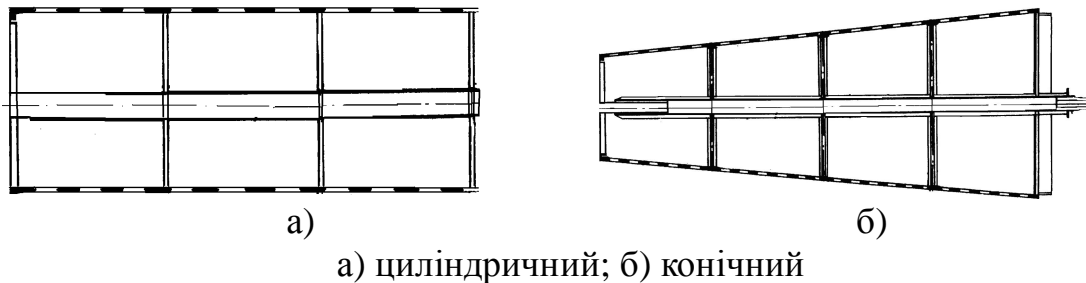


Рис. 3. Робочі органи барабанних сепараторів.

Проаналізувавши роботу цих сепараторів відмітимо, що використання циліндричного робочого органу є більш ефективним, в порівнянні з конічним, за рахунок збільшення величини автоколивань оброблюваної маси, які покращують якість відділення насіння від кірки і забезпечуються постійним діаметром по довжині барабана.

Обґрунтуванню теоретичних процесів руху насінної маси в циліндричних барабанах на внутрішній та зовнішній поверхні присвячені праці М.Я. Резніченка [5]. Ним вирішені питання руху насінної маси по циліндричній поверхні барабану від моменту попадання до моменту видалення насіння. Отримано основну диференціальну залежність по визначенню абсолютного руху точки (насінини), яку представлено в такому узагальненому вигляді

$$k = \frac{6f}{1+4f^2} \sin(\pm\alpha) + \frac{2(1-2f^2)}{1+4f^2} \cos(\pm\alpha) + c \cdot e^{2f(\pm\alpha)}, \quad (5)$$

де  $f$  – приведений коефіцієнт тертя;

$c$  – постійна інтегрування, яка залежить від початкових умов руху;

$e$  – основа натуральних логарифмів;

$\alpha$  – кут, який визначає положення точки у момент дослідження, рад.

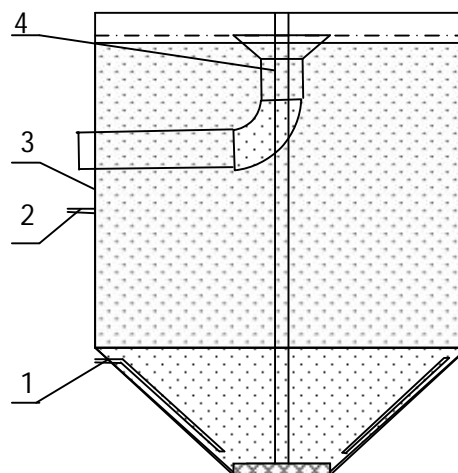
Серед сепараторів механічного способу дії роторні сепаратори мають ряд практичних переваг у порівнянні з вібраційними (горизонтально-гойдаючимися) при отриманні насіння овоче-баштанних культур, основна з яких – відсутність залипання отворів поверхні просіювання. Ковзання подрібненої маси в площині обертання (або близько до неї) з одночасним переміщенням її вздовж осі обертання забезпечує постійне очищення отворів решета. Друга важлива перевага – безшу-

мність роботи та тихохідність. Частота обертання ротора не перевищує 4 рад/с. Мала швидкість обертання, відсутність знакозмінних навантажень забезпечує довговічність їхньої роботи та низьку енергоємність.

Типовою реалізацією гідравлічного способу доробки технологічної насінневої маси є машина з робочими органами (рис. 4) які забезпечують якісний процес відділення насіння в складному рідкому середовищі.

Сепаратор, як невід'ємна частина будь-якої машини і поточної лінії для виділення насіння баштанних культур, є головним вузлом, що визначає продуктивність та величину втрат насіння.

Гідравлічна сепарація в класификаторах, чи як їх часто називають, в пристроях для мийки насіння, основана на різниці об'ємних мас насіння та відходів і використовується як проміжна операція в процесі доробки щойно виділеного насіння.



1 – барботер; 2 – форсунка для подачі води; 3 – смітник;  
4 – зливна воронка.

Рис. 4. Схема розміщення робочих органів гідросепаратора.

Для дослідження процесів, що протікають у гідросепараторах проводиться дослідження в'язкості складного рідкого середовища, процесу барботації, кавітації та флотації, які мають найбільший вплив на якісні та кількісні показники роботи машин.

В'язкість обумовлює появу сил опору, які називаються силами внутрішнього тертя або просто силами в'язкості. При ламінарному перебігу рідини (стіканню шарами) сила внутрішнього тертя в роботах Дж. Хаппеля та Г. Бренера [6] пропорційна градієнту швидкості в напрямлені перпендикулярному шару

$$f = \eta \cdot \text{grad } u, \quad (6)$$

де  $f$  – сила, віднесена до одиниці площі шару;

$u$  – швидкість рідини;

$\eta$  – коефіцієнт пропорційності (динамічна в'язкість).

Коефіцієнт динамічної в'язкості  $\eta$  визначає швидкість передачі імпульсу від одного шару іншому. В.І. Трофимов визначає швидкість вирівнювання прискорення потоку коефіцієнтом кінематичної в'язкості [7]

$$v = \frac{\eta}{\rho}, \quad (7)$$

де  $\rho$  – густина рідини.

Густина середовища, що складається з  $n$  компонентів визначається співвідношенням Л. Прандтля [8]

$$\rho = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \rho_i, \quad (8)$$

де  $\varepsilon_i$  – відносний вміст компоненту;

$\rho_i$  – густина компоненту;

$i$  – номер компоненту.

В сьогоднішні не існує аналітичних співвідношень, що визначають в'язкість складного середовища, їх можна визначати лише експериментально.

В.Я. Шкадов, З.Д. Запранов підрозділяють методи вимірювання в'язкості на дві групи: стаціонарні (капілярного витікання, циліндрів, що обертаються, падаючої кульки); нестаціонарні (методи, засновані на дослідженні крутильних коливань системи; вібраційний метод).

Найбільш простим для вимірювання в'язкості складних рідких середовищ є метод падаючої кульки. Звичайно цей метод застосовується для прозорих і досить в'язких середовищ. Він заснований на дослідженні падіння кульки радіусу  $a_0$  в рідині, поміщеній в циліндричну скляну посудину радіусу  $R$  і висоти  $H$ . При ламінарному обтіканні сферичного тіла в'язкою рідиною сила опору руху кульки визначається законом Стокса [9]

$$F = 6\pi a_0 u \eta. \quad (9)$$

Із зростанням швидкості падіння кульки (збільшенням числа  $Re$ ) сила опору за твердженням Л.Д. Ландау і Е.М. Лифшица визначається рівнянням [10]

$$F = c \cdot w \cdot \rho \frac{u^2}{2}, \quad (10)$$

де  $c$  – коефіцієнт опору, залежний від числа  $Re$ ;

$w$  – площа поперечного перетину тіла. (Для кульки  $w = \pi a^2$ ).

Проте практичне використання методу вимагає попереднього теоретичного дослідження, пов'язаного з визначенням закону опору (9), (10) і з виходом на стаціонарний режим падіння з постійною швидкістю  $u = u_0 = const$ . Дослідження падіння кульки в даному випадку має додаткове значення, пов'язане з моделюванням падіння насіння в рідкому середовищі.

Таким чином, метод падіння кульки в рідкому середовищі, з одного боку, є методом визначення в'язкості складного середовища, а з іншого боку, являється модельним завданням падіння насіння дині (огірка).

Аналізуючи гідравлічний спосіб можна стверджувати, що він повинен використовуватися для завершальної технологічної операції доробки – відмивання насіння. З метою інтенсифікації і підвищення якості процесу доробки технологічної маси овоче-баштанних культур потрібно комбінувати різні способи сепарації, наприклад гідравлічний і пневматичний. При цьому робочі органи, що реалізують пневматичний спосіб доробки забезпечують інтенсивне тертя шарів рідини за рахунок барботації, що дає можливість прискорити розмивання слизу і желатиноподібної плівки до стану клітковини і соку, та забезпечити найкращу очистку насіння. Власне барботування включає три стадії: утворення бульбашок барботерами, спливання бульбашок, механічне перемішування рідини і складових, що знаходяться в ній. До явищ, супроводжуваних барботування, відносяться кавітація і флотація [11].

*Висновки.* На підставі аналізу літературних джерел та проведеного огляду існуючих способів доробки технологічної насінневої маси овоче-баштанних культур можна зробити висновок, що зважаючи на фізико-механічні властивості та вологість оброблюємої маси, найбільш перспективним рішенням проблеми підвищення якості та повноти виділення насіння дині і огірка є комплексний підхід, що реалізує обладнання з механічним способом сепарації (для довиділення залишків насіння з технологічної маси, яка раніше надходила на утилізацію), а також комбінованим гідро-пневматичним способом сепарації (для підвищення якості відмивання насіння та відокремлення некондиційних насінин).

Механічний спосіб доробки за допомогою циліндричного роторного сепаратора дає можливість найбільш раціонально використати інерційні властивості подрібненої кірки із залишками насіння, а його

енергетична ефективність може бути підсилена шляхом відповідного нахилу осі сепаратора до горизонту, що дозволяє мінімізувати енергетичні витрати на переміщення технологічної маси.

Комбінація гідравлічного та пневматичного способів сепарації насіння дозволить по-перше, забезпечити відділення насіння від мезги, соку та інших включень за рахунок різниці їх об'ємних мас, по-друге, відділити повноцінне насіння що має більшу щільність ніж технологічна рідина та занурюється у нижній шар сепаратора, від відходів які піднімаються у верхній шар та видаляються крізь зливну воронку, по-третє, покращити відмивання насіння від слизу і желеподібної плівки за рахунок інтенсифікації тертя шарів рідини під час продувки крізь неї повітряного потоку.

#### Література

1. *Медведев В. П.* Механизация производства семян овощных и бахчевых культур / *В. П. Медведев, А. В. Дураков.* – М. : Агропромиздат, 1985. – 320 с.
2. *Заика П. М.* Движение семян на рабочей плоскости вибрационной семяочистительной машины при наличии ударов и полетов / *П. М. Заика, Ю. А. Манчинский* // Вопросы механизации сельского хозяйства : сб. науч. тр. – Х. : ХГТУСХ, 1996. – С. 47–53.
3. *Тищенко Л. Н.* К исследованию динамики зернового потока на внутренней поверхности вертикального цилиндрического виброцентробежного решета / *Л. Н. Тищенко* // Сучасні проблеми землеробської механіки : матеріали 3-ї наук. практ. конф. – Миколаїв : МДАУ, 2002. – Т. 2. – С. 144–154.
4. *Анисимов И.Ф.* Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур / *И.Ф. Анисимов.* - Киш. : Штиинца, 1987.
5. *Резниченко М. Я.* Цилиндрические барабаны зерноочистительных машин / *М. Я. Резниченко.* – М. : Машиностроение, 1964. – 215 с.
6. *Хаппель Дж.* Гидродинамика при малых числах Рейнольдса / *Дж. Хаппель, Г. Бренер* ; пер. с англ. – М. : Мир, 1976. – 630 с.
7. *Трофимова В. И.* Курс физики : учеб. пособ. для вузов / *В. И. Трофимов.* – 5-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 1998. – 542 с.
8. *Прандтль Л.* Гидроаэромеханика / *Л. Прандтль* ; пер. с нем. – М., 1949.
9. *Алтиуль А. Д.* Гидравлика и аэродинамика / *А. Д. Алтиуль, П. Г. Киселев.* – М. : Стройиздат, 1965. – 274 с.
10. *Ландау Л. Д.* Гидродинамика / *Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц.* – М. : Наука, 1886. – 736 с.
11. *Чичинадзе А. В.* Основы трибологии : учебник для техн. ву-

зов / А. В. Чичинадзе. – М. : Машиностроение, 2001.

**ПОИСК ЭНЕРГОЭФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ДОРАБОТКИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕМЕННОЙ МАССЫ ДЫНИ  
И ОГУРЦА**

Пастушенко С. И., Огиенко Н. Н.

*Аннотация* - изложены результаты проведения анализа технического обеспечения процессов доработки технологической семенной массы, проведенного с целью наиболее рационального способа реализации этих процессов для выделения семян огурца и дыни.

**ENERGY-EFFICIENT SOLUTIONS SEARCH TECHNICAL  
SUPPORT TECHNOLOGICAL PROCESSES MODIFICATION  
SEED WEIGHT MELONS AND CUCUMBERS**

S. Pastushenko, N. Ogienko

*Summary*

The results of the analysis of procurement processes of the technological portfolio of seed mass, which conducted the most efficient way to implement these processes for the selection of seeds of cucumber and melon.



УДК 621.316

## ОСОБЛИВОСТІ ГОРІННЯ І ГАСІННЯ ДУГИ ЗМІННОГО СТРУМУ

Коханівський С.П., к.т.н.,

Радько І.П., к.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Тел. (044) 527-87-36

**Анотація** - розглянуто фізіологічні процеси, що відбуваються в електричних контактах під час їх розмикання та замикання. Проведено розрахунок потужності та енергії, яка виділяється в дузі.

**Ключові слова** - дуга, контакти, напруга, електричний струм.

*Постановка проблеми.* Вивчення фізичних процесів, які відбуваються при горінні і гасінні дуги має велике прикладне значення. Від повноти їх розуміння залежить ефективна робота контактів – основи більшості електричних апаратів.

*Аналіз останніх досліджень.* Існуючі наукові дослідження недостатньо розкривають механізм горіння і гасіння дуги. Фактори які впливають на данні процеси розглядаються окремо [1-4].

*Метою дослідження* є визначення енергії дуги в контактах, особливості її горіння та гасіння.

*Основна частина.* Опір дуги  $R_d$  незалежно від роду струму можна вважати чисто активним. Він є величиною змінною, яка зменшується з ростом струму, і може бути визначений з вольт-амперної характеристики дуги. Опір дуги

$$R_d = \frac{U_d}{i} \quad (1)$$

Потужність електричної дуги

$$P_d = U_d \cdot I \quad (2)$$

Енергія, що виділяється в дузі за час  $t_r$  її горіння

$$W_d = \int_0^{t_g} U_d \cdot i \cdot dt \quad (3)$$

Для комутаційних електричних апаратів суттєве значення має визначення значення цієї енергії за один цикл вимикання. Підставивши в (3) значення  $U_d$ , одержимо для дуги постійного струму

$$W_{\bar{a}} = \int_0^{t_2} R(I_0 - i)dt + \int_{t_0}^0 L \cdot i \cdot dt = L \frac{I_0^2}{2} + \int_0^{t_2} R(I_0 - i)dt = W_m + W_z, \quad (4)$$

де  $W_m = L \frac{I_0^2}{2}$  - згенерована енергія магнітного поля кола, що вимикається;

$W_z = \int_0^{t_2} R(I_0 - i)dt$  - енергія, що надходить від генератора в дугу за

час її горіння;  $I_0 = \frac{U}{R}$  - початкове значення струму.

Таким чином, незалежно від способу гасіння дуги постійного струму в ній виділяється енергія, яка була згенерована в магнітному полі кола, що вимикається, плюс ще якась частинка енергії, що надійде від генератора за час горіння дуги (у дузі, що горить стало, вся енергія, яка виділяється в ній, надходить від генератора).

Зміна струму в дузі при вимиканні кола може бути охарактеризована таким емпіричним виразом

$$i = \left[ 1 - \left( \frac{t}{t_f} \right)^n \right],$$

де  $t_f$  - час гасіння;  $t$  - поточна координата;  $n$  - деяка стала для даних умов величина. Графічно рівняння (5) подано множиною кривих на рис. 1,а. Для дугогасильних пристроїв із вузькими щілинами і для закритих дугогасильних пристроїв, а також при значних індуктивностях  $n > 1$  (порядку 2 - 4). Для відкритих дугогасильних пристроїв і при активному навантаженні  $n < 1$ .

Підставивши (5) у вираз для  $W_T$ , отримаємо

$$W_{\bar{a}} = K \cdot R \cdot I_0^2 \cdot t_{\bar{a}} = L \cdot I_0^2 \cdot K \frac{t_{\bar{a}}}{T}, \quad (6)$$

де  $K = \frac{n}{2n^2 + 3n + 1}$ ,  $T = L/R$  - стала часу кола, яке вимикається.

Криву, яка характеризує залежність  $k=f(n)$ , наведено на рис. 1, б. Енергія, що надходить у дугу від генератора, пропорційна часу горіння і залежить від коефіцієнта  $k$ , який характеризує певною мірою дугогасильний пристрій. Максимальна кількість енергії виділиться в дузі при зміні струму за законом, який близький до лінійного. При цьому

$K = 0,167$ , а струм у колі за час вимикання змінюється за лінійним законом:

$$i = I_0 \left(1 - \frac{t}{t_a}\right).$$

Таким чином, енергія, яка виділяється в дузі при вимиканні електричного кола постійного струму

$$W_{\bar{a}} = W_i + W_{\bar{a}} = L \cdot I_0^2 \left(1 + 2K \frac{t_a}{T}\right). \quad (7)$$

У дузі змінного струму, якщо гасіння відбувається в момент переходу струму через нуль, виділиться енергія

$$W_{\bar{a}} = \left(\frac{1}{\pi f} I_m U_{\bar{a}}\right)^m,$$

де  $f$ — частота;  $I_m$ — струм;  $U_{\bar{a}}$ — падіння напруги на дузі;  $t$ — кількість напівперіодів горіння дуги.

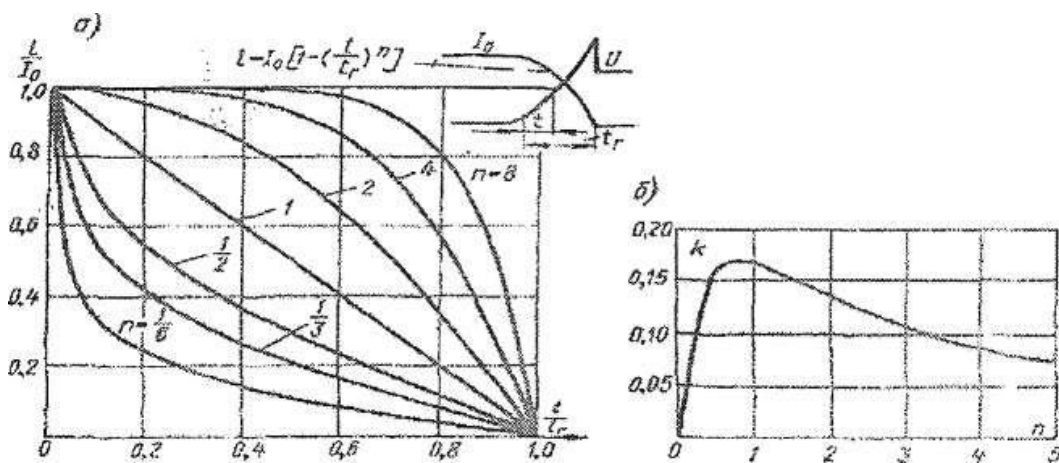


Рис. 1. Зміна струму у дузі: а – графічна інтерполяція горіння; б – залежність  $k=f(n)$ .

Енергія  $L \frac{I_0^2}{2}$  магнітного поля електричного кола, яке вимикається, повертається в генератор. Мінімальна кількість енергії у дузі виділиться, якщо дуга погасне при першому проходженні струму через нуль ( $m=1$ ). Якщо дуга почне гаснути раніше природного переходу струму через нуль, то частина енергії  $L \frac{I_0^2}{2}$  не встигне повернутися в генератор і виділиться в дузі.

Особливості горіння і гасіння дуги змінного струму. Якщо для

гасіння дуги постійного струму необхідно створити такі умови, при яких струм впав би до нуля, то при змінному струмові незалежно від ступеня іонізації дугового проміжку струм у дузі переходить через нуль кожний напівперіод. Тобто, кожний напівперіод дуга гасне і запалюється знову. Задача гасіння дуги дещо полегшується. Тому для ефективного гасіння дуги необхідно створити умови, при яких струм не відновився б після проходження через природний нуль.

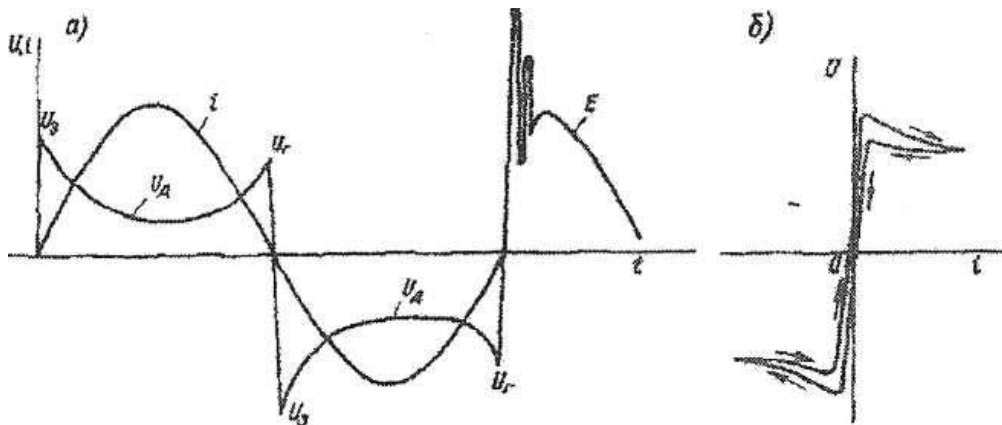


Рис. 2. Характеристики дуги змінного струму.

На рис. 2 а наведено криві зміни струму і напруги на дуговому проміжку при змінному струмові. В момент появи струму в електричній ланці має місце різке наростання напруги  $U_3$ , (напруга запалювання). Із збільшенням струму падіння напруги на дузі зменшується і досягає мінімуму при максимальному струмові (при амплітудному значенні). Згодом напруга на дузі знову зростає і досягає значення напруги згасання  $U_r$  в момент, коли струм в колі досягає свого нульового значення.

Вольт-амперну характеристику дуги змінного струму за період наведено на. рис.2, б. Напруга запалювання дуги залежить від амплітуди струму і при великих струмах вона є величиною незначною.

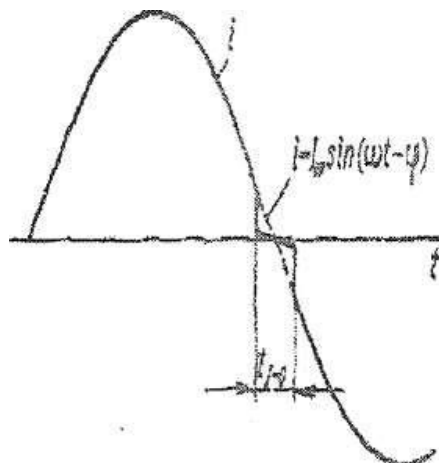


Рис. 3. Перехід струму через нуль переході через нуль.

При змінному струмові температура дуги є величиною змінною. Але теплова інерція газу є досить значною і в момент переходу струму через нуль температура дуги не падає до нуля і залишається достатньо високою. Зниження температури дуги, яке все таки має місце при переході струму через нуль, сприяє деіонізації проміжку гасіння дуги. В дійсності при переході через нуль струм у дузі змінюється за законом, який відрізняється від синусоїдального раніше  $i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$  Трохи раніше моменту природного переходу струму через нуль, струм у дузі падає майже до нуля, а згодом, після переходу через нуль стрибком знову досягає відповідного значення. Схематично процес переходу струму через нуль показано на рис. 3 (суцільною лінією).

Таким чином, при переході струму через нуль має місце безструмова пауза  $t=0$ , під час якої відбувається інтенсивна деіонізація дугового проміжку. При малоіндуктивному навантаженні ця пауза більша, при більшій індуктивності ця пауза менша або дуже мала (порядку 0,1 мкс).

Інтенсивна деіонізація дугового проміжку при переході струму через нуль призводить до зменшення його провідності. Чим більше часу проміжок буде деіонізований, тим більша напруга буде потрібна для його пробією і повторного запалювання дуги. Умова гасіння дуги змінного струму може бути сформульована таким чином: якщо наростання опору проміжку, представленого його пробивною напругою  $U_{пр}$  (крива 1 на рис. 4), буде випереджати наростання напруги на проміжку (крива 2), то дуга погасне при переході струму через нуль. Якщо ж наростання опору проміжку піде повільніше (крива 3), то в момент часу, що відповідає точці О, відбудеться повторне запалювання дуги, у ланцюзі з'явиться струм і відповідне йому падіння напруги на дузі (крива 4).

Дуже важливе значення для гасіння дуги змінного струму при напругах до 1000 В мають явища, що відбуваються біля катода при переході струму через нуль. Існувало уявлення, що в момент переходу струму через нуль в прикатодній області практично миттєво (за час  $t < 1$  мкс) ізоляційна стійкість проміжку відновляється до значення пробивної напруги (початкова ділянка кривої 1 на рис. 4). Більшу величину напруги відносили до менших струмів і холодного катода, меншу - до великих струмів і гарячого катода.

На принципі використання зазначеного явища біля катода виконана велика частина дугогасильних пристроїв низьковольтних викиральних апаратів. Практика, проте, не завади підтверджувала значення миттєвого відновлення міцності дугового проміжку 150-250 В, особливо при значних струмах та частих циклах вимкнення-вмикання.

Дослідження, проведені в останні роки [1], показують, що таке значення міцності має місце при холодних або дуже швидко охолоджуваних електродах ( $0 < 800 \text{ K}$ ).

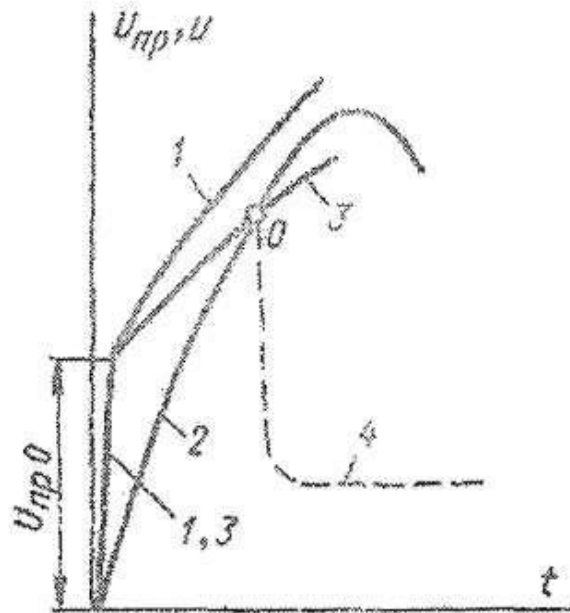


Рис. 4. Умови гасіння біля основи дуги при переході струму через нуль.

Якщо ж дуга швидко пробігає по електродах і зупиняється на їх краях протягом відносно великого часу (соті частинки секунди), то електроди в основі дуги сильно розігріваються і за переходом струму через нульове значення емітують електрони в міжконтактний проміжок. Останнє істотно знижує значення відновлювальної міцності дугового проміжку біля катода, яке досягає величини всього декількох десятків вольт.

Таким чином, в залежності від теплового режиму в дуговому проміжку комутаційних електричних апаратів можуть спостерігатися практично будь-які значення відновлювальної міцності, в тому випадку і білякатодній області порядку 150-250 В. Останнє значення відповідає умовам, коли в міжконтактному проміжку створюється режим, близький до стадії нормального тліючого розряду. Ці умови можуть зустрічатися в раціонально сконструйованих дугогасильних пристроях.

При згасанні дуги напруга на дуговому проміжку зростає від напруги гасіння дуги до відповідної миттєвої напруги мережі або е.р. с.  $U_{max}$  джерела струму. Цей процес носить назву процесу відновлення напруги на дуговому проміжку, який схематично подано на рис. 5.

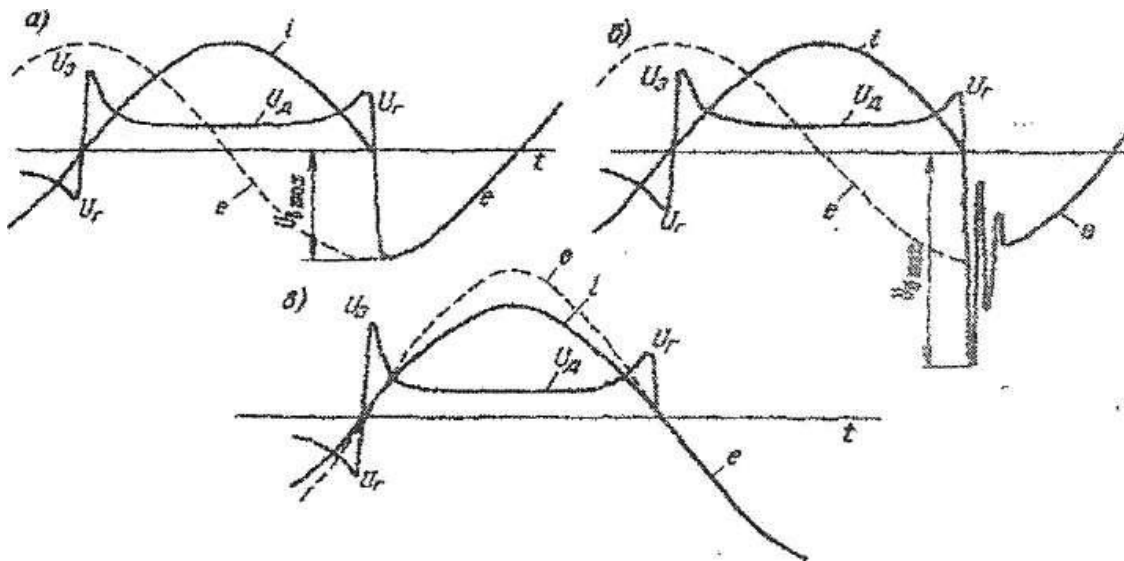


Рис. 5. Процес при відновлюванні напруги на дуговому відрізку.

На рис. 5, а і б взято струм, який відстає від е.р.с. на  $90^\circ$ , що звичайно має місце при коротких замиканнях в промислових мережах змінного струму. Процес відновлення напруги відбувається за короткий проміжок часу - порядку десятків або сотень мікросекунд. Е.р.с. джерела струму, що змінюється з частотою 50 Гц, можна вважати за цей час сталою. Миттєва е.р.с. джерела  $U_{max}$  яка відповідає перехідному процесу напруги на дуговому проміжку, носить назву відновлювальної напруги промислової частоти. Відновлення напруги на дуговому проміжку може відбуватися аперіодично (рис. 5, а) або через коливальний процес (рис. 5, б).

У першому випадку напруга на проміжку  $U_{max}$  не може бути вище е.р.с. джерела струму  $E_m$ . В іншому випадку напруга теоретично може бути як завгодно великою, практично вона не перевищує  $2E_m$ . Частота і амплітуда коливань перехідного процесу визначаються індуктивністю, ємністю і опором джерела струму (генератора) та кола. Частота коливального процесу лежить у межах від декількох тисяч до одного-двох десятків тисяч герц.

Розглядався випадок вимикання індуктивного кола, коли струм зсунутий на  $90^\circ$  стосовно е.р.с. Візьмемо інший крайній випадок - відключення активного кола. Тут струм збігається за фазою з е.р.с. Струм і е.р.с. переходять через нуль одночасно (рис. 5, в) - відновлювальна напруга проміжку буде дорівнювати нулю. Тобто, процес вимикання активного навантаження відбувається істотно легше, ніж індуктивного.

Електричні апарати низької напруги виготовляються для змінного струму підвищеної частоти 400-500 Гц, а також 2,5-10 кГц (гартівні установки). У останньому випадку частота коливального процесу

при відновленні напруги на дуговому проміжку має такий же порядок, як і частота струму. Тут уже не можна вважати е.р.с. джерела живлення незмінною за час перехідного процесу. Близький збіг частот джерела живлення і власних коливань істотно змінює характер перехідних процесів. Якщо при промисловій частоті вимикання індуктивного контуру ( $\varphi \rightarrow >90^\circ$ ) було важчим, ніж вимикання активного контуру ( $\varphi \rightarrow 0$ ), то вже при підвищеній частоті вимикання активного контуру здійснюється важче, ніж індуктивного.

При гасінні дуги в індуктивному контурі промислової частоти напруга на дуговому проміжку може досягти значень  $2E_{\dots}$ . При гасінні дуги в активному контурі підвищеної частоти напруга не може перевищувати величини  $E_m$ . Цим, за інших рівних умов, полегшується гасіння високочастотної дуги в порівнянні з дугою промислової частоти.

Існують, проте, і чинники, що погіршують умови гасіння дуги підвищеної частоти. При промисловій частоті температура дугового проміжку при переході струму через нуль встигає впасти на 30-50%, що сприяє інтенсифікації процесів деіонізації. При дузі підвищеної частоти істотного зниження температури дугового проміжку при переході струму через нуль не відбувається. Якщо не враховувати явищ біля катода при переході струму через нуль, то умови гасіння дуги підвищеної частоти ( $\varphi \rightarrow 10$  кГц) наближаються до умов гасіння дуги постійного струму.

*Висновки.* Дуговий розряд виникає в контактах, коли значення струму і напруга на контактах перевищує деякі критичні значення, які залежать від матеріалів контакту, параметрів кола, навколишнього середовища та інших факторів.

Особливістю горіння дуги змінного струму є те що створюються умови коли струм у дузі спадає до нуля кожний напівперіод. Таким чином дуга гасне і запалюється кожний півперіод. Ефективне гасіння буде забезпечено при умовах, коли струм не відновиться після проходження через природний нуль.

#### Література

1. Электрические и электронные аппараты : учебник для вузов / под редакцией проф. Ю.К. Рознова. - М. : Энергоатомиздат, 1998. - 752 с.
2. Буришинський М.В. Апарати захисту та керування в електричних установках низької напруги / М.В. Буришинський, Л.С. Копчак, М.В.Хай. – Львів : Львівська політехніка, 2007. – 182 с.
3. Основы теории электрических аппаратов / под редакцией проф. И.С. Таева. - М. : Высшая школа, 1987. – 351 с.
4. Родштейн Л.А. Электрические аппараты : учебник для техни-



кумов / Л.А. Родштейн. - 4-е изд. - Л. : Энергоатомиздат, 1989. - 304 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ГОРЕНИЯ И ПОГАСАНИЯ ДУГИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Кохановський С.П., Радько І.П.

***Аннотация*** - рассмотрены физиологические процессы, которые происходят в электрических контактах во время выключения и включения. Выполнено расчет мощности та энергии, которая выделяется в дуге.

## **FEATURES OF BURNING AND GOING OUT OF ARC ALTERNATING CURRENT**

S. Kochanovsky, I. Radko

### ***Summary***

**A physiological processes in electrical in contacts during their breaking and circuit. The calculation of capacity and energy that is released into the arc.**

УДК 621.311: 631.3

**ОЦІНКА ЯКОСТІ РОБОТИ ОЗОНАТОРА В ОВОЧЕСХОВИЩІ**

Овчаров В.В., д.т.н.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Чапний М.В., к.т.н.,

Решетюк В.М., к.т.н.,

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Співак В.М., к.т.н.,

Осінов С.М., к.т.н.,

Чапний Т.М., студент

*Національний технічний університет України «КПІ»*

E-mail: chapnijj@rambler.ru

**Анотація** – отримані рівняння оцінки точності регулювання процесу озонування картоплі для впливу на хід його протікання.

**Ключові слова** - озонування, технологічний параметр, похибка, вірогідність.

*Постановка проблеми.* Проблема вибору точності підтримання міститься в необхідності знати вірогідність знаходження значень параметру в межах заданої зони. Вирішення проблеми пропонується досягти визначенням допустимого зміщення центру настроювання процесу без порушення технологічних параметрів в овочесховищі.

*Аналіз останніх досліджень.* Аналіз робіт [1, 2], пов'язаних з визначення точності підтримання заданих технологічних параметрів в просторі із застосуванням вірогідного методу показав, що це можливо при використанні закону Гауса розподілу значень параметру в просторі в сталому режимі. Але необхідно знати допустиме зміщення центру розсіювання значень параметру.

*Формулювання мети статті.* Метою статті є отримання рівняння, по якому можна оцінювати точність регулювання процесу озонування картоплі та впливати на хід його протікання.

*Основна частина.* Важливою характеристикою якості роботи електроозонування є точність підтримання технологічних параметрів в заданих обмеженнях. Технологічні параметри процесу озонування являють собою випадкове параметричне поле, що безперервно розпо-

ділене у координатах простору та часу. Для визначення точності підтримання заданих технологічних параметрів в просторі можна застосувати вірогідний метод [1, 2]. Приймаємо, що розподіл значень параметрів в просторі в сталому режимі підпорядковується закону Гауса.

Узагальненою кількісною оцінкою точності підтримання значень параметру в заданих межах є вірогідність знаходження значень параметру в межах заданої зони, тобто

$$P(x_1 < x < x_2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^{x_2} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx. \quad (1)$$

На рис. 1 наведена крива розподілу значень параметру в просторі засіку картоплі з наступними позначеннями:

$X_n$  – задане значення параметру;

$\bar{X}$  – середнє значення параметру виборки;

$A$  – зміщення середнього значення відносно заданого;

$\delta$  – поле допуску відхилення параметру від заданого значення;

$P_n$   $P_e$  – вірогідності порушення поля допуску (замальовані частини).

На цьому прикладі показано загальний випадок, коли може бути порушено як нижню межу допуску, так і верхню. Але нас цікавить вірогідність  $P_n$  та  $P_e$  порушення поля допуску. Запишемо ці вірогідності через прийняті позначення на рис. 1.

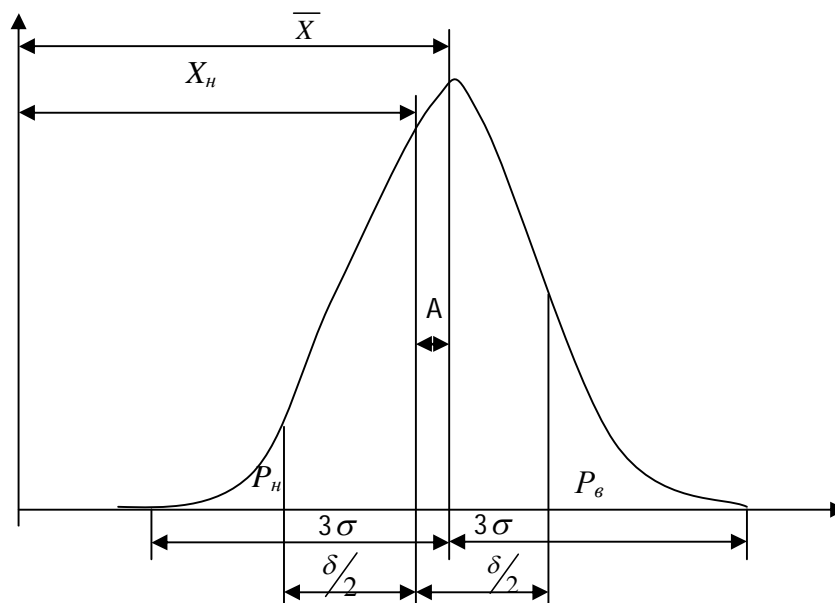


Рис.1. Крива розподілу значень параметру в насипі картоплі.

Тоді рівняння (1) можна записати наступним чином:

$$P(x_1 < x < x_2) = P[\bar{X} - (0,5\delta + A) < x < \bar{x} + (0,5\delta - A)] = \Phi(\tau_1) - \Phi(\tau_2), \quad (2)$$

$$\text{де } X_1 = \bar{X} - 0,5\delta - A; X_2 = \bar{x} + 0,5\delta - A; \tau_1 = \frac{X_1 - \bar{X}}{\sigma} = \frac{0,5\delta + A}{\sigma}; \tau_2 = \frac{X_2 - \bar{X}}{\sigma} = \frac{0,5\delta - A}{\sigma}.$$

Вірогідність знаходження параметру в допустимій зоні дорівнює

$$P(\delta) = \Phi\left(\frac{0,5\delta - A}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{0,5\delta + A}{\sigma}\right). \quad (3)$$

Вірогідність порушення нижньої межі допуску

$$P_n = 0,5 - \Phi\left(\frac{0,5\delta + A}{\sigma}\right). \quad (4)$$

Вірогідність порушення верхньої межі допуску

$$P_v = 0,5 - \Phi\left(\frac{0,5\delta - A}{\sigma}\right), \quad (5)$$

де  $\Phi(\tau)$  – інтеграл вірогідності Лапласа (визначається по таблиці).

Згідно рівнянням (4) та (5) вірогідності  $P_n$  та  $P_v$  залежать від величини допуску  $\delta$ , зміщення середнього значення  $A$  та середньоквадратичного відхилення.

У виробничих умовах зміна цих величин обумовлює необхідність корегувати роботу технічних засобів озонування картоплі. Тому для системи регулювання будуть мати значення конкретні причини порушення точності протікання процесу. Тому представимо точність виконання процесу наступним співвідношенням

$$0,5\delta \geq \Delta_n + \Delta_c + 0,5\Delta_p, \quad (6)$$

де  $\Delta_n + \Delta_c$  - систематична похибка процесу;

$\Delta_p$  - випадкова похибка розсіювання значень параметру;

$\Delta_n$  - початкова похибка настроювання системи;

$\Delta_c$  - зміщення центру розсіювання.

Співвідношення (6) є основною умовою точності виконання технологічного процесу.

Величину випадкової похибки  $\Delta_p$  можна записати у вигляді

$$\Delta_p = C \times \sigma, \quad (7)$$

де  $C$  – нормована величина, яка залежить від характеру розподілу значень параметру та вірогідної випадковості. Для нормального роз-

поділу та вірогідної випадковості  $P=0.99$  коефіцієнт  $C=2t_{\beta}=2 \times 2,576=5,152$ ;

$\sigma$  - середньоквадратичне відхилення реалізації.

Систематична похибка дорівнює

$$\Delta_n + \Delta_c = \bar{X} - X_n = A. \quad (8)$$

Величина випадкової та систематичної похибок, що визначається в долях поля допуску, можна виразити відповідно:

- коефіцієнт точності процесу

$$\mu = \frac{C \times \sigma}{\delta}. \quad (9)$$

- коефіцієнт точності настроювання

$$K_c = \frac{\bar{X} - X_n}{\delta}. \quad (10)$$

- початкова похибка настроювання дорівнює

$$\Delta_n = \bar{X}_1 - X_n, \quad (11)$$

де  $\bar{X}_1$  - середнє значення параметру першої серії вибраних даних після настроювання.

Зміщення центру розсіювання значень параметру

$$\Delta_c = \bar{X}_n - \bar{X}_1, \quad (12)$$

де  $\bar{X}_n$  - середнє значення параметру останньої серії вибраних даних після настроювання.

Коли  $\bar{X}_n = \bar{X}_1$ , зміщення центру розсіювання не відбувається.

Зазвичай у виробничих умовах важко визначити зміщення центру розсіювання від початкової похибки настроювання, тому для оцінки необхідно користуватися коефіцієнтом точності настроювання. Система буде вважатися вірно настроєною по точності, якщо:

$$\mu \leq \mu_0, \quad K_c \leq K_{c0}, \quad (13)$$

де  $\mu_0, K_{c0}$  - допустимі значення. Коли  $\mu = 1,0$  необхідно, щоб  $K_c = 0$ , а якщо  $\mu = 1,0$  допустимі значення  $K_c \neq 0$ .

Практично є неможливим налаштувати процес так, щоб  $K_c = 0$ ,

тому потрібен допуск на настроювання процесу. Величина допуску на настроювання залежить від точності процесу  $\mu$  та дорівнює подвійній величині абсолютного значення  $A$ , тобто

$$\Delta = \pm A_{\delta} = 2A_{\delta} \quad (14)$$

якщо  $\mu = 1,0$ , то допустиме зміщення центру настроювання з умови роботи без порушення технологічних параметрів буде дорівнювати

$$A_{\delta} = \frac{\delta - 6\sigma}{2}. \quad (15)$$

а допуск на настроювання складе

$$\Delta = \delta - 6\sigma. \quad (16)$$

Але  $\pm A_{\delta} = \pm K_{c\delta} \times \delta$ , тоді  $2A_{\delta} = \delta - 6\sigma$ , звідси допустиме зміщення центра настроювання коли  $\mu \neq 1,0$  без порушення технологічних параметрів

$$K_{c\delta} = \frac{\delta - 6\sigma}{2} = \frac{1 - \mu}{2}. \quad (17)$$

Таким чином по отриманим рівнянням можна оцінювати точність регулювання процесу озонування картоплі та впливати на хід його протікання.

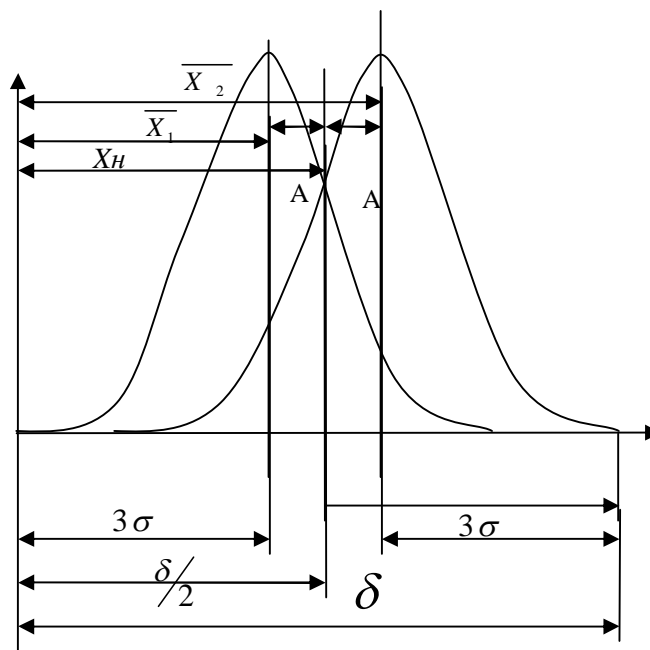


Рис.2. Допустиме зміщення центру настроювання процесу.

**Література**

1. *Ксенз Н. В.* Вероятностно-статистический анализ технологических процессов при испытаниях сельскохозяйственной техники / *Н. В. Ксенз* // Экспресс-информация «Методы и организация испытаний сельскохозяйственной техники». – М., 1977. – № 6. – С. 8-11.
2. *Ксенз Н. В.* Оценка качества работы регулятора температуры РТБ-1,0 / *Н. В. Ксенз* // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – М., 1978. – № 1. – С. 48-49.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ОЗОНАТОРА В  
ОВОЩЕХРАНИЛИЩЕ**

Овчаров В.В., Чапный М.В., Решетюк В.Н., Спивак В.М.,  
Осинов С.Н., Чапный Т.М.

***Аннотация*** – получены уравнения оценки точности регулирования процесса озонирования картофеля для воздействия на ход его протекания.

**AN ESTIMATION OF QUALITY WORK OF OZONIZER  
IS IN A VEGETABLE STORE**

V. Ovcharov, M. Chapnyi, V. Reshetuk, V. Spivak,  
S. Osinov, T. Chapnyi

***Summary***

**Equalizations of estimation of exactness of adjusting of process of ozonization of potato are got for influence on motion of his flowing.**

УДК 631.363

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

Федорейко В.С., д.т.н.,  
Іскерський І.С., аспірант\*,  
*Тернопільський національний педагогічний університет  
ім. Володимира Гнатюка*  
Тел. (0352) 43-57-77

**Анотація** – проведено аналіз характеристик двохкомпонентного твердого біопалива та запропоновано передумови створення системи керування технологічним обладнанням потокової лінії продукування брикетів.

**Ключові слова** – тверде біопаливо, компонент, дозатор, температура плавлення, зольність, теплотехнічні характеристики.

*Постановка проблеми.* Одним з пріоритетних напрямків зменшення обсягів використання традиційних енергоресурсів є використання твердого біопалива на користь якого свідчать економічні, технічні та екологічні чинники.

Впровадження теплотехнічного обладнання, працюючого на даному виді палива характеризується малим терміном окупності, відсутністю викидів в атмосферу сполук сірки, хлору та інших шкідливих елементів, річним циклом відновлення енергетичного потенціалу сировини [1].

Перспективною сировиною для виготовлення твердого біопалива є солома зернова, відходи елеваторної промисловості (продукти очистки зерна) та насінневих заводів (кукурудзяні качани). За своїми енергетичними характеристиками вони майже адекватні. Як відомо, по своїй теплотворній здатності 2,7–2,9 тони вказаної біомаси еквівалентні 1000 м<sup>3</sup> природного газу. На сьогодні солома, качани кукурудзи та відходи не є товарним продуктом, що має свою конкретну ціну. В кожному конкретному випадку ціна залежить від регіону України і корелює в межах 150 ... 300 грн. за тону. Це на порядок нижча ціна від природного газу, мазуту, пічного палива – традиційних для АПК джерел енергії.

Тому пошук раціональних способів продукування біопалива

---

© д.т.н., проф. Федорейко В.С., асп. Іскерський І.С.

\* Науковий керівник – д.т.н., проф. Федорейко В.С.



з характеристиками, що задовольняють теплогенеруючі установки є надзвичайно актуальною задачею для агропромислової енергетики.

*Аналіз останніх досліджень.* За розрахунками НАНУ використання біомаси з річним циклом відновлення енергії, наприклад соломи (в межах 20% щорічно втрачається такий об'єм), дозволить повністю забезпечити потреби сільського населення в теплоелектроенергії [2].

Теплоенергетики, як правило, оговорюють дві основні характеристики твердого біопалива із соломи і відходів: вологість, яка не повинна перевищувати 15% і вміст лужних металів, які зменшують температуру розщеплення і плавлення палива, що призводить до появи значних шлакоутворень на внутрішній поверхні камери згоряння. Оплата при дотриманні вищезгаданих вимог здійснюється в залежності від теплоти згоряння твердого біопалива, яка коливається в межах 14–16 мДж/кг.

Одним із перспективних шляхів покращення теплоенергетичних властивостей твердого біопалива є його багатоконпонентність, яка дозволяє:

- а) зменшити кількість золи;
- б) підвищити температуру розщеплення і плавлення біомаси;
- в) знизити вологість біопалива.

Дослідження в цьому напрямі засвідчили, що на даному етапі розвитку біоенергетичних зусиль в галузі продукування твердого біопалива найперспективнішою технологією є потокова лінія виробництва брикетів серії "Wektor" (Польща) на базі пресів ударного типу. На користь вказаної технології говорить багато факторів: ціна обладнання, якість продукції, продуктивність, енергоємність, металоємність, розповсюдженість (сервісні можливості). Вона сертифікована в Євросоюзі і є найбільш розповсюдженою в Польщі, Чехії, Румунії, Україні, Білорусії, Росії. [3] Загальні витрати на виробництво 1 тони брикетів за допомогою лінії "Wektor" коливається в межах 300–400 грн. за тону, в залежності від ціни сировини. При цьому енерговитрати на тону не перевищують 50 грн.

*Формулювання мети статті.* Наші зусилля були направлені на пошук раціонального з точки зору застосування в теплогенераторах двохкомпонентного твердого біопалива.

Об'єктом дослідження були процеси виготовлення багатоконпонентних брикетів з метою визначення їх оптимального складу і формулювання вимог до існуючого технологічного обладнання.

*Основна частина.* Нами проведенні випробування діючого обладнання заводу по виготовленню твердого біопалива в м. Скалат, Тернопільської обл.

В якості компонентів використовувались подрібнені качани кукурудзи з різним модулем помолу та подрібнена солома пшенична "сіра". Отримане тверде біопаливо виготовлялось в різних варіантах. На рис. 1 ...4 показано брикети як однокомпонентні – рис. 1 – подрібнені кукурудзяні качани, рис. 2 – подрібнена пшенична "сіра" солома ( $K_2, C_2$ ), так і в двохкомпонентному варіанті – рис. 3 (в пропорції  $K_2/C_2 = 3/1$ ), рис. 4 (в пропорції  $K_3/C_3 = 4/1$ ).



Рис. 1. Брикет з подрібнених кукурудзяних качанів.



Рис. 2. Брикет з подрібненої пшеничної соломи "сірої".



Рис. 3. Двохкомпонентний брикет в пропорції  $K_2/C_2$ .



Рис. 4. Двохкомпонентний брикет в пропорції  $K_3/C_3$ .

Досліди показали, що брикети, виготовлені з подрібнених качанів кукурудзи при позитивних теплоенергетичних характеристиках не відповідають вимогам транспортування і зберігання готової продукції по причині відсутності у брикеті лігніну, який є природним скріплювачем продукції. Міститься він в достатній кількості в соломі і при його відсутності брикети повністю втрачають товарні характеристики.

Брикети з соломи (рис. 2), при позитивних товарних характерис-

тиках, мають підвищений вміст золи (до 4,5%) та низьку температуру деформації і розщеплення біомаси (близько 1000°C), що значно погіршує їх теплотехнічні властивості.

В той же час двохкомпонентне паливо, завдяки наявності взаємно доповнюючих характеристик, має кращі товарні та теплотехнічні показники. Причому наявність другого компоненту (подрібнених качанів кукурудзи) призводить до зменшення зольності палива до (2,3%) та підвищення температури плавлення біомаси до 1300°C, що позитивно впливає на експлуатацію теплогенераторів (табл. 1).

Таблиця 1 - Характеристики палива.

Характеристики палива	Однокомпонентні		Двохкомпонентні	
	К <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	К <sub>2</sub> / С <sub>2</sub>	К <sub>3</sub> / С <sub>3</sub>
Вологість, %	12,5	20	15,5	14,5
Зола	1,7	4,5	2,5	2,3
Летючі компоненти	67	77	71	70
Сірка	0,07	0,13	0,09	0,08
Теплота згоряння, Ккал/кг	4450	4200	4400	4500
Температура золи, °С:				
Деформація розщеплення	–	1000	1100	1100
розплавлений стан	–	1100	1200	1150
	–	1250	1300	1300

В табл. 1:

К<sub>1</sub> – качани кукурудзи з модулем помолу 5,0 мм;

С<sub>1</sub> – солома пшенична "сіра" з модулем помолу 30 ... 50 мм;

С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub> – солома пшенична "сіра" з модулем помолу 30 ... 50 мм і масою 1 кг;

К<sub>2</sub> – качани кукурудзи з модулем помолу 1,5 мм і масою 3 кг;

К<sub>3</sub> – качани кукурудзи з модулем помолу 5,0 мм і масою 4 кг.

Задекларована нами технологія приготування двохкомпонентного твердого біопалива [3] передбачає безперервне дозування сировини в прес з подальшим продукуванням брикетів. Структурна схема технологічної лінії показана на рис. 5.

Використання поточкових ліній продукування двохкомпонентного твердого біопалива прискорює технологічний процес та зменшує експлуатаційні затрати на 30–40% порівняно з обладнанням порційної дії еквівалентної продуктивності [1].

Задача безперервного дозування компонентів біопалива зводиться до послідовного формування доз заданої величини за проміжок часу, величина якого визначається робочим об'ємом змішувача. Оскільки потоки компонентів є випадковими функціями то для компенса-

ції похибки дозування з метою визначення оптимальної рецептури багатоконпонентного біопалива підбирають необхідні значення параметрів дозаторів та змішувача.

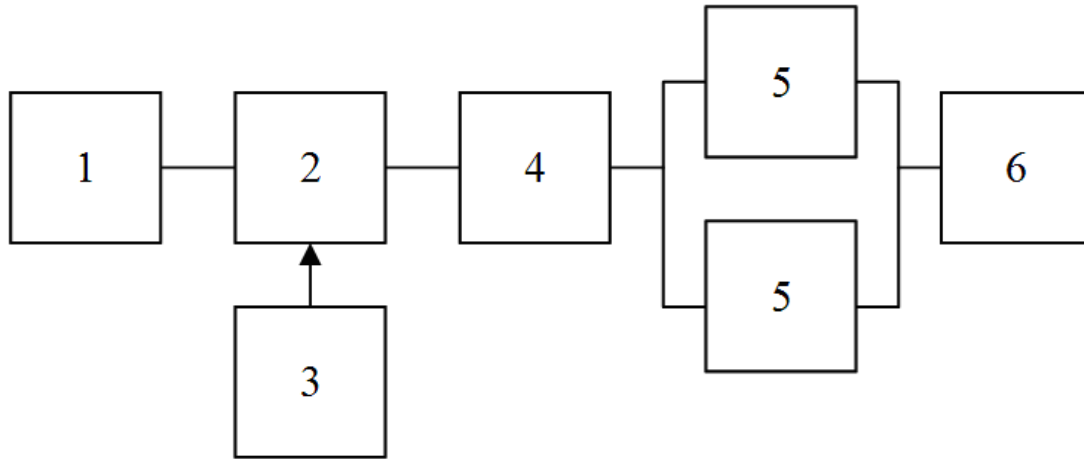


Рис. 5. Структурна схема потокової лінії приготування двохкомпонентного твердого біопалива: 1 – подрібнювач соломи; 2 – дробарка; 3 – дозатор 2-го компоненту; 4 – силос-дозатор біопалива; 5 – преси; 6 – накопичувач готової продукції.

Аналіз процесів у технологічних лініях з наперед заданою структурою й вибраним складом обладнання проводиться на основі досліджень характеристик потоків компонентів, що формуються дозаторами і побудові автокореляційних функцій. Їх вигляд дозволяє визначити стаціонарність та ергодичність процесів, а параметри – придатність вибраного дозатора до потокової лінії з конкретним змішувачем.

Спектральні щільності потоків біомаси визначаються безпосередньо за вихідними реалізаціями за допомогою розробленої нами методики [4] і подаються як графічні залежності дисперсій від частоти коливань окремих компонентів. Запропонований нами аналіз спектрів полягає у визначенні діапазонів змін частот коливань потоків біомаси та сумарної дисперсії (або середньоквадратичного відхилення) потоку кожного компонента.

Першою умовою відповідності обладнання є відсутність у спектрі дисперсії потоку з частотою меншою від критичної частоти  $\omega_{кр}$ , яка визначається характеристикою змішувача

$$\omega_{\min} \geq \omega_{кр} = 2\pi(\Delta t)^{-1}, \quad (1)$$

де  $\omega_{\min}$  – частота низькочастотних флуктуацій;  $\omega_{кр}$  – частота пропускання дозатора,  $\Delta t$  – час дози.

Для поліпшення рівномірності подачі компонентів палива використовуються різноманітні механічні пристрої, розробляються нові конструкції машин, системи автоматичного регулювання витрат, але досягти заданих показників не вдається. Це пов'язано з тим, що в процесі дозування відхилення від заданої продуктивності часто відбуваються через неконтрольовані причини, які неможливо усунути або передбачити. До того ж, як правило, доробки що проводяться на окремому обладнанні, не призводять до покращення якості суміші [1].

При потоковій технології необхідне покращення системи керування технологічним процесом. Відомі проекти спрямовані на удосконалення окремих елементів системи автоматичного керування (САК) для підвищення точності дозування і рівномірності подачі біомаси. Для цього використовуються регульовані електроприводи, первинні перетворювачі витрат компонентів біопалива і регулятори. Впровадження таких структур САК дозволяє підвищити якість сумішей і знизити витрати електроенергії порівняно з системами дистанційного керування.

Ефективність процесу поточного приготування сумішей з точки зору раціонального використання енергії характеризується як показниками готової суміші, так і питомими витратами електроенергії на її приготування. Від додержання рекомендованого за рецептом вмісту у суміші виду палива залежить ефективність її використання в теплогенераторах. А ступінь завантаження електродвигунів дозаторів та змішувача головним чином впливає на питому енергоємність процесу, яка визначається за формулою

$$E = \sum_{i=1}^n E_i + E_{3M}, \quad (2)$$

або

$$E = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{Q_i} + \frac{P_{3M}}{\sum_{i=1}^n Q_{3M}}, \quad (3)$$

де  $i$  – номер компонента;  $n$  – кількість компонентів;  $E_i$  – питома енергоємність  $i$ -го компонента, кВт.год  $t^{-1}$ ;  $Q_i$  – маса  $i$ -го компонента;  $T_{3M}$  – енергоємність процесу змішування, кВт.год  $t^{-1}$ ;  $P_i$  і  $P_{3M}$  – втрати електроенергії при дозуванні  $i$ -го компонента і змішуванні суміші відповідно, кВт.год.

Витрати електроенергії пропорційні потужності, що споживається електроприводами з мережі, залежать від продуктивності робо-

чих машин. Режими навантаження електродвигунів у поточних лініях характеризуються значною нерівномірністю, тому враховуючи випадковий характер навантаження, викликаного характером потоку  $Q(t)$  нами отримані сумарні змінні втрати електроенергії в електроприводі дозаторів

$$\sigma A_{\Sigma} = 4J_{\Sigma} (\omega_3 \sigma_{\omega} + \sigma_{\omega}^2), \quad (4)$$

де  $\sigma A_{\Sigma}$  – сумарні втрати енергії;

$J_{\Sigma}$  – момент інерції активних органів дозатора;

$\omega_3$  – задана швидкість приводного двигуна;

$\sigma_{\omega}^2$  – дисперсія швидкості електропривода,  $\text{с}^{-2}$ .

З (4) можна зробити висновок, що втрати електроенергії в електроприводі визначаються величиною інерції механізму шнекового дозатора, заданою швидкістю двигуна, а також її дисперсію, збільшення якої приводить до росту витрат електроенергії.

В ході досліджень процесу дозування компонентів біопалива нами доказано, що при зростанні  $\sigma_{\omega}^2$  практично зростає  $\sigma_Q^2$ , зменшення якої приводить до економії енергії. А також покращує збалансованість суміші біопалива.

*Висновки.* Найбільш перспективним для теплогенераторів є двохкомпонентне біопаливо в якому використані позитивні властивості компонентів: солома – наявність лігніну, подрібнені качани кукурудзи – менша зольність і вища температура горіння.

Суміш біопалива в пропорції  $K_3/C_3$  є критичною з точки зору отримання товарного продукту. При зменшенні пропорції соломи (лігніну) в брикеті вони втрачають свої товарні характеристики і непридатні до транспортування та використання в теплотехнічних установках.

Статистичний аналіз роботи дозаторів дозволяє створити передумови побудови САК потокової лінії продукування двохкомпонентного твердого біопалива за вказаними рецептами з можливістю раціонального використання електроенергії в регульованому електроприводі дозаторів.

#### Література

1. *Корчемний М.О.* Енергозбереження в агропромисловому комплексі / *М.О. Корчемний, В.С. Федорейко, В.П. Щербань.* – Тернопіль : Підручники і посібники, 2001. – 984 с.

2. Біопаливо. Технології, машини і обладнання / *М.О. Корчемний* [та ін.]. - К. : ЦТІ „Енергетика і електрифікація”, 2004. – 256 с.

3. *Федорейко В.С.* Регулювання продуктивності дозаторів в те-

хнології брикетування біомаси / *В.С. Федорейко, І.С. Іскерський* // «Енергетика і автоматика». Електронне наукове фахове видання. – Стаття № 8. – 2010. – 5 с ; Режим доступу : <http://www.nbuuv.gov.ua/e-journals/eia/index.html>.

4. *Федорейко В.С.* Енергетично ефективні режими роботи регульованого асинхронного електропривода / *В.С. Федорейко* // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – Тернопіль : ТДТУ, 2004. – Вип № 3, т. 9. – С. 83–90.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ТВЕРДОГО БИОТОПЛИВА

Федорейко В.С., Искерский И.С.

***Аннотация*** – проведен анализ характеристик двухкомпонентного твердого биотоплива и предложены предпосылки создания системы управления технологическим оборудованием поточной линии продуцирования брикетов.

## INVESTIGATION OF COMPOSED FUEL'S BIOFUELS CHARACTERISTICS

V. Fedorejko, I. Iskerskyi

### *Summary*

**The analysis of the two-components biofuel's characteristics is provided and the reasons of the control system in processing equipment of the flow line's production briquettes are determined.**

УДК 621.31

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОНЦЕНТРАТОРОМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

Никифорова Л.Є., д.т.н.,

Кізім І.В., інж.,\*

Бабенко О.М., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел/факс (0619) 42-23-41

**Анотація** – запропонована електрична принципова схема керування експериментальної моделі концентратора сонячної енергії для передпосівної обробки насіння.

**Ключові слова** – параболоциліндричний концентратор, передпосівна обробка насіння, імпульсне концентроване сонячне світло.

*Постановка проблеми.* Для стимуляції росту рослин використовують в основному хімічні та біологічні способи. Однак обробка як насіння, так і вегетуючих рослин хімічними засобами небезпечна з екологічної точки зору. В цьому плані, найбільш перспективними є фізичні методи впливу. За останнє десятиріччя накопичено великий експериментальний матеріал, що свідчить про ефективність використання різного роду електрофізичних методів з метою підвищення якості насіння сільськогосподарських культур [1].

*Аналіз останніх досліджень.* Одним із способів підвищення якості і проростання насіння, ефективність якого доведена, є застосування імпульсного концентрованого сонячного світла (ІКСС). Якщо концентрованим сонячним світлом опромінювати в певних дозах насіння перед посівом, то значно підвищиться їх енергія проростання, швидшатиме поява сходів і зростання рослин, збільшиться їх фотосинтез, стане більшою коренева система і площа листя. Передпосівне опромінювання насіння ІКСС вже на перших етапах їх активної життєдіяльності значно впливає на фізіолого-біохімічні процеси, створюючи необхідні умови для інтенсифікації росту, розвитку рослин і формування урожаю [2].

*Формулювання мети статті.* Метою даної роботи є розробка системи управління експериментальної моделі концентратора сонячної



енергії для передпосівної обробки насіння.

*Основна частина.* Основою для обробки насіння за допомогою ІКСС є концентруючий колектор, який включає приймач, поглинаючий випромінювання і перетворюючий його в який-небудь інший вид енергії, і колектор, який є оптичною системою, що направляє потік випромінювання на приймач. Концентратор необхідно безперервно повертати, щоб він під час роботи був звернений до сонця [3]. В якості концентратора сонячної енергії для обробки насіння може бути використаний параболічний увігнутий концентратор (параболоциліндричний). Концентратор є параболічним дзеркалом певної довжини з приймачем, розташованим уздовж його осі. Через те, що концентрація енергії відбувається тільки в одному напрямі, коефіцієнт концентрації у такої системи менше, ніж для параболічного об'ємного концентратора, проте в цьому випадку простіше здійснювати розміщення приймача, та створення системи стеження, оскільки для параболічного увігнутого концентратора необхідно, щоб колектор стежив за сонцем тільки в одному напрямі.

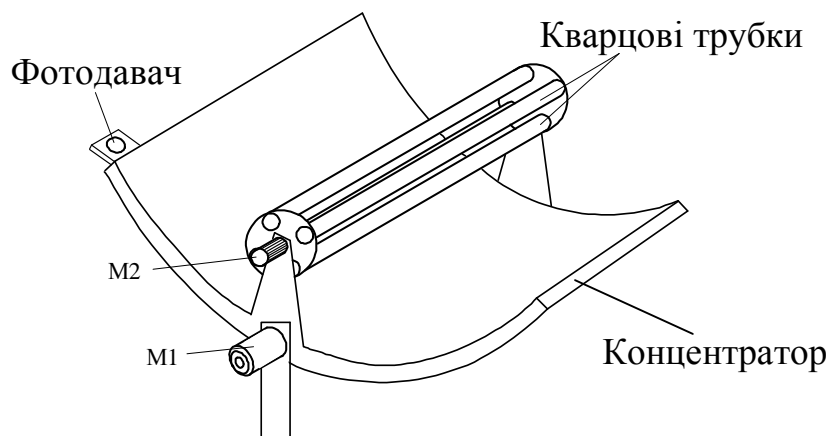


Рис. 1. Експериментальна модель концентратора сонячної енергії для передпосівної обробки насіння.

В експериментальній моделі (рис. 1), що розробляється, приймач, в який засипатиметься насіння рослин, передбачається виконувати з чотирьох кварцових трубок (для пропускання ультрафіолетового випромінювання). Контроль часу опромінювання насіння виконуватиметься непрямым чином, за рахунок вимірювання температури його нагріву, це також виключить тепловий перегрів оброблюваного насіння. З цією метою буде встановлено по одному давачу температури в кожену трубку. Для рівномірного імпульсного опромінювання насіння сонячним світлом, кварцові трубки обертатимуться по черзі, потрапляючи у фокус концентратора. При досягненні температури нагріву насіння певного значення, вважатиметься, що опромінювання завершено. В цьому випадку концентратор буде орієнтований так, щоб ві-

дображене сонячне проміння не потрапляло на приймач.

Враховуючи вищесказане, була розроблена схема електрична принципова керування концентратором сонячної енергії (рис. 2), ядром якої є мікроконтролер ATmega8 фірми Atmel, що здійснює функцію стеження за сонцем і визначення часу опромінювання насіння по температурі їх нагріву. Застосування мікроконтролера дозволяє спростити і здешевити електричну схему; також забезпечується гнучкість відладки і регулювання порогових значень освітленості і температури.

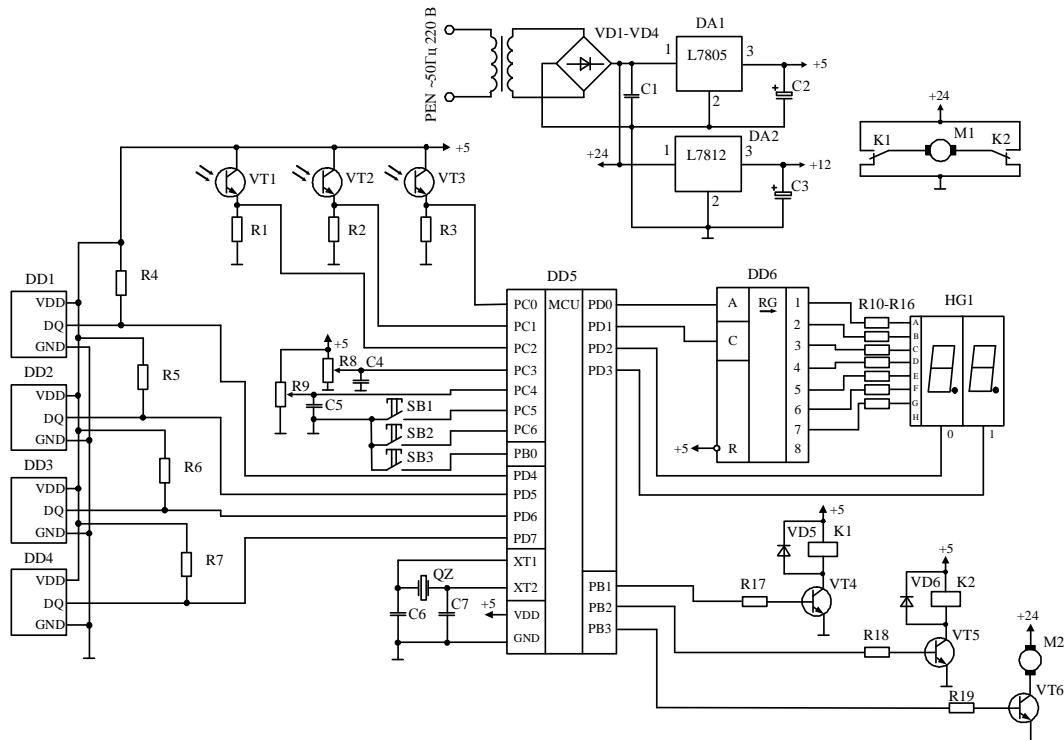


Рис. 2. Схема електрична принципова керування концентратором сонячної енергії для передпосівної обробки насіння.

В експериментальній установці стеження за сонцем здійснюватиметься за допомогою світлочутливого давача на фототранзисторах VT1 і VT2 і двигуна постійного струму M1. Поріг чутливості освітленості можна буде регулювати за допомогою змінного резистора R7. Електрична схема передбачає введення за допомогою кнопок SB1 і SB2 порогової температури, після досягнення якої опромінювання насіння припиняється. Температура, що вводиться, відображається на світлодіодному індикаторі HG1, а під час роботи концентратора індикатор показуватиме середнє арифметичне значення температури чотирьох давачів DD1-DD4. В якості датчиків температури використані давача DS18B20 фірми Dallas Semiconductor, які в даній схемі вимірюють температуру з дискретністю в 0,5 °C (максимальна вимірювана температура складає 125°C). Обертання приймача (чотирьох кварцових трубок) здійснюється двигуном постійного струму M2. Швидкість

обертання приймача в процесі роботи можна відрегулювати резистором R8, вибираючи оптимальний режим опромінювання. Після закінчення опромінювання концентратор, завдяки фототранзистору VT3, встановленому на його торці, буде орієнтований так, щоб відображене сонячне проміння не потрапляло на приймач. Натисненням на кнопку SB3 здійснюється скидання системи і знов починається робота концентратора.

*Висновки.* Застосування сучасної електронної бази для створення схеми управління концентратором сонячної енергії дозволяє створити дешевий і легкий в повторенні пристрій для обробки насіння перед посівом, що дозволить з невеликими витратами упроваджувати його в сільськогосподарському виробництві.

#### Література

1. *Бородин И.Ф.* Энергосберегающие технологии с.х. / *И.Ф. Бородин* // Вестник с.х. науки. – 1988. - №1 (376). – С. 123-131.
2. *Мартыненко И.И.* Инновационная технология низкоэнергетической электромагнитной обработки семян / *И.И. Мартыненко, Л.Е. Никифорова* // Энергетика: економіка, технології, екологія. – К. : КПІ, 2007. - №1. – С.89-92.
3. *Байерс Т.* 20 конструкций с солнечными элементами / *Т. Байерс*. – М. : Мир, 1988. – 197 с.

### РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОРОМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Никифорова Л.Е., Кизим И.В., Бабенко Е.Н.

*Аннотация* – предложена электрическая принципиальная схема управления экспериментальной модели концентратора солнечной энергии для предпосевной обработки семян.

### DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF CONTROL OF HUB OF SOLAR ENERGY FOR TREATMENT OF SEEDS BEFORE SOWING

L. Nikiforova, I. Kizim, E. Babenko

#### *Summary*

The electric of principle chart of the system of control of experimental model of hub of sun energy for treatment of seeds before sowing is offered.

УДК 621.315

## МІНІМІЗАЦІЯ ТРИВАЛОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ В РАДІАЛЬНИХ ЛЕП ЗА УМОВ НЕВИЗНАЧЕНИХ ФАКТОРІВ

Мірошник О.В., к.т.н.,

Котляр О.А., інж.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

Тел. (044) 527-83-82

**Анотація** – запропонована математична модель вибору оптимальної кількості автоматичних пунктів секціонування в розподільних лініях, що забезпечує скорочення часу діагностувальних операцій для зменшення тривалості аварійних вимикань.

**Ключові слова** – діагностування, ЛЕП, реклоузер.

*Постановка проблеми.* Виникнення аварійних режимів в лініях 6-10 кВ призводить до недовідпуску електричної енергії, а відповідно і до значних матеріальних збитків. Постає задача найшвидшого відновлення електропостачання споживачів, що потребує перш за все знаходження точного місця пошкодження. Одним із напрямків розв'язання проблеми може бути секціонування мереж за допомогою автоматичних секціонувальних пунктів, а це вимагає розробки математичної моделі, яка б дозволяла визначити для кожної мережі оптимальну кількість секціонувальних пунктів.

*Аналіз останніх досліджень.* Аварійне вимкнення розподільної повітряної лінії 6-10 кВ з неуспішним АПВ вимагає якнайшвидшого початку процесу відновлення електропостачання споживачів, який формується діями оперативно – виїзної бригади (ОВБ) та, за потреби, залученого ремонтного персоналу. Для визначення ушкодженої ділянки мережі діагностичні дії виконуються за переданими радіозв'язком командами диспетчера РРЕМ. Диспетчер віддає команди, керуючись наявною на диспетчерському пункті інформацією про схему мережі, її параметри, навантаження, а також отриманою інформацією про зникнення напруги [1].

*Формулювання мети статті.* Мета даної статті – розробка математичної моделі процесу діагностування ушкодження в розподільних лініях з секціонуванням на базі реклоузерів.

*Основна частина.* Процес відновлення нормального режиму електропостачання можна розглядати як процес управління, де лінія –

об'єкт управління, диспетчер – суб'єкт управління, а метою управління є відновлення електропостачання. ОВБ – засіб управління, причому передбачені стратегією дій бригади комутаційні операції виконуються також або автоматично, або диспетчером.

Першим етапом у процесі відновлення електропостачання споживачів після аварійного вимикання лінії є діагностування з метою знаходження місця пошкодження. Інструкції вимагають виконання пробного вмикання вимкненого за командою релейного захисту вимикача лінії. Ця операція за відсутності чергового на підстанції виконується силами ОВБ, яку диспетчер туди і направляє. У разі неуспішного пробного вмикання бригада приступає до пошуку пошкодженої ділянки лінії. За відсутності додаткової інформації щодо можливого місця пошкодження та особливих вимог мінімізації терміну перерви в електропостачанні для окремих відповідальних споживачів найчастіше застосовується стратегія пошуку пошкодження шляхом послідовного поділу лінії роз'єднувачами в міру віддалення роз'єднувачів від підстанції.

З метою зменшення витрат часу, праці, палива для автотранспорту ОВБ (та експлуатаційних витрат на нього), доцільно виконувати ПЛ-10 кВ секціонованою реклоузерами.

Вакуумні реклоузери РВА/TEL виробництва «Таврида Електрик Україна» здатні виконувати такі операції:

- оперативне перемикання в розподільній мережі (місцева або дистанційна реконфігурація мережі);
- автоматичне відключення пошкодженої ділянки;
- автоматичне повторне вмикання лінії (АПВ);
- автоматичне відновлення живлення на непошкоджених ділянках мережі;
- автоматичний збір інформації про параметри режимів роботи розподільної мережі.

Секціонування мережі реклоузерами надає можливість автоматичного виділення частини електромережі з пошкодженою ділянкою, не позбавляючи живлення споживачів, які приєднані до частини секціонованої мережі без пошкодженої ділянки. Зрозуміло, що при цьому знижуються як обсяг недовідпуску електроенергії, а значить, і збитки від аварійних вимикань, так і час пошуку пошкодження, оскільки суттєво скорочується довжина ліній, які підлягають огляду з метою пошуку місця пошкодження.

Оскільки в загальному випадку маємо невизначеність щодо місця розташування пошкодженої ділянки електромережі, то будемо шукати гарантований розподіл ресурсів, який дозволить отримати найкращий результат за найгіршого набору невизначених факторів. Нас у підсумку цікавить оптимальна кількість секціонувальних пунктів з реклоузерами в розподільній лінії. Скористаємось положеннями задачі розподілу ре-

сурсів на мережних графіках за наявності невизначених факторів [2]. Вважаючи, що невизначені фактори приймають кінечне число значень, знайдемо гарантований розподіл ресурсів, які дозволяють отримати найкращий результат за умов найгіршого набору невизначених факторів.

Розглянемо мережний графік з подіями  $Z_1, \dots, Z_\eta$  - певними станами розподільної електромережі після виконання ОВБ певних робіт  $l_j, j = 1, \dots, m$ . Нехай кожній роботі  $l_j$  відповідає функція

$$\varphi_j(x, k), \quad j = 1, \dots, m; \quad x \in X; \quad k = 1, \dots, r,$$

де  $x$  – розподіл ресурсів, під якими доцільно розглядати приведені затрати на кожен із можливих варіантів послідовності дій ОВБ з пошуку пошкодженої ділянки мережі;

$k$  – невизначені фактори;

$\varphi_j(x, k)$  при  $j = 1, \dots, m, k = 1, \dots, r$  - неперервні функції, задані на компактi  $X \in E^{(n)}$ .

Функція  $\varphi_j(x, k)$  визначає необхідний для виконання роботи  $l_j$  час, якщо вибрано розподіл ресурсів  $x \in X$  (капітальні вкладення на прийняту кількість реклоузерів і необхідні у цьому випадку експлуатаційні витрати на транспорт та вартість витраченого палива, кількість умовних одиниць експлуатації, збитки споживачів від перерв в електропостачанні, ресурси часу на виконання діагностичних заходів для пошуку місця пошкодження на лінії), і якщо в цьому випадку невизначені фактори прийняли значення  $k = 1, \dots, r$ .

Приведені затрати на розподільну мережу з установкою секціонувальних пунктів на базі реклоузерів можна визначити за виразом

$$Z = E(K_1 + nK_2) + B + Y,$$

де  $K_1$  – капітальні вкладення в існуючу електромережу;

$K_2$  – капітальні вкладення в запланований до установки реклоузер;

$n$  – планована кількість реклоузерів в мережі;

$B$  – експлуатаційні витрати на діагностування пошкоджень в розподільній мережі з  $n$  реклоузерами;

$Y$  – збитки від аварійних вимикань лінії.

Вибираючи певний розподіл ресурсів, задаємось одним із можливих значень невизначених факторів і визначаємо тривалість виконання діагностувальних робіт для визначення пошкодженої ділянки мережі. Якщо прийняти, що ці фактори за умов заданого розподілу ресурсів приймають найнесприятливіші для виконання робіт значення, то гарантований розподіл ресурсів, який дозволяє отримати найкращий результат за умов найгіршого набору невизначених факторів, знаходимо в результаті розв'язку задачі:

$$\omega = \min_{x \in X} \max_{1 \leq k \leq r} \min_{t^{(k)}} (t_{\eta}^{(k)} - t_1^{(k)});$$

$$t_{j_s}^{(k)} - t_{j_s}^{(k)} \geq \varphi_s(x, k), s = 1, \dots, m; \quad (1)$$

$$k = 1, \dots, r; t^{(k)} = (t_1^{(k)}, \dots, t_{\eta}^{(k)}); x \in X.$$

Будемо вважати, що знайдені всі шляхи із вершини  $Z_1$  у вершину  $Z_{\eta}$  за умов як відсутності в мережі автоматичних секціонувальних пунктів з реклоузерами, так і у разі установки одного, двох і більше реклоузерів. Нехай  $\delta^{(s)} = (\delta_1^{(s)}, \dots, \delta_m^{(s)})$  - вектори інцидентності цих шляхів ( $s = 1, \dots, l$ ), тоді величини шляхів як функції розподілу ресурсів і невизначених факторів мають вигляд:

$$\alpha^{(s)}(x, k) = \sum_{j=1}^m \delta_j^{(s)} \varphi_j(x, k); \quad (2)$$

$$k = 1, \dots, r; x \in X; s = 1, \dots, l.$$

Якщо вибрано розподіл ресурсів  $x \in X$ , а невизначені фактори прийняли значення  $k$ , то тривалість виконання усіх робіт становитиме

$$t(x, k) = \max_{1 \leq s \leq l} \alpha^{(s)}(x, k), x \in X; k = 1, \dots, r.$$

Якщо невизначені фактори приймають найнесприятливіші значення, то тривалість виконання усіх робіт за умови, що вибрано розподіл ресурсів  $x \in X$ , складе

$$\beta(x) = \max_{1 \leq k \leq r} t(x, k).$$

За цих умов найкращий результат становитиме

$$\tau = \min_{x \in X} \max_{k, s} \alpha^{(s)}(x, k), k = 1, \dots, r; s = 1, \dots, l. \quad (3)$$

Розв'язуючи задачу нелінійного програмування:

$$\min_{x, \lambda} \lambda;$$

$$\alpha^{(s)}(x, k) \leq \lambda, s = 1, \dots, l; k = 1, \dots, r; x \in X, \quad (4)$$

при обмеженнях (4) маємо:

$$\min_{x, \lambda} \lambda = \min_x \min_{\lambda} \lambda = \min_x \min_{s, k} \alpha^{(s)}(x, k), s = 1, \dots, l; k = 1, \dots, r.$$

Задача (4) є задачею нелінійного програмування з  $n+1$  змінною

та  $rl$  обмеженнями, де  $l$  - число різних шляхів із  $Z_1$  в  $Z_n$ . Якщо функції  $\varphi_j(x, k)$ ,  $j=1, \dots, m$ ,  $k=1, \dots, r$  - випуклі, а  $X$  – випуклий компакт, то (4) – задача випуклого програмування; при сепарабельному розподілі ресурсів (4) – сепарабельна задача нелінійного або випуклого програмування.

*Висновки.* Установка в розподільних мережах 6-10 кВ автоматичних секціонувальних пунктів на базі реклоузерів дозволить підвищити надійність електропостачання споживачів та зменшити тривалість пошуку місця пошкодження в лініях. Для визначення оптимальної кількості реклоузерів в мережі запропонована математична модель мінімізації тривалості діагностичних заходів з пошуку пошкоджень.

#### Література

1. Прусс В.Л. Повышение надежности сельских электрических сетей / В.Л. Прусс, В.В. Тисленко. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 208с.
2. Давыдов Э.Г. Исследование операций / Э.Г. Давыдов. – М.: Высш. шк., 1990. – 383 с.
3. Шкура В.П. Применение реклоузеров в распределительных сетях 6-10кВ / В.П. Шкура //Электрические сети и системы.-2008.- №1.-С.40.

### МИНИМИЗАЦИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ В РАДИАЛЬНЫХ ЛЭП В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ФАКТОРОВ

Мирошник А.В., Котляр А.А.

*Аннотация* – предложена математическая модель выбора оптимального количества автоматических секционных пунктов в распределительных линиях, обеспечивающих сокращение времени диагностирования повреждений для уменьшения продолжительности аварийных отключений.

### MINIMIZATION OF DURATION OF DIAGNOSTICATING OF DAMAGES IN RADIAL LINE OF ELEKTRICITY TRANSMISSION ON CONDITIONS OF INDEFINITE FACTORS

O. Miroshnyk, O. Kotlyar

#### *Summary*

It is the mathematical model of choice of optimum amount of automatic sectional points is offered in distributive lines, providing diagnosing of damages for diminishing of duration the emergency disconnecting



УДК 167.7 : 005

## МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ – ОСНОВА НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Іноземцев Г.Б., д.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування  
України*

Тел. (044) 527-87-36

**Анотація** - розглянуті питання значущості методології в процесах досліджень, залежність наукового рівня результатів від стратегії, структури і принципів організації наукових досліджень, проведено аналіз основних недоліків при плануванні і обґрунтуванні форми, змісту і методів оцінки дослідження. Наведено приклади методичних підходів і рішень.

**Ключові слова** – методологія досліджень, принципи організації, планування експерименту, методи обробки, методи пізнання, види експериментів, метрологічні дослідження, об'єкт і предмет дослідження.

*Постановка проблеми.* Методологія досліджень являє собою найважливішу, відповідальну і невід'ємну частину наукового дослідження. Вона повинна визначати структуру, принципи та методи організації проведення досліджень, вибір чіткої ідеології і стратегії отримання максимально об'єктивного і фізичного обґрунтування результату в конкретному напрямі. Безумовно отримання об'єктивних результатів з високою вірогідністю в значній мірі залежить від кваліфікації і уміння дослідника, можливостей його цілеспрямовано і аргументовано поставити, провести і проаналізувати результати теоретичних і експериментальних досліджень, отримати максимальну і достовірну інформацію.

Розробка методології дослідження практично являє собою *візитну картку* дослідника, ступінь наукової зрілості його, спроможність всебічно і якісно отримувати інформацію про досліджуваний об'єкт, передбачати сукупність дій і прийомів, спрямованих на вивчення об'єкта та предмета досліджень, умов цілеспрямованого спостереження, залежностей між вхідними та вихідними параметрами, визначення факторів та впливу їх на об'єкт, перехід від емпіричного пізнання до логічного натурального узагальнення результатів, отримання

об'єктивно нового результату.

При розробці плану дій завжди треба пам'ятати, що процес наукового пізнання повинен мати конкретну стратегію, рух і напрям досліджень.

Методика повинна чітко визначати не тільки задачі дослідження, але і мати чітку конкретику шляхів, методів і засобів їх вирішення, базуватися на основних принципах організації і планування досліджень.

*Аналіз останніх досліджень.* На жаль, треба констатувати, що цій основоположній частині кожного наукового дослідження, приділяється, вочевидь, недостатня увага. В багатьох випадках при розробці методики спостерігається часто формальний підхід, зміст її містить загальні фрази, не розкриває рівень досліджень, зводиться до простого перерахування видів досліджень без ніякої конкретизації принципів і методів, організації і умов їх проведення, визначення загальної структури процесу дослідження. Дуже часто методика відповідає на питання *що робити, а не як робити*, тобто має більш *програмні*, а не *методичні* властивості і ознаки.

Підтвердження цього, на жаль, можна знайти в багатьох науково-дослідних роботах. Тексти таких методик можуть використовуватися без врахування специфіки досліджень тому, що вони, не маючи ніякої конкретик, обмежуються загальними формулюваннями і словосполученнями типу: "при розв'язанні задач, поставлених у роботі знайшли застосування методи математичного моделювання, числові методи...", "моделювання процесів та розрахункова частина досліджень проводилась з використанням комп'ютерних технологій...", "експериментальні дослідження проводилися на спеціально розроблених установках...", "для встановлення закономірностей використовувалися загальновідомі і розроблені автором методи...".

Безумовно наведені вище словосполучення, приклади неконкретності методичних положень, підміна їх практично програмними питаннями не несуть ніякого змістового навантаження, створюють значні часом непереборні труднощі при виконанні досліджень, особливо при реалізації результатів в реальних умовах.

Такі, "так звані" методики можна віднести хіба, що до методик "загального" користування, так як існуючі в них формулювання можуть одночасно бути віднесені до досліджень і в космосі, і в сільському господарстві, і в різних галузях промисловості, що само по собі є нонсенс.

Треба усвідомлювати, що методика повинна всебічно і повністю розкривати стратегію і характер дій дослідника, обумовлювати можливість її розповсюдження і використання іншими дослідниками, являти собою дорожню карту у сенсі пошуку екстремальних дій для досягнення ефективного результату.

*Формулювання мети статті.* Важливість правильно обраної стратегії досліджень, розробка методологічних принципів в питаннях розподілу та споживання електроенергії в системах електропостачання сільського господарства, в питаннях енергоресурсозбереження, підвищення якості і надійності електропостачання практично являє собою визначальний етап по мінімізації енергетичних, сировинних та фінансових витрат, підвищенню енергоефективності аграрних виробництв.

Вирішення таких питань сьогодні ускладнюється специфікою сільськогосподарської енергетики, наявністю різних об'єктів, технологій, специфічних вимог до електрообладнання, систем управління, які являють собою складні багаторівневі структури із значною кількістю стратифікацій (рівнів), зв'язків та взаємодій енергетичних та технологічних параметрів, які, в свою чергу, мають залежність від електрофізичних параметрів і властивостей сільськогосподарської продукції.

Все це підкреслює не тільки високу складність вирішення задач, але і високу вимогливість до питань розробки і використання методологічних принципів проведення наукових досліджень застосування чітко спланованих дій для отримання результатів.

Треба завжди пам'ятати вислів одного із родоначальників теорії експерименту, професора В.В. Налімова, який казав "що вміння добре поставити експеримент – мистецтво, а чітка постановка його є запорукою побудови логічної моделі процесу".

Цей вислів зайвий раз підкреслює першорядність планування експериментів, що обумовлює досліднику розумно здійснювати і ставити експериментальні дослідження з врахуванням мети, отримати максимальну інформацію при мінімальній кількості дослідів, правильно, об'єктивно з максимальною вірогідністю отримати та інтерпретувати результат, який обумовлював би екстремальні значення функції відгуку.

Основними принципами при цьому повинні бути: незмінність умов проведення експериментів, наявність "проблемної" ситуації; шляхи дослідження, які містять апріорну інформацію про об'єкт дослідження, включаючи загальнонаукові методи аналізу і синтезу суттєвих зв'язків між елементами об'єкта у вигляді різних співвідношень, і в першу чергу, математичних, їх формалізацію; види досліджень (багатофакторний або однофакторний, активний або пасивний експеримент), порядок реалізації матриці планування експериментів з визначенням способів і методів обробки результатів.

Важливе місце при цьому повинно приділятися і експериментальній установці, яка повинна відтворювати досліджуваний об'єкт з максимальною можливою точністю, забезпечувати контроль вихідних та вхідних параметрів, проведення всіх необхідних дослідів, отримання максимальної інформації.

*Основна частина.* У загальному випадку процес проведення досліджень вимагає: формулювання завдання експерименту, вивчення початкової ситуації, вибір вхідних і вихідних факторів, вибір методів проведення та обробки експериментальних даних, оцінку та аналіз математичної моделі об'єкта, яка найбільш повно описує закономірність його функціонування.

Основні етапи експериментальних досліджень повинні здійснюватися в наступній послідовності (рис. 1).

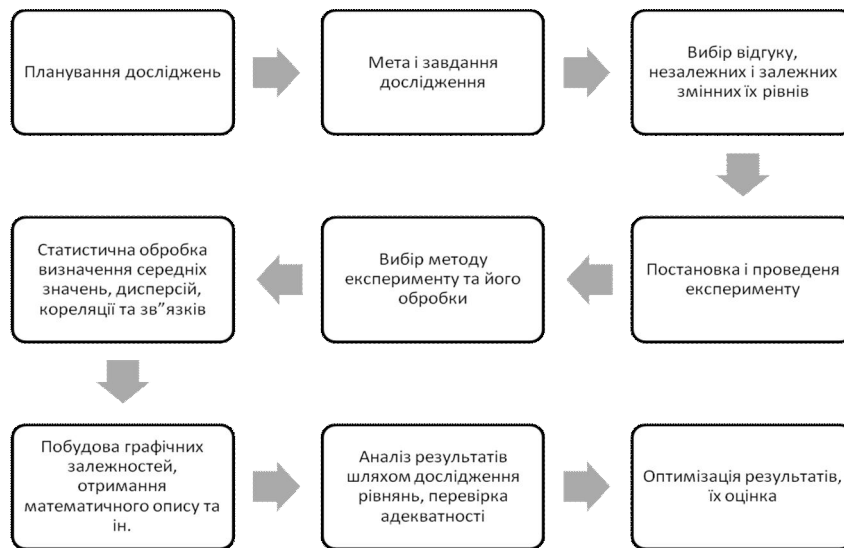


Рис. 1. Основні етапи досліджень, які повинна розкривати методика досліджень.

При розробці методичних положень по виконанню таких досліджень треба обов'язково пам'ятати, що математичне планування експериментів можливо тільки при наступних умовах:

- похибка вимірювання аргументів (факторів) повинна бути набагато менша похибки вимірювання функції відгуку;
- досліди повинні бути відтворювані, тобто результати (дисперсія) від досліду до досліду суттєво не змінюються;
- похибка досліджень повинна розподілятися по нормальному закону (Пірсона, Пуассона), особливо при дослідженнях випадкових процесів, які мають місце в електротехнологічних аграрних виробництвах.

Важливим етапом при розробці "дорожньої карти" є вибір дослідником методів досліджень, математичного апарата (рис. 2), що обумовлювало б можливість отримання максимальної інформації у вигляді математичної інтерпретації (математичні моделі, рівняння, співвідношення тощо) закономірностей досліджуваного об'єкта.

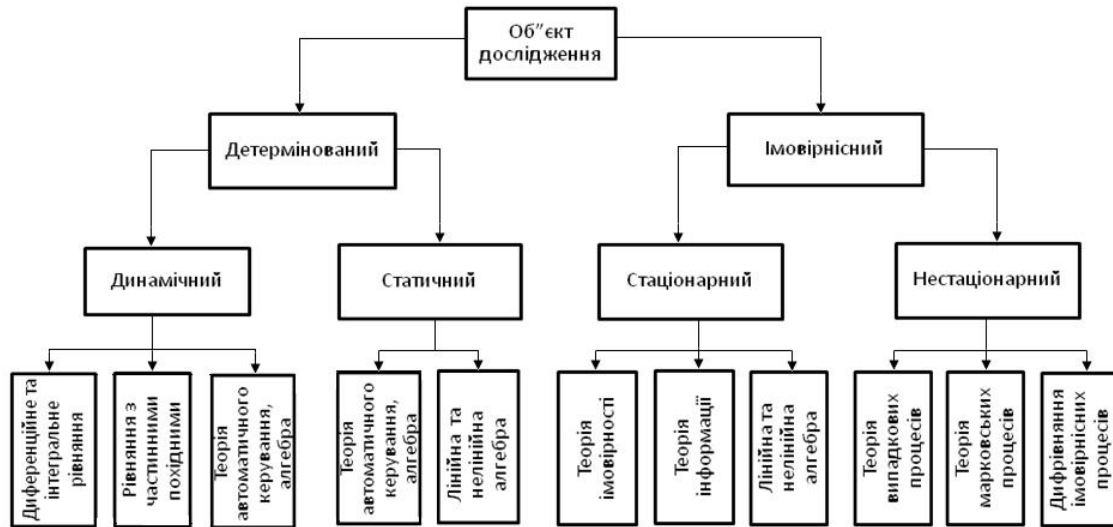


Рис. 2. Принципова схема математичного апарата дослідника для побудови математичної моделі.

При плануванні методів дослідження треба розуміти, що математична модель повинна враховувати лише тільки ті властивості об'єкту досліджень, які являють інтерес з позицій мети і задач конкретних розробок. Отже, мова повинна йти про необхідність вивчення об'єкта з боку конкретної мети, тобто опис об'єкта може здійснюватися різними математичними моделями, а сам "чорний ящик" (модель) повинен розглядатися тільки з боку, який і являє інтерес дослідника.

Тут треба пам'ятати, що сама математична модель не являє собою наукову інформацію, а тільки інструмент, засіб для отримання інформації, яка може становити наукову новизну.

При розробці методології досліджень дослідник повинен пам'ятати, що методика є не тільки інструментарій наукового пізнання, отримання наукової інформації про об'єкт у вигляді окремих факторів. Методика повинна містити і рецептуру, здатну поєднати і надати відповідну аргументацію отриманим фактам, сприяти їх об'єднанню з метою подальшого наукового пояснення їх наявності і взаємозв'язку на базі відповідних теоретичних доказів, можливості інтерпретації їх з позицій наукової новизни. В підтвердження цього можна навести вислів відомого французького математика А. Пуанкаре, який писав, що "наука базується із фактів, як будинок із цегли, але просте зібрання фактів настільки мало є наукою, настільки куча каміння будинком".

*Висновки.* Безумовно формат статті не дає можливості більш ретельно розглянути всі можливі методологічні підходи в процесах наукових досліджень. Разом з тим, автор сподівається, що врахування і використання наведеного матеріалу буде сприяти підвищенню вимог до розробки методологічних питань наукових досліджень, обумовлювати підвищення науково-методичного рівня і ступеню розкриття го-

ловної наукової ідеї дослідження.

#### Література

1. *Астрелін І.М.* Кваліфікаційні ознаки дисертації – ознака кваліфікації дисертанта / *І.М. Астрелін, Г.Б. Іноземцев* // Бюлетень ВАК України, 1998. - № 4. – С. 51 – 52.

2. *Іноземцев Г.Б.* Методика наукового дослідження – основа стратегії наукового дослідження / *Г.Б. Іноземцев* // Електрифікація та автоматизація с.г. –К., 2006. – №1(16). – С. 16 – 25.

3. *Іноземцев Г.Б.* Математичне моделювання та оптимізація систем електроспоживання у сільському господарстві : навч. посібник / *Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський.* – К. : ТОВ АграрМедіаГруп, 2010. – 139 с.

4. *Хинкс Ч.* Основные принципы планирования эксперимента / *Ч. Хинкс.* – М. : Мир, 1987. – 350 с.

## МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ – ОСНОВА НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Иноземцев Г.Б.

***Аннотация*** - рассмотренные вопросы значимости методологии в процессах исследований, зависимость научного уровня результатов от стратегии, структуры и принципов организации научных исследований, проведен анализ основных недостатков при планировании и обосновании формы, содержания и методов оценки исследования. Приведены примеры методических подходов и решений.

## RESEARCH METHODOLOGY IS BASIS OF SCIENTIFIC RESEARCH

G. Inozemcev

### *Summary*

**The considered questions of meaningfulness of methodology are in the processes of researches, dependence of scientific level of results on strategy, structure and principles of organization of scientific researches, the analysis of basic defects is conducted at planning and ground of form, maintenance and methods of estimation research. Examples of methodical approaches and decisions are made.**

УДК 0.07.1:531.8

## ЕРГОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ І ЗБОРУ ДАНИХ

Болбот І.М., к.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування  
України*

Тел. (044) 527-83-82

**Анотація** - розглядаються ергономічні аспекти систем диспетчерського управління і збору даних так званих SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) -систем. Вказується роль системного аналізу і ієрархічного підходу для отримання оптимального рішення.

**Ключові слова** - ергономічність, SCADA-система, ергодична система, багаторівнева система, математичне моделювання.

*Постановка проблеми.* Рішення конкретної технічної задачі складається з наступних етапів: дослідження системи, до якої відноситься дане завдання, з метою визначення оптимального технічного рішення у функціональному, енергетичному та економічному відношенні; процесу проектування; споруди або системи; експлуатації і обслуговування.

*Аналіз останніх досліджень.* Чималу роль відіграє підготовка кваліфікованих фахівців. Всі ці зазначені етапи повинні відповідати, також умовам ергономіки [1, 2], тобто відповідати вимогам до технічних пристроїв, що обслуговуються.

*Формулювання мети статті.* Розробити ергономічні аспекти систем диспетчерського управління і збору даних так званих SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) –систем, встановити роль системного аналізу і ієрархічного підходу для отримання оптимального рішення.

*Основна частина.* Під час дослідження аналізувалися теоретичні джерела з проблем ергономічного проектування автоматизованих систем, інноваційних високотехнологічних розробок, вивчався та узагальнювався передовий досвід впровадження SCADA – систем, використовувався статистичний матеріал та метод статистичного аналізу.

Ергономічний підхід при проектуванні технічного пристрою включає вирішення наступних питань:

- визначення структури алгоритмів можливої діяльності оператора в різних режимах експлуатації установки (об'єкта);
- визначення рівня автоматизації і розподіл функцій між оператором і автоматизованими системами по виконанню операцій управління і контролю;
- побудова матриці взаємозв'язків користування органами управління і визначення взаємозв'язків органів управління (ОУ) і засобів відображення інформації (ЗВІ);
- розробка методами математичного моделювання наочно-функціональної моделі діяльності (НФ-моделі);
- аналітичні розрахунки стереотипності робочого процесу, логічної складності, швидкості переробки інформації, інтенсивності і загальної складності виконання алгоритму, емоційної напруженості, складності огляду інформаційного поля, досяжності органів управління, сумарної довжини маршруту оперативних дій, математичного очікування часу безпомилковості виконання операцій алгоритму, ергономічності поста управління;
- ергономічні рекомендації по організації діяльності і поста управління.

Аналіз, синтез і оптимізацію технічних систем слід засновувати на методі системного аналізу. Теорія систем характеризується наступними особливостями [3]:

- система є сукупністю елементів, які у свою чергу можуть розглядатися як системи, залежно від структури технічного об'єкту;
- для системи характерна наявність інтегральних властивостей, тобто властивостей, властивих лише системі в цілому, але не властивих жодному з її елементів окремо;
- для будь-яких систем характерна наявність істотних зв'язків між елементами, що дає можливість виділити систему у вигляді цілісного самостійного об'єкту дослідження.

Системний аналіз включає наступні етапи:

- побудову моделі, тобто формалізація досліджуваного явища або процесу. Цей етап припускає опис процесу за допомогою математичної моделі.
- постановку завдання, тобто опис операції. При цьому слід сформулювати оптимізаційне завдання

$$f(x) \rightarrow \max, x \in E, \quad (1)$$

де  $x$  - елемент деякого нормованого простору  $E$ , що визначається природою моделі.

Завдання дослідження трактується як деяка оптимізаційна про-



блема, яку необхідно вирішити.

Слід підкреслити, що особливістю поступового розвитку, тобто еволюції всіх процесів, зокрема технічних, є їх ієрархічність [4-6]. Новий рівень синтезу системи виникає на основі обліку властивостей елементів попереднього рівня ієрархії. При цьому спостерігається закономірність: чим складніше система, тим більша вірогідність збільшення числа шляхів її розвитку [7].

Для більшості явищ характерне те, що мінливість, випадковість і невизначеність з'являються в контексті необхідності, тобто законів, що керують рухом матерії і розвитком її організаційних форм. При переході через нестійкість і нерівнозначних умов формується нова структура, що замінює попередню. Причому для кожного досліджуваного ступеня ієрархії синтезуються нові умови, відмінні від умов на попередніх ступенях. Це є предметом вивчення синергетики, в центрі уваги якої знаходяться якісні зміни, як в статичній, так і в динамічній поведінці системи, зокрема при біфуркації [8.10].

Цілком обґрунтованим слід враховувати метод оптимального рішення, заснований на аналізі ієрархічних структур із заданими параметрами на базі критерію впорядкування інваріантів. При цьому з'являється можливість формалізувати оцінку топологічної складності таких структур і помітно скоротити число зв'язків, що спрощує алгоритм моделювання і управління. Інваріантний критерій включає в узагальненій формі комплекс параметрів даної структури.

При ієрархічному підході виділяються об'єкти управління у вигляді технічної і людської ланок. Остання складова забезпечує не тільки функції програмно-інформаційного забезпечення, але і організаційну саморегуляцію комутативної системи і її ланок. Це дозволяє зберегти задані динамічні властивості системи людина – машина – середовище і забезпечувати надійність її функціонування.

Для ефективного вирішення подібних завдань передбачається [11] застосовувати формальну модель ієрархічної багаторівневої системи. Система  $\dot{S}$  розбивається на  $\dot{S}_s$  зв'язані підсистеми. Послідовність узгоджених змін структури або параметрів підсистем  $\dot{S}_s$  викликає зміну всієї системи  $\dot{S}$ , що приводить до системи більш високого рівня  $\dot{S}$ . Система аналізується аналогічним чином.

Ефективність функціонування людини в системах автоматизації є істотною умовою забезпечення продуктивності і надійності ергономічних систем (ЕС). Зокрема ставиться конкретне завдання: забезпечити необхідний рівень готовності, кваліфікованість і ефективність діяльності оператора ЕС (на прикладі користувачів SCADA-систем) і контрольованими параметрами процесу підготовки: тривалість підготовки і ресурси (програмні засоби підготовки, методична і технічна підтримка).

Способом рішення задачі є оптимізація рівня готовності  $\Phi(G(t), R, T)$  операторів ЕС у вигляді гарантованої оцінки

$$Y^* = \min_R \max_{G(t)} (G(t), R, T), \quad (2)$$

де  $G(t)$  - функція розподілу часу безпомилкового виконання завдання оператором в стані готовності;

$R$  - ресурс, необхідний для забезпечення необхідного рівня готовності;

$T$  - час досягнення рівня готовності.

Необхідно відзначити, що кожна властивість якості структурної складової технічної системи, як і системи в цілому визначається двома числовими параметрами - відносним показником і вагомністю. Ґрунтуючись на такій вихідній позиції, можна виробити загальний алгоритм комплексної оцінки якості досліджуваного пристрою або системи.

Для цієї мети необхідно сформулювати стратегію управління підготовкою фахівців, запропонувати відповідні методи, алгоритми, структуру програмно-методичного комплексу, фахівців, що відносяться до підготовки, в даній області діяльності.

Необхідне вирішення ще однієї важливої проблеми - адаптивність ланок соціо-технічної системи (людина-людина, людина-машина, людина-середовище). Критеріями рішення такої задачі є: час, стабільність, зв'язність. Пропонується наступний методичний підхід.

Виділяються об'єкти управління у вигляді машинної і людської ланок. Останній забезпечує не тільки функції програмно-інформаційного забезпечення, але і організаційну саморегуляцію комутативної системи і її ланок. Це дозволяє зберегти задані динамічні властивості системи людина - машина - середовище і забезпечувати надійність її функціонування в умовах даного середовища.

Методом управління таких систем є переорієнтація цільових функцій, що дозволяють вести розбиття впорядкованих неоднорідностей шляхом обриву зв'язків інтегральної підмножини через певні проміжки часу.

Способом вирішення задач є досягнення рівня зростання незалежної змінної введенням прогностичних функцій у вигляді покрокової гарантованої стратегії управління

$$S_u = \sum_{k \in N} [f(z_p) - f(z_{np})] - \min, \quad (3)$$

де  $f(z_p), f(z_{np})$  - відповідно значення функцій зростання незалежної змінної і стратегію управління.

При цьому функція зростання незалежної змінної і функції досягнення мети визначають покрокові втрати системи у відсутності управління і стратегію управління.

*Висновки.* Викладений матеріал ґрунтується на основі припущень про універсальність моделей з сімома змінними, розроблених автором з використанням статистичного матеріалу, які дозволяють формалізувати деякі сторони інтелектуальної діяльності людини, а також дають можливість через встановлені закономірні зв'язки (біологічні витoki психології, соціології і кардинальної анатомії - біопсика) моделювати деякі сторони психологічної діяльності людини за допомогою математичних моделей і створювати самі кібернетичні пристрої. При цьому оцінка ергодичних параметрів є складовою частиною загальної оцінки якості і технічного рівня об'єкту або системи.

#### Література

1. Ергономіка в будівництві : підручник / А.С. Беліков, В.А. Шевяков, В.В. Мелашич [та ін.] ; під ред. д.т.н., проф. А.С. Белікова. – Дніпропетровськ : ІМА-прес, 2009. – 208 с.
2. ДСТУ ISO 6385 – 99. Державний стандарт України. Ергономічні принципи проектування робочих систем. – Вид. офіц. – К. : Держстандарт України, 1999. – 5 с.
3. *Мойсеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа / Н.Н. Мойсеев. – М. : Наука, 1981. – 488 с.
4. *Николис Дж.* Динамика иерархических систем : эволюционное представление / Дж. Николис. – М. : Мир, 1989. – 488 с.
5. *Пригожин И.* Конец определенности. Время, Хаос и Новые законы природы / И. Пригожин. – Ижевск : редакция журнала “Регулярная и хаотическая динамика”, 1999. – 215 с.
6. *Драганов Б.Х.* Динамика синергетических и иерархических систем в эволюционных процессах / Б.Х. Драганов // Відновлювана енергетика, 2009. - №2 (17). – С. 5-7.
7. *Мойсеев Н.Н.* Алгоритм развития / Н.Н. Мойсеев. – М. : Наука, 1987. – 303 с.
8. *Хакен Г.* Синергетика : иерархии неустойчивости в самоорганизующихся системах и устройствах : пер. с англ / Г. Хакен. – М. : Мир, 1983. – 423 с.
9. *Шустер Г.* Детерминированный хаос. Введение / Г. Шустер. – М. : Мир, 1988. – 240 с.
10. *Пригожин И.* Введение в термодинамику необратимых процессов / И. Пригожин. – М. : Изд. иностр. лит., 1960. – 127 с.

11. *Гончарова С.А.* Способ обработки изображений проектируемого объекта в задачах инженерного анализа / *С.А. Гончарова* // Эргономическое обеспечение проектирования и эксплуатации изделий машиностроения ; Институт технической кибернетики АН БССР. – Минск, 1988. – С. 21-22.

## **ЭРГОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И СБОРА ДАННЫХ**

Болбот И.М.

*Аннотация* - рассматриваются эргономические аспекты систем диспетчерского управления и сбора данных так называемых SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) - систем. Указывается роль системного анализа и иерархического подхода для получения оптимального решения.

## **ERGONOMETRIC ANALYSIS OF SYSTEMS CONTROLLER'S MANAGEMENT AND CAPTURE OF DATA**

I. Bolbot

### *Summary*

The ergonomics aspects of the systems of controller's management and capture of data of so-called SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) are examined - systems. The role of analysis of the systems and hieratical approach is specified for the receipt of optimum decision.

УДК 631.362-546

## **ПЕРЕДУМОВИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСТУ ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОЯВИ СТРУМІВ ВИТОКУ В МЕРЕЖАХ 0,38 кВ**

Герасименко В.П., здобувач\*

*ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»*

Тел. (097) 358-94-01

**Анотація** – проведено аналіз способів і засобів підвищення надійності захисту та попередження появи небезпечних струмів в мережах 0,38 кВ.

**Ключові слова** – струм, захист, ізоляція, заземлення, занулення.

*Постановка проблеми.* Захисні засоби (захисне заземлення, занулення, захисне відключення) здійснюють захист людини від поразки електричним струмом при факті аварійної ситуації, що вже відбулася, наприклад, при замиканні фази на корпус електроустановки внаслідок пошкодження ізоляції всередині електроустановки. Якщо використання цих засобів з якої-небудь причини виявиться не ефективним, то людина може отримати серйозну травму аж до летального результату. Триступінчата система захисту від ураження електричним струмом на базі пристрою захисного вимикання (ПЗВ) має досить високу ефективність і зводить вірогідність ураження електричним струмом практично до нуля. Проте, як показує практика, ці пристрої не набули великого поширення, і зараз на ринку ПЗВ найчастіше зустрічаються звичайні електромеханічні пристрої, що реагують тільки на струм витікання і мають низьку електрозахисну ефективність. Тому, для забезпечення вимог електробезпеки і економічної ефективності, доцільнішим є застосування таких заходів, які дозволяють виявити появу струмів витоку на ранній стадії і запобігти експлуатації систем електропостачання або електроприймача з низьким опором ізоляції [1, 2, 3].

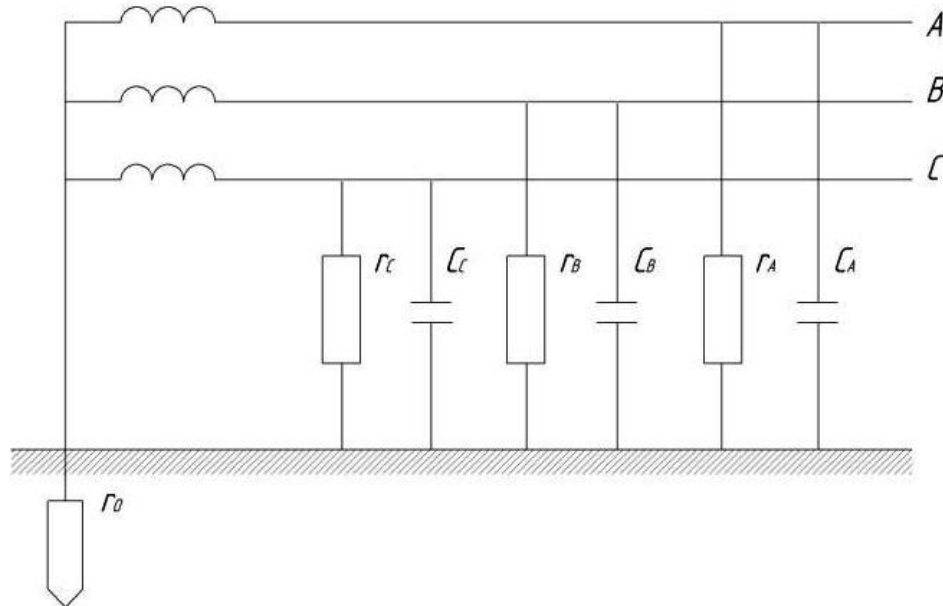
*Аналіз останніх досліджень.* До цих пір основним методом контролю стану ізоляції є метод вимірювання опору ізоляції за допомогою мегомметра. У даному методі вимірюється по черзі опір ізоляції кожної фази щодо землі і між кожною парою фаз за відсутності на-

---

© здобувач Герасименко В.П.

\*Науковий керівник - д.т.н., проф. Козирський В. В.

пруги. Головний недолік цього методу полягає в періодичності контролю опору ізоляції [4]. Немає ніякої гарантії в тому, що при експлуатації електроустановки між двома випробуваннями не відбудеться аварійних пошкоджень ізоляції.



$r_A, r_B, r_C$  - опори ізоляції фаз щодо землі;  
 $C_A, C_B, C_C$  - ємності фаз щодо землі;  
 $r_0$  - опір заземлення нейтралі.

Рис. 1. Схема заміщення мережі з глухозаземленою нейтраллю.

Також слід зазначити, що вимірювана мегомметром величина опору ізоляції не відповідає дійсному значенню при змінній напрузі 220 В. По-перше, оскільки вимірювання проводяться на постійній напрузі, то не враховується складова ємності опору ізоляції. Як впливає з схеми заміщення мережі з глухозаземленою нейтраллю (рис. 1), повний опір кожної фази щодо землі має активну і ємнісну складові. По-друге, величини омичного опору ізоляції, для постійного і змінного струму різні. По-третє, оскільки опір ізоляції нелінійно залежить від прикладеної напруги, то значення опору ізоляції при напрузі мегомметра 1000В і при фазній напрузі мережі відрізнятимуться [5].

Таким чином, з указаних причин контроль ізоляції мегомметром не відображає дійсного стану ізоляції. Це підтверджує необхідність здійснення безперервного контролю ізоляції шляхом застосування спеціальних пристроїв.

Вимоги, яким повинно задовольняти пристрій безперервного контролю ізоляції сформульовані у [6]:

- 1) пристрій повинен показувати тільки активний або омичний опір ізоляції фаз щодо землі незалежно від місткості;
- 2) коливання напруги мережі не повинні впливати на точність показань приладу;
- 3) пристрій повинен бути достатньо надійним;
- 4) повинен здійснюватися самоконтроль;
- 5) опір внутрішніх ланцюгів приладу щодо землі повинен бути значно вищим за повний опір фаз. Інакше при підключенні пристрою до мережі підвищиться небезпека експлуатації електроустаткування;
- б) пристрій повинен бути селективним (для швидкого визначення місця пошкодження ізоляції).

Пристрої контролю ізоляції, як правило, діють на сигнал "Контроль з відключенням", допустимий в мережах з резервуванням електропостачання основних споживачів. Якщо цього немає, то проводяться техніко-економічні розрахунки, в яких зіставляється вартість впровадження безперервного контролю із збитками від раптового відключення електроприймачів у разі виведення мережі з експлуатації при зниженні опору ізоляції [7].

Більшість з розроблених пристроїв контролю ізоляції призначені для роботи в мережах з ізольованою нейтраллю (УАКИ, АЗАК, РУ і т. п.). Для мереж з глухозаземленою нейтраллю, не дивлячись на актуальність проблеми, явно недостатньо розробок і практично всі вони відносяться до 70-80 років двадцятого століття. Жодна з них при цьому не набула широкого поширення. Найчастіше згадуваною в літературі є схема контролю ізоляції, що працює на струмах нульової послідовності.

Схема контролю стану ізоляції за допомогою трансформатора струму нульової послідовності (ТСНП) показана на рис. 2.

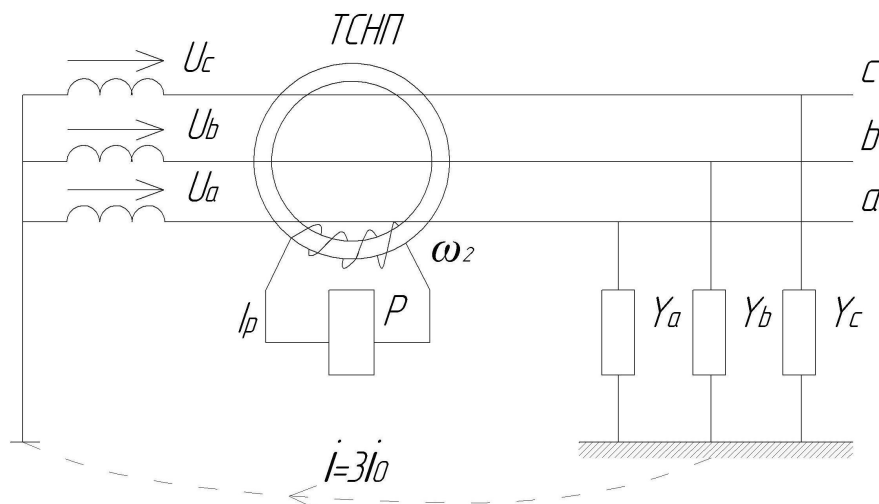


Рис. 2. Схема контролю стану ізоляції.

Первинною обмоткою цього трансформатора є три фазні провідники контрольованої мережі. Вторинна обмотка рівномірно намотується на осердя, і до неї підключаються реле або вимірювальний прилад. У разі контролю малих струмів витоку вторинна обмотка може приєднуватися до реле (вимірювального) приладу через різні підсилювачі.

Струм у вторинній обмотці ТСНП пропорційний струму нульової послідовності

$$\dot{I}_p = \frac{3\dot{I}_0}{k_T}, \quad (1)$$

де  $k_T$  - коефіцієнт трансформації ТСНП.  
У свою чергу [5]

$$3\dot{I}_0 = \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = U_\phi g_0 \frac{Y_a + a^2 Y_b + a Y_c}{Y_a + Y_b + Y_c + g_0}, \quad (2)$$

де  $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$  - струми витоку через ізоляцію фаз a, b, c;  
 $Y_a, Y_b, Y_c$  - комплексна провідність фаз щодо землі;  
 $g_0$  - провідність нейтралі трансформатора.

Струми  $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$  наводять в осерді трансформатора магнітні потоки, геометрична сума яких індукуює у вторинній обмотці ЕРС, що обумовлює струм  $\dot{I}_0$ . За відсутності пошкоджень ізоляції, тобто при рівності  $Y_a = Y_b = Y_c = Y$  вираз (2) прийме вигляд:

$$3\dot{I}_0 = \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = U_\phi g_0 \frac{Y(1 + a^2 + a)}{3Y + g_0} = 0$$

Тобто, струм у вторинній обмотці також буде рівний нулю. Проте, сумарний магнітний потік в осерді навіть при ідеальній ізоляції має значення, відмінне від нуля. Це пояснюється відхиленнями конструкції трансформатора струму від абсолютно симетричної форми розташування обмоток, можливою асиметрією напруги живлячої мережі, а також впливом різних наведень (зовнішні магнітні поля від близько розташованих кабелів і шин, блукаючі струми і ін.). Всі ці чинники обумовлюють так звані струми небалансу, які обмежують можливість збільшення межі чутливості пристрою захисту, який ґрунтується на контролі струмів нульової послідовності.

*Формулювання мети статті.* Проаналізувати існуючі захисні засоби, робота яких ґрунтується на контролі опору ізоляції та на вимірю-



ванні струмів витоку і запропонувати технічне рішення, що забезпечує упередження враження людини електричним струмом.

*Основна частина.* У Відокремленому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут» на базі лабораторії «Електропостачання» була створена дослідна установка, яка дозволяє робити поточний контроль стану лінії 0,38 кВ за величиною струму витоку в конкретний момент часу, записує дані в пам'ять персонального комп'ютера та програмно задавати будь-яку величину спрацювання захисту за струмом витоку.

Дослідна установка виконана на базі мікроконтролера МІК-51Н фірми «МІКРОЛ», який через перетворювач інтерфейсу зв'язку USB В RS485 ПИ485\USB фірми РегМик приєднаний до персонального комп'ютера. В якості датчика використовується трансформатор струму нульової послідовності (рис. 3).



Рис. 3. Дослідна установка.

Програмування виконується за допомогою програми ALFA, яка дозволяє вести програмування функціональними блоками (рис.4). Побудова графіку величини струму витоку виконується за допомогою програми «МІК-Регистратор», в даній програмі доступні такі функції, як поточний моніторинг з побудовою графіку, моніторинг з побудовою графіку на певному проміжку часу та запис інформації в пам'ять комп'ютера.

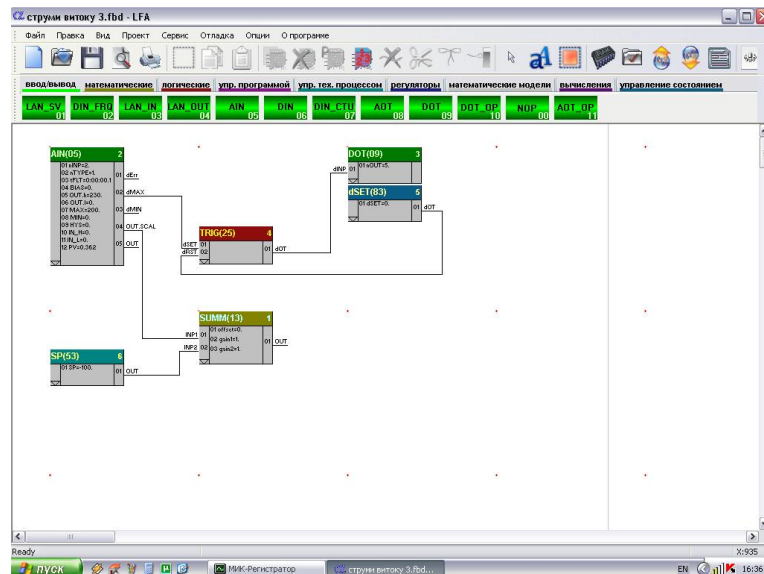


Рис. 4. Структурна схема роботи пристрою в програмі ALFA.

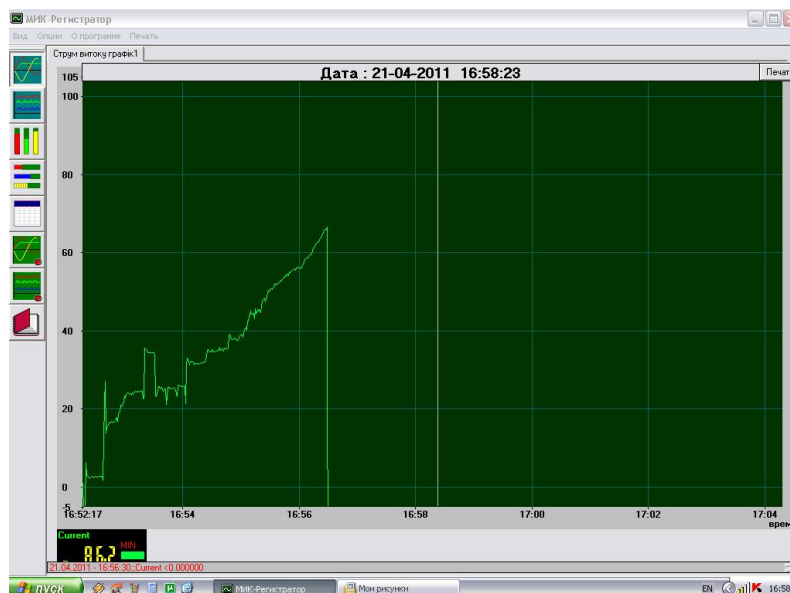


Рис.5. Графік струмів витoku в програмі «МИК-Регистратор»

*Висновки.* Створена установка забезпечує поточний контроль і реєстрацію величини струму витoku, математичну обробку та графічне відображення результатів на проміжках часу, що обумовлені користувачем.

#### Література

1. *Козирський В.В.* Вплив електричного струму на організм людини та сільськогосподарських тварин в мережах напругою до 0,4 кВ / *В.В. Козирський, В.П. Герасименко* // Техніка і технології АПК. – 2010. - № 12(15).
2. *Коряков Д.В.* К вопросу о необходимости постоянного контроля изоляции в электрических сетях до 1 кВ с глухозаземлённой ней-

тралью / *Д.В. Коряков* // Тезисы докладов I Межрегиональной научно-практической конференции «Энергетика в современном мире». – Чита : ЧитГУ. – 2001. – С. 55-59.

3. *Сидоров А.И.* Постоянный контроль изоляции в электрических сетях до 1 кВ с глухозаземлённой нейтралью - один из путей снижения электротравматизма / *А.И. Сидоров, Д.В. Коряков, И.Ф. Суворов* // Электробезопасность. – 1999. - № 3-4. – С. 78-85.

4. *Масорский В.И.* Контроль изоляции в сетях с заземленной нейтралью / *В.И. Масорский* // Автоматизация и электрификация предприятий. - М. : Энергоатомиздат, 1983. – С. 154-159.

5. *Цапенко Е.Ф.* Контроль изоляции в сетях до 1000 В / *Е.Ф. Цапенко.* - 2-е изд., перераб. - М. : Энергия, 1972. – 325 с.

6. Охрана труда в электроустановках : учебник для вузов / под ред. *Б.А. Князевского.* - 3-е изд. - М. : Энергоатомиздат, 1983. – 283 с.

7. *Манойлов В.Е.* Основы электробезопасности / *В.Е. Манойлов.* - 5-е изд. - Л. : Энергоатомиздат, 1991. – 442 с.

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗАЩИТЫ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПОЯВЛЕНИЯ ТОКОВ УТЕЧКИ В СЕТЯХ 0,38 кВ**

Герасименко В.П.

**Аннотация** – в работе проведен анализ способов и средств повышения надежности защиты и предупреждения появления опасных токов в сетях 0,38 кВ.

## **AN INCREASE OF RELIABILITY OF DEFENCE AND WARNING OF APPEARANCE OF CURRENTS OF SOURCE IS IN THE 0.38 kV NETWORKS**

V. Gerasymenko

### **Summary**

**It is the analysis of methods and increased facilities of reliability of defence and warning of appearance of dangerous currents is conducted in the 0,38 kV networks.**

УДК 621.3.066.6

## РОЗРАХУНОК ГЛИБИНИ ПРОПЛАВЛЕННЯ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ КОМУТАЦІЙНИХ АПАРАТІВ НАПРУГОЮ ДО 1000 В

Щербак Т.В., аспірант\*

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Тел. (044) 527-87-36

**Анотація** - в статті розглянуті питання глибини проплавлення матеріалу контакт-деталей при комутації струму в залежності від енергії електричної дуги, часу її горіння, при розмиканні електричного кола і фізико-механічні властивості контактного матеріалу.

**Ключові слова** - контакт-деталі, апарати, комутація, температура, теплоємність металу.

*Постановка проблеми.* Введення поняття ефективної температури, що визначається скритою теплотою плавлення, застосовується для визначення глибини проплавлення.

*Аналіз останніх досліджень* Визначення глибини проплавлення контакт-деталей комутаційних апаратів дозволить прогнозувати їх термін служби, тим самим дозволить зменшити кількість ТО та додаткових затрат на діагностування енергеобладнання.

Глибина проплавлення контакт-деталей впливає на інтенсивність електричної ерозії контактів при комутації струму.

*Формулювання мети роботи.* Визначення глибини проплавлення робочої поверхні контактів в залежності від фізико-механічних властивостей контактного матеріалу, дозволить прогнозувати їх термін служби в певних умовах експлуатації.

*Основна частина.* Ефективна температура – це температура, до якої була б нагріта розплавлена маса металу при затраті на це тепла, що визначається скритою теплотою плавлення:

$$m_1 C_1 T_{ef} = m_1 q, \quad T_{ef} = \frac{q}{C_1}, \quad (1)$$

де  $q$  – скрита теплота плавлення;  
 $C_1$  – теплоємність.

---

© аспірант Щербак Т.В.

\* Науковий керівник – к.т.н., доц. Радько І.П.

В першому наближенні будемо рахувати, що теплоємність розплавленого металу дорівнює теплоємності металу, який набув температуру робочого середовища:

$$T_{ef} = \frac{q}{C_1}, \quad (2)$$

Розрахункова температура плавлення

$$T_{1\text{розр.}} = T_{пл} + T_{ef} = T_{пл} + \frac{q}{C_1}, \quad (3)$$

Глибина лунки розплавлення  $h$  визначається координатою із рівняння.

Розрахункова температура кипіння

$$T_{2\text{розр.}} = T_{кип} + \frac{q_{вип}}{C_0}, \quad (4)$$

де  $C_0$  – теплоємність розплавленого металу;  
 $q_{вип}$  – скрита температура випаровування.  
 Розрахункова температура кипіння

$$T_{розр.} = T_{кип} + \frac{q}{C_1} + \frac{q_{вип}}{C_0}, \quad (5)$$

Приймаємо, що вся кількість, яка виділяється в зоні розплаву контактів, дорівнює енергії, що витрачається за час комутації.

Стає можливим визначити глибину проплавлення контактів, виходячи із рішення рівняння теплопровідності із якого витікає

$$e^{-\frac{h^2}{4at_0}} = \frac{T_{розр} 2\sqrt{\pi at_0}}{Q}, \quad (6)$$

де  $h$  – глибина проплавлення контактів, координати точок, температура яких досягає  $T_{розр.}$

В кінці розмикання контактів  $t_0$ .

Сила джерела, що діє на один контакт, дорівнює енергії  $W$ , що виділяється в контактах за  $t_0$

$$Q = \frac{W}{2f_0c\gamma}, \quad (7)$$

де  $f_0$  – площа розплавленого металу.

$$e^{-\frac{h^2}{4at_0}} = \frac{4T_{розр} \sqrt{\pi at_0} f_0 c \gamma}{W}; \quad (8)$$

$$e^{\frac{h^2}{4at_0}} = \frac{W}{4T_{розр} \sqrt{\pi at_0} f_0 c \gamma}; \quad (9)$$

$$W = U_0 I_0 t_0 \omega. \quad (10)$$

Величина контактів поверхні при плавленні залежить від глибини проплавлення:

$$h = 0,3d_0; \quad f_0 = \frac{\pi d_0}{4} = \frac{\pi \left( \frac{h^2}{0,03} \right)}{4} = 8,72h^2 = \varphi h^2.$$

Визначення  $h$  зводиться до рішення трансцендентного рівняння:

$$e^{\frac{h^2}{4at_0}} = \frac{U_0 I_0 t_0 \omega}{4T_{розр} \sqrt{\pi at_0} f_0 c \gamma} = \frac{U_0 I_0 t_0 \omega}{4T_{розр} \sqrt{\pi at_0} \varphi h^2 c \gamma}; \quad (11)$$

$$h^2 e^{\frac{h^2}{4at_0}} = \frac{U_0 I_0 t_0 \omega}{4T_{розр} \sqrt{\pi at_0} \varphi c \gamma} = \frac{U_0 I_0 \sqrt{t_0} \omega}{4T_{розр} \sqrt{\pi} \frac{\lambda}{c \gamma} \varphi} = b = \sqrt{\pi \lambda c \gamma} = \frac{U_0 I_0 \sqrt{t_0} \omega}{4T_{розр} \sqrt{\pi \lambda c \gamma} \varphi} = \frac{U_0 I_0 \sqrt{t_0} \omega}{4T_{розр} b \varphi}. \quad (12)$$

Практично подовженість розмикання електричних контактів знаходиться в межах  $t_0 = 0,01 - 0,03$  с, а глибина проплавлення  $0,1 - 0,6$ :

$$e^{\frac{0,3b}{0,03 \cdot 4 \cdot 0,4}} = e^{\frac{0,3b}{0,048}} = e^{0,2} = 1,2;$$

$$e^{\frac{0,01}{0,010 \cdot 3,4}} = e^{\frac{1}{1,2}} = e^{1,2} = 3,3;$$

$$h = \frac{1}{2,3} \sqrt{\frac{U_0 I_0 \sqrt{t_0} \omega}{\varphi b T_{розр}}}. \quad (13)$$

Коефіцієнт  $B$  залежить від властивостей матеріалу і для різних металів складає

$$B = \left( \frac{30}{70} \right) \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с}^2}.$$

Глибина проплавлення в мм. При  $U_0=200$  В,  $L=0,5$  Гн,  $I_H=1; 5; 10$  А.

*Висновки.* Визначення фізико-механічних властивостей контактного матеріалу дозволить обрахувати глибину проплавлення робочої поверхні контактів в залежності від характеру навантаження та визначити, їх термін служби апаратів для даних умов експлуатації, що продовжить термін служби апаратів і підвищить їх економічну ефективність використання.

#### Література

1. *Буткевич Г.В.* Износ электродов под действием вращающейся электрической дуги / *Г.В. Буткевич, Е.М. Цейров* // Сб. научн. тр. - М. : Высшая школа. - 1948. - С. 6-18.
2. *Витенберг М.И.* Сопротивление электрических контактов из благородных металлов / *М.И. Витенберг* // Электротехника. - 1972. - №10. - С. 46-50.
3. *Витенберг М.И.* Стабильность сопротивления электрических контактов / *М.И. Витенберг* // Вопросы радиоэлектроники. Серия ТПС. - М.: 1971. - Вып. 4. - С. 16-22.

### РАСЧЕТ ГЛУБИНЫ ПРОПЛАВЛЕНИЯ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ КОМУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Щербак Т.В.

*Аннотация* - в статье рассмотрены вопросы глубины проплавления материала контактных деталей при коммутации тока в зависимости от энергии электрической дуги, времени ее горения, при размыкании электрического круга и физико-механические свойства контактного материала.

### CALCULATION OF DEPTH MELTING CONTACT - DETAILS SWITCHBOARD VEHICLES BY TENSION TO 1000 V

T. Scherbak

#### *Summary*

In the article the considered questions of depth of proplavleniya of material of pin details are during commutation of current depending on energy of voltaic arc, time of her burning, at breaking of electric circle and pfisical and mecanyc\_properties of pin material.

УДК 631.371.621

## КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ СІЛЬСЬКИХ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ МЕРЕЖ ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Сотнік О.В., інженер,

Лисиченко М.Л., д.т.н.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

Тел. (0572) 712-50-56

***Анотація*** – запропоновано удосконалити розрахунки сільських побутових споживачів за використану електроенергію з енергосистемою.

***Ключові слова*** – компенсація реактивної потужності, сільські низьковольтні мережі побутового призначення.

*Постановка проблеми.* Житлово-побутовий сектор є найменш керованим споживачем електроенергії.

Планувати економію електроенергії в цьому секторі через наявність великої кількості вузлів навантаження, різноманітності електроспоживачів та різних режимів роботи цих приладів ускладнено.

*Аналіз останніх досліджень.* Впровадження побутових приладів в побут сільського населення, інтенсифікація робіт, пов'язаних з обслуговуванням підсобних господарств призвело до того, що коефіцієнт потужності в цих мережах менший (0,7-0,8), ніж в мережах живлення промислових підприємств, де встановлюються засоби компенсації реактивної потужності [1].

Відповідно до існуючого положення в Україні споживач оплачує електроенергію обраховану лічильником активної енергії, що ніяким чином не спонукає споживачів компенсувати реактивну потужність. Причому, останнім часом спостерігається постійне зростання встановленої потужності електрообладнання сільського населення з огляду на зміну власності в АПК.

*Формулювання мети статті.* Компенсація реактивної потужності в сільських низьковольтних мережах побутового призначення є необхідною умовою зменшення втрат електроенергії.

*Основна частина.* Одержані результати підрахунку середнього



зваженого коефіцієнта потужності сільського побутового електроспоживання не тільки визначають значення  $\cos \varphi_n$  при різному навантаженні мережі, а і підтверджують його низький рівень, що вимагає необхідності компенсації реактивної потужності сучасного побутового електроспоживання [1].

Враховуючи, що значення середнього зваженого  $\cos \varphi$ , дає вірні уявлення про цю величину в процесі її зміни, оцінка факторів, аналіз і визначення критеріїв для вивчення проблеми компенсації реактивної потужності повинні бути ґрунтовані на фактичному матеріалі досліджень побутового електроспоживання.

Існують два принципово різні способи компенсації реактивної потужності: груповий, індивідуальний.

Умовно групову компенсацію можна поділити на: групову керувану компенсацію та групову місцеву компенсацію.

У міських електричних мережах є спроби використати для компенсації реактивної потужності побутових навантажень групову керувану компенсацію, місцеву групову компенсацію і індивідуальну групову компенсацію [2].

Суттєвим недоліком групової компенсації є те, що ускладнюється електрообладнання трансформаторної підстанції, скорочується термін періодичних профілактичних робіт, збільшується штат обслуговуючого персоналу, зростає вартість будівельної і монтажної частини трансформаторної підстанції.

Нарешті, при цих недоліках, групова регульовальна компенсація не розв'язує головної задачі - додаткові втрати електроенергії від реактивного побутового навантаження повністю залишаються в низьковольтних мережах, тобто там, де втрати мають найбільше значення.

Тому групова регульовальна компенсація для сільських побутових мереж не може бути рекомендована.

При груповій місцевій компенсації батареї конденсаторів встановлюють на ввіді в будинки і вмикають на лінійну напругу. Однак, ця компенсація, як і групова регулююча компенсація є "жорсткою", яка не відповідає специфічним умовам побутового електроспоживання з безперервною зміною реактивної потужності.

Групову місцеву компенсацію, як і групову регулюючу компенсацію, не може забезпечити компенсацію реактивної потужності в оптимальному режимі, яка здійснюється при індивідуальній компенсації [3].

Індивідуальна компенсація, найбільш відповідає умовам побутового електроспоживання, має значні переваги: виключаються втрати на пристрої автоматичного регулювання ємності конденсаторних батарей, відпадає необхідність реконструювати і збільшувати об'єм

трансформаторних пунктів, не ускладнюється експлуатація сільських мереж, збільшується якість електричної енергії - напруга підвищується і стабілізується, зменшуються втрати електроенергії і за рахунок цього збільшується пропускна спроможність сільських низьковольтних мереж.

Практичне здійснення індивідуальної компенсації по суті не потребує ніяких складних підготовчих заходів. Наприклад, деякі автори пропонують встановлювати конденсатори малої потужності разом із увімкненим двигунним навантаженням (насоси, електропили, корморізки, тощо) [4]. Як показано авторами [3,5,6] індивідуальна компенсація має суттєвий недолік - погіршується в порівнянні з груповою компенсацією використання компенсуючої потужності. Крім того, для здійснення індивідуальної компенсації необхідно, щоб споживач був зацікавлений в компенсації реактивної потужності.

За цієї причини індивідуальна компенсація реактивної потужності для сільських побутових мереж не може бути запропонованою.

Індивідуальна групова компенсація в порівнянні з індивідуальною компенсацією значно збільшує час використання ємності. При індивідуальній груповій компенсації, ємність, яка устанавлюється індивідуально для кожного споживача реактивної енергії, використовується з урахуванням роботи групи споживачів і тому може бути зменшена відповідно до режиму одночасної роботи групи споживачів.

У сільській місцевості переважають індивідуальні будинки, в яких кількість працюючих електроприладів, які споживають реактивну потужність, змінюється як протягом дня, так протягом сезону року, тому застосувати групову індивідуальну компенсацію неможливо.

З наведеного короткого аналізу видно, що в сільських побутових мережах компенсація реактивної потужності побутового електроспоживання не забезпечує позитивного ефекту.

Так, споживач оплачує електроенергію враховану лічильником активної енергії, він не буде турбуватись про високий рівень коефіцієнта потужності. А втрати викликані реактивною потужністю є суттєвими. Наприклад: трансформаторна підстанція  $S_n = 160$  кВА за рік відпускає 28 тис. кВт·год. Якщо брати середньорічний коефіцієнт потужності 0,7 і вартість 1 кВт·год як 1 кВА·год, то ми не доодержуємо 12 тис. кВА. А отже можна підрахувати збитки які несе електропостачальна компанія [7].

Використання електроенергії для обігріву житлових приміщень, підігріву води дало б можливість покращити техніко-економічні показники електричних мереж. У Норвегії, для

порівняння, при опаленні житлових будинків майже на 95% використовують електроенергію [8].

В Україні використання двозонних тарифів дозволило б знизити витрати на оплату опалення та гарячої води в 3-4 рази, разом з цим підвищити комфорт. Але населення мало інформовано про існування таких тарифів, та і всі грошові витрати пов'язані зі встановленням дво-, три тарифних лічильників активної енергії несе споживач.

За даними статистики у 2007 році кількість абонентів, що користувалися такими лічильниками склала 8389 або 0,17% від загальної кількості електроспоживачів в Україні [9].

*Висновки.* Одним з методів компенсації додаткових витрат енергосистеми, пов'язаних з покриттям додаткових витрат електроенергії в мережах, які викликані зниженням коефіцієнта потужності сільського побутового електроспоживання є удосконалення розрахунків сільських побутових споживачів з енергосистемою за використану електроенергію.

#### Література

1. Математичні моделі коефіцієнта потужності сільського побутового електроспоживання / *О.В. Сотнік, О.М. Балахонов, М.М. Вітренко [та ін.]* // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка "Проблеми енергозбереження та енергозабезпечення в АПК України". – Харків: ХНТУСГ. – 2008. – Вип.73. – С. 100 – 101.

2. *Нагорний П.Д.* Компенсація реактивної енергії в розподільних мережах 10-0,4 кВ / *П.Д.Нагорний* // Новини енергетики – 2002 – №3. – С. 64-66.

3. *Лидес А.Я.* Рациональная компенсация реактивной мощности бытового электропотребления: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. спец. 05.14.02 "Електричні станції, мережі і системи" / *А.Я. Лидес.* – М., 1971. – 23 с.

4. *Данько Р.А.* Компенсация реактивной мощности в электрических сетях / *Р.А. Данько* // Электрические сети и системы. – 2008. – №1. – С. 12 – 19.

5. *Омельчук А.О.* Щодо компенсації реактивної потужності в мережах споживачів електричної енергії / *А.О. Омельчук* // Энергетика и электрификация. 2004. – №6. – С.19-23.

6. *Соломчак О.В.* Методика вибору та порівняння варіантів компенсації реактивної потужності / *О.В. Соломчак* // Энергетика и электрификация. 2004. – №9. – С. 23-28.

7. Аналіз існуючих способів компенсації реактивної потужності сільських побутових споживачів / *О.В. Мірошник, О.В. Сотнік, О.М. Балахонов [та ін.]* // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка "Проблеми

енергозбереження та енергозабезпечення в АПК України". – Харків: ХНТУСГ. – 2009. – Вип.86. – С. 65 – 66.

8. *Дмитриев Г.С.* Нефть, газ, вода и ветер в энергетике Норвегии / *Г.С. Дмитриев* // Энергия – 2007 – №5. – С.10 – 17.

9. *Степаненко В.* Замещение природного газа на ночную электроэнергию в бюджетной сфере городов Украины / *В. Степаненко, С. Догаев* / Электрические сети и системы. – 2008. – №5. – С. 6 – 10.

## **КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ СЕЛЬСКИХ НИЗКОВОЛЬТНЫХ СЕТЕЙ БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Сотник О.В., Лисиченко Н.Л.

***Аннотация*** – предложено усовершенствовать расчеты сельских бытовых потребителей за использованную электроэнергию с энергосистемой.

## **COMPENSATION OF REACTIVE POWER OF RURAL NIZKOVOLITNYH NETWORKS OF THE OF DOMESTIC SETTING**

O. Sotnik, N. Lysychenko

### ***Summary***

**Is offered to improve calculations of the rural home consumers for used electric power with power system.**

УДК. 631. 331. 85

## ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫТАЛКИВАТЕЛЯ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОИ

Бородин И.А., инж.,

Шишлов С.А., к.т.н.,

Шишлов А.Н., к.т.н.

ФГОУ ВПО Приморская государственная сельскохозяйственная академия

Тел./факс 8(4234)391768

**Аннотация** - рассмотрены теоретические положения воздействия ударной нагрузки на зерно сои, приведены результаты экспериментальных исследований, подтверждающие теоретические положения.

**Ключевые слова** - ударная нагрузка, всхожесть, семя сои, точный высев.

*Постановка проблемы.* Осуществление точного пунктирного высева сои требует единичного отбора семян. В институте механизации сельского хозяйства Приморской ГСХА разработано устройство точного высева плунжерного типа, при работе которого происходит ударное воздействие на единичное зерно сои [5].

*Анализ последних исследований.* Для анализа влияния энергетического воздействия выталкивателя на зерно сои проведены испытания при помощи лабораторного устройства, разработанного на кафедре «Соппротивление материалов и детали машин», моделирующего принцип работы предлагаемого высевающего аппарата (рис. 1).

*Формулирование цели статьи.* За основу проведения лабораторного эксперимента приняли методику [2].

В проведенных нами опытах использовались семена сои сорта «Приморская – 69». Вес 1000 зерен составил 0,146 кг.

При комнатной температуре обработанные семена сои высевались в ящики размерами 0,6 х 0,6 х 0,15 м, наполненные почвой с опытных участков в соответствии с рекомендациями [3]. В каждом ящике высевались семена в количестве 50 шт. [2], в пять рядков. Расстояние между семенами в рядке 5 см, между рядками 10 см. Глубина заделки семян 3... 4 см.

В 1, 2, 3 ящики были посеяны семена, обработанные ударным импульсом, силами, соответственно,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  в зоне случайной по-

верхности семени.

В 4, 5, 6 ящики были высеяны семена, обработанные такими же силами  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ , но взаимодействие выталкивателя с семенем происходило в зоне «зародыша» зерна.

В 7 ящик высеивались необработанные семена (контроль).

Установка ударной силы  $F_1...F_3$  осуществлялась путем изменения начальной деформации рабочей пружины 3 при помощи регулировочного винта 4 (рис. 1), причем максимальную силу приняли в два раза меньше экспериментально установленной силы, вызывающей признаки остаточной деформации на поверхности зерна сои при воздействии плунжерного выталкивателя.

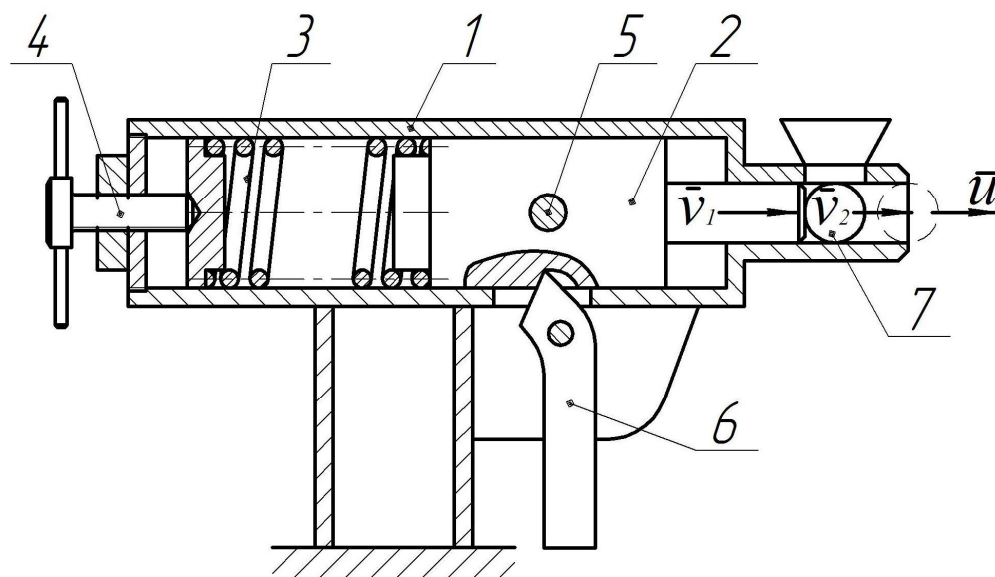


Рис. 1. Схема устройства для проведения обработки единичного зерна сои ударной нагрузкой: 1 – корпус; 2 – плунжерный выталкиватель; 3 – рабочая пружина; 4 – винт регулировки степени сжатия рабочей пружины; 5 – элемент устройства взвода; 6 – стопорное устройство; 7 – зерно сои.

*Основная часть.* Мы предлагаем следующую методику для определения силы ударного импульса на единичное зерно сои в аппарате плунжерного типа.

Изменение кинетической энергии теряемой системой при частично упругом ударе определится согласно теоремы Карно-Остроградского [1]

$$\Delta T = \frac{(1-k^2)}{2} \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} (v_1 - v_2)^2, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент восстановления зерна сои;  
 $m_1$  - масса толкателя, кг;  
 $m_2$  - масса зерна сои, кг;  
 $v_1$  - скорость выталкивателя в начальной фазе удара, м/с;  
 $v_2$  - скорость зерна в начальной фазе удара, м/с.

Тогда на основании теоремы об изменении кинетической энергии системы, учитывая, что начальная скорость семени  $v_2 = 0$  и задавшись необходимой деформацией рабочей пружины определим

$$v_1 = \sqrt{\frac{\sum A(F_k)}{\frac{1-k^2}{2} \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}}},$$

где  $\sum A(F_k)$  - сумма работ сил действующих на систему, Дж.

Зная начальную скорость выталкивателя  $v_1$ , можем определить общую скорость системы после удара [1]

$$u = \frac{1}{1 + \frac{m_2}{m_1}} \cdot v_1. \quad (2)$$

Имея значения изменения скорости выталкивателя за время удара, по теореме об изменении количества движения [1] определяем импульс ударной силы

$$mu - mv_1 = S, \quad (3)$$

где  $m$  – суммарная масса системы (выталкиватель – зерно), кг;  
 $S$  – импульс силы удара выталкиватель по зерну, Н·с.

Так как ударный импульс совершается под действием кинетической энергии, вызываемой силой упругости рабочей пружины, то задавшись величиной деформации пружины, определим время удара  $\Delta t$ , с.

$$\Delta t = \frac{S}{c \cdot \lambda},$$

где  $c$  – жесткость пружины, Н/м;  
 $\lambda$  – величина деформации пружины, м.

Зная величину изменения скорости  $\Delta v = v_1 - u$  и время  $\Delta t$ , в течение которого происходит это изменение, определяем величину среднего ускорения, м/с<sup>2</sup>

$$a_{cp} = \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

При  $\Delta t \rightarrow 0$  можно записать  $a_{cp} = a$ , тогда согласно основного закона динамики определим величину действия ударной силы на единичное зерно сои

$$F_{\ddot{a}i} = m_2 \cdot a. \quad (4)$$

Результаты проведенных опытов, при параметрах лабораторного устройства  $m_1 = 85$  г;  $\lambda_1 = 0,025$  м;  $\lambda_2 = 0,03$  м;  $\lambda_3 = 0,035$  м;  $c = 50000$  Н/м, средней массе зерна  $m_2 = 0,146$  г и коэффициенте восстановления  $k = 0,6$  [4], представлены в таблице 1.

Из представленной таблицы следует, что семена сои, обработанные ударным импульсом различной величины, имеют всхожесть в лабораторных условиях от 42% (воздействии силой  $F_3$  на поверхность семени в районе «зародыша») до 94% (воздействие силой  $F_1$  на случайный участок поверхности семени) при этом всхожесть зерна на контрольном участке показала 92%.

Таблица 1 - Всхожесть семян сои в зависимости от величины ударной нагрузки и контактной поверхности семени.

Номер ящика	Величина ударной силы $F_i$ , Н	Контактная поверхность	Дата высева	Дата контроля, количество всходов					
				25.01.10		30.01.10		04.02.10	
				шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	$F_1 = 2,15$	случайная	15.01.2010	27	54	46	92	47	94
2	$F_2 = 2,57$	случайная		24	48	43	86	43	86
3	$F_3 = 3$	случайная		24	48	39	78	41	82
4	$F_1 = 2,15$	"зародыш"		26	52	42	84	44	88
5	$F_2 = 2,57$	"зародыш"		21	42	36	72	33	66
6	$F_3 = 3$	"зародыш"		12	24	23	46	21	42
7	контроль	-		22	44	44	88	46	92

**Выводы.** 1. В результате проведенных опытов установлено, что воздействие ударной силы плунжерного выталкивателя в пределах  $F_1$  на всхожесть зерна сои не влияет.



2. Полученные результаты можно использовать для определения влияния динамических нагрузок на всхожесть семян сои при проектировании механических высевающих устройств плунжерного типа [5], оказывающих ударное воздействие на семена сои.

#### Литература

1. *Лачуга Ю.Ф.* Теоретическая механика / *Ю.Ф. Лачуга, В.А. Ксендзов.* – М.: КолосС, 2005.- 576 с.
2. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / *Б.А. Доспехов.* – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. *Степанов Н.С.* Практикум по основам агрономии / *Н.С. Степанов, И.И. Костецкий.* – М.: Колос, 1981. – 240 с.
4. *Бумбар И.В.* Совершенствование технологического процесса работы зерноуборочного комбайна на уборке сои / *И.В. Бумбар.* – Благовещенский СХИ, 1991. – 139 с.
5. Высевающий аппарат: пат. 91796 РФ № 2009136967/22; заявл. 06.10.2009; опубл. 10.03.2010, бюл. №7.

## ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ДІЇ ВИШТОВХУВАЧА НА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ СОЇ

Бородін І.А., Шишлов С. А., Шишлов А.Н.

**Анотація** - розглянуто теоретичні положення дії ударного навантаження на зерно сої, приведені результати експериментальних досліджень, що підтверджують теоретичні положення.

## INFLUENCE OF POWER INFLUENCE PUSHROD ON GERMINATION OF SEED SOY

I. Borodin, S. Shishlov, A. Shishlov

### *Summary*

**Theoretical positions of influence of the shock loading are considered on grain of soy, results over of experimental researches, confirmative theoretical positions, are brought.**

УДК 658.011.56

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ МАШИН ЗЕРНООЧИСНИХ АГРЕГАТІВ**

Постнікова М.В., аспірант\*,

Карпова О.П., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-23-41

**Анотація** – в роботі приведені експериментальні дослідження енергетики електроприводу машин зерноочисних агрегатів з ціллю оптимізації режиму роботи всієї потокової лінії очищення зерна.

**Ключові слова** – електропривід, асинхронний двигун, енергозбереження, енергетичні характеристики, раціональне використання електроенергії.

*Постановка проблеми.* Раціональне використання електроенергії на зернопунктах, оснащених енергоємним технологічним обладнанням, особливо актуально тепер, коли прийнята Національна енергетична програма України по енергозбереженню. Відомо, що 1 одиниця зекономленої електроенергії може зекономити не менш 5 одиниць первинних енергоресурсів.

Хоч з 1994 року прийнято 6 законів по енергозбереженню, 6 Указів Президента, більш 20 Постанов Уряду, створені Держкомітет, Держінспекція, ефективність діяльності системи організації енергозбереження не відповідає потребам України.

Електропривід, який є енергосиловою основою сучасного виробництва, споживає 65-70% усієї електроенергії, що виробляється. Збільшення цін на електроенергію і обмежені можливості у використанні енергоресурсів обумовили проблему енергозбереження, яка останнім часом набула особливої актуальності.

*Аналіз останніх досліджень.* Важливою умовою надійності і економічності зернопунктів є відповідність електроприводів характеристикам робочих машин. Потужності електродвигунів для робочих машин поточкових ліній, як правило, обираються з великим запасом, що приводить до низьких техніко-економічних показників. В зв'язку з цим виникла необхідність проведення дослідження по вибору елект-

---

© асп. Постнікова М.В., к.т.н., доц. Карпова О.П.

\*Науковий керівник - д.т.н., проф. Никифорова Л.Є.

родвигунів відповідної потужності.

В літературі є значна кількість робіт, присвячених, головним чином, розрахунку і вибору технологічних і конструктивних параметрів робочих машин зерноочисних агрегатів ЗАВ-20, ЗАВ-40, ЗАР-5. Питання енергетики потокових ліній і окремих машин освітлені недостатньо повно [1-3].

*Формулювання мети статті.* В роботі поставлена задача дослідження енергетики електроприводу машин зерноочисних агрегатів з ціллю оптимізації режиму роботи всієї потокової лінії очищення зерна.

*Основна частина.* Для досягнення високої продуктивності робочих машин потокових ліній особливо важливе значення має зниження питомої енергоємності технологічного процесу, збільшення корисної потужності приводного електродвигуна.

Як показують навантажувальні діаграми  $P = f(t)$ , основні витрати потужності використовуються на привід машини без врахування обробки зерна (без навантаження). Наприклад, (рисунок 1) витрати потужності на очищення зерна на зерноочисній машині ЗАВ-10.30000 для ЗАВ-20 незначні й становлять 0,03-0,05 кВт.

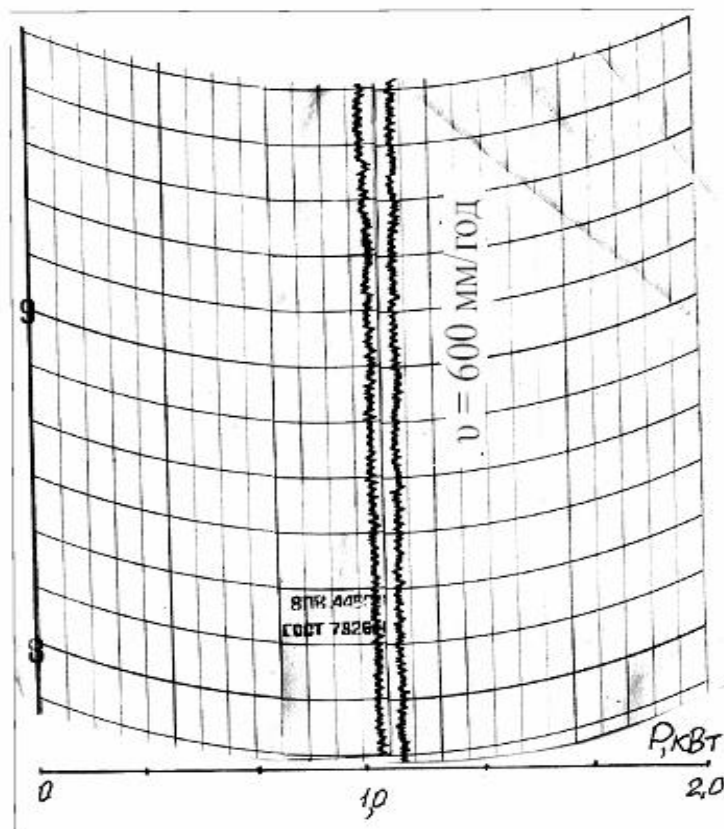


Рис. 1. Навантажувальна діаграма зерноочисної машини ЗАВ-10.30000 для ЗАВ-20.

Наростання навантаження трієрного блоку ЗАВ-10.90000 для ЗАВ-20 має плавний пульсуючий характер (рис. 2). Споживана потужність трієрного блоку зростає з 1,0 кВт на холостому ході до 1,7-2,5 кВт під навантаженням.

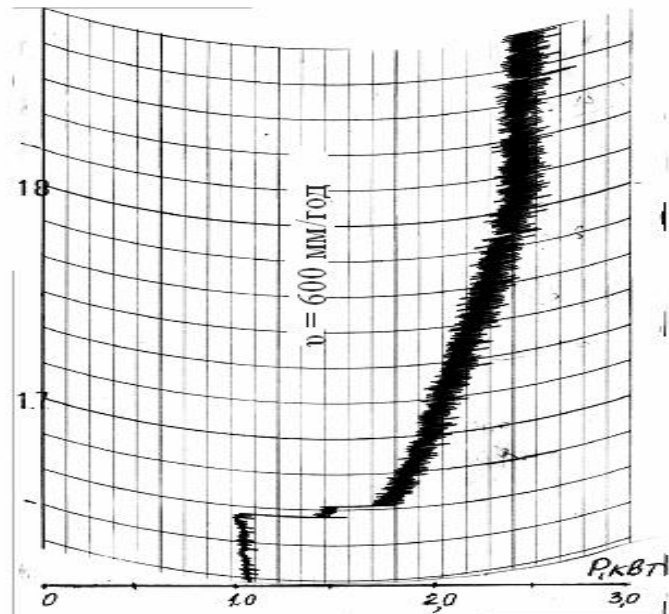


Рис. 2. Навантажувальна діаграма трієра ЗАВ-10.90000 для ЗАВ-20.

Норія завантажувальна - одна з машин, яка найбільш піддається коливанням навантаження. Частота пульсації навантажувальної діаграми норії залежить від швидкості руху стрічки з ковшами (рис. 3).

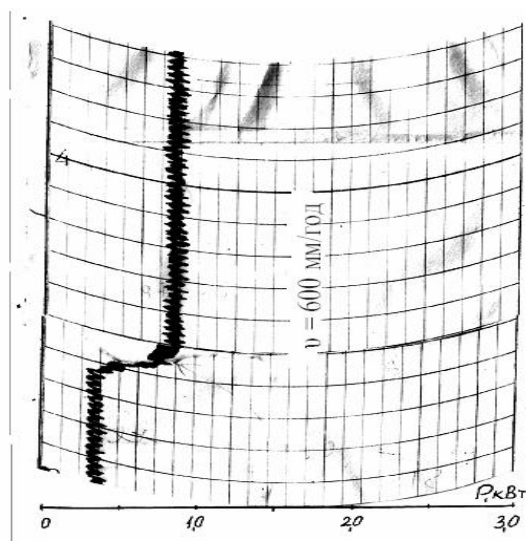


Рис. 3. Навантажувальна діаграма завантажувальної норії НЗ-20 для ЗАВ-20.

Завантаження норії залежить від якості вихідного зерна, його засміченості й вологості. Наприклад, для норії НЗ-20 споживана потужність на холостому ходу становить 0,4 кВт, а під навантаженням - 1,18 кВт. Найбільш важким режимом з погляду витрати електроенергії є робота на сухому зерні, при якій коефіцієнт завантаження норії близький до одиниці, а потужність досягає максимального значення. Із цього виходить, що розрахунок потужності, споживаної для приводу норії, можна вести без коректування на вологість зерна, що транспортується.

Однак, в потоковій лінії очищення зерна очисно-сортувальна група машин поєднується в єдиний блок і становить одну ланку очищення на потоковій лінії. На рисунку 4 представлена навантажувальна діаграма для однієї потокової лінії ЗАВ-20.  $P_{\text{спож.}} = 20,2$  кВт,  $Q = 10$  т/год.

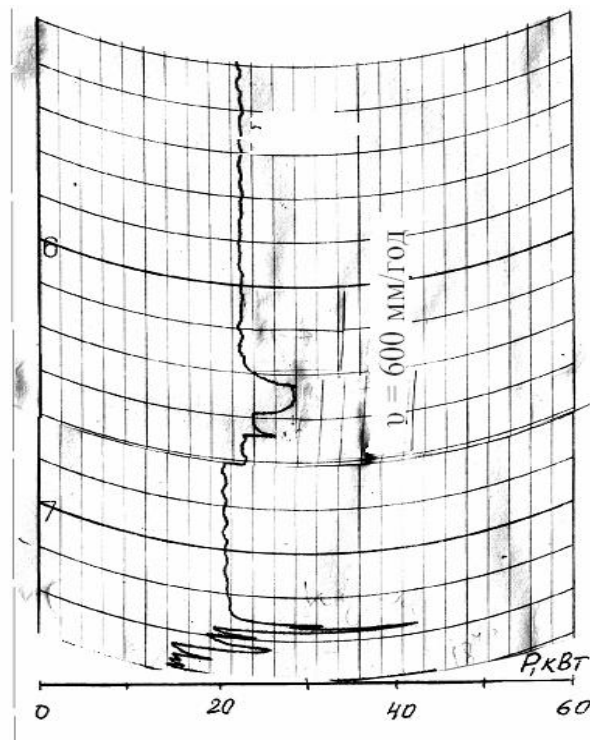


Рис.4. Навантажувальна діаграма однієї потокової лінії ЗАВ-20.

Машини конструктивно пов'язані одна з одною. Повітряна й решітна частини об'єднані в загальній конструкції. Овсюговий і кукольний трієра зв'язані загальним приводним механізмом. У цих умовах забезпечувати індивідуальне завантаження машин і домагатися оптимізації окремо кожної з них неефективно. Варто оптимізувати режим роботи всієї ланки потокової лінії.

Необхідно знайти оптимальну продуктивність потокової лінії, при якій виконуються всі технологічні обмеження на процес очищен-

ня зерна при мінімальних витратах електроенергії.

*Висновки.* Дослідження енергетичних параметрів машин зерноочисних агрегатів дають підстави зробити висновки: потужності встановлених електродвигунів завищені, зниження встановленої потужності електродвигунів дозволить скоротити витрати електроенергії на одиницю оброблюваної продукції на 8-10%.

#### Література

1. *Гончаров А.А.* Исследование электроприводов зерноочистительных агрегатов с целью достижения их оптимальных эксплуатационных характеристик: автореф. дис... канд. техн. наук / *А.А. Гончаров.* – К., 1981. – 24 с.

2. *Громак В.В.* Исследование автоматизированного электрического привода зерноочистительных агрегатов: автореф. дис... канд. техн. наук / *В.В. Громак.* – Волгоград, 1970. – 20 с.

3. *Карпова А.П.* Исследование влияния технических и технологических факторов на электропотребление при подработке зерна на юге УССР: автореф. дис... канд. техн. наук / *А.П. Карпова.* – К., 1981. – 21 с.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАШИН ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Постникова М.В., Карпова А.П.

*Аннотация* – в работе приведены экспериментальные исследования энергетики электропривода машин зерноочистительных агрегатов с целью оптимизации режима работы всей поточной линии очистки зерна.

### EXPERIMENTAL STUDY OF ENERGY ELEKTROPRIVODA MACHINES ZERNOOCHISTITELINYN UNIT

M. Postnikova, A. Karpova

#### *Summary*

The abstract in work are brought experimental is followings of energy electromechanic machines grain cleansing unit for the reason optimization state of working whole production line peelings grain.

УДК 658.011.56

## ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ДОВЖИНИ ВАЛЬЦЕВОЇ ЛІНІЇ НА ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ПРОЦЕСУ ПОМОЛУ ЗЕРНА

Карпова О.П., к.т.н.,

Саржан С.В., магістрант

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*пр. Б.Хмельницького, 18 м. Мелітополь, 72312, Україна*

тел. +38(0619)42-31-59

**Анотація** – визначений вплив довжини вальцевої лінії на енергоємність процесу помолу зерна.

**Ключові слова** – довжина вальцевої лінії, продуктивність, питома корисна потужність, повна споживана потужність.

*Постановка проблеми.* Підприємства борошномельного напрямку – це підприємства енергоємні, з великим споживанням електричної енергії. Наявність зв'язків між технологією та енергетикою на борошномельних підприємствах визначає не лише техніко-економічні, але і технологічні показники, а питома витрата електроенергії – фактор, для вивчення та нормування якого повинна бути приділена окрема увага.

*Аналіз останніх досліджень.* Як впливає довжина вальцевої лінії на енергетичний фактор, вивчали вчені як в СНД, так і за кордоном. Однак, висновки, отримані різними авторами, часто перечать один одному, і до теперішнього часу це питання залишається дискусійним [1,2].

*Формулювання цілей статті.* Визначити вплив довжини вальцевої лінії на енергоємність процесу помолу зерна.

*Основна частина.* Дослідження, енергетичні баланси та досвід практичної роботи підтверджують, що істотний вплив на питому витрату енергії для технологічних потреб та по підприємству в цілому впливають наступні фактори: зернова культура, район вирощання, структурно-механічні властивості зернової маси; режими подрібнення та питомі навантаження на подрібнювальні машини; довжина вальцевої лінії; енергоозброєність; технічний стан виробничого обладнання.

Визначимо вплив довжини вальцевої лінії на енергоємність процесу подрібнення. Реконструкція технологічної схеми, тобто змінення довжини вальцевої лінії, виконується двома способами: зі зміною режимів подрібнення по окремим системам, але при збереженні загальної продуктивності (послідовне включення); зі зміною питомих навантажень по окремим системам, але при збереженні режимів подрібнення

(паралельне включення). В першому випадку сумарне вилучення залишається незмінним (тобто, як і до реконструкції), в другому – незмінна сумарна продуктивність (тобто така ж, як і до реконструкції).

Як показали дослідження [1], у першому випадку зі збільшенням довжини вальцевої лінії сумарна потужність на технологічний процес збільшується як на драних, так і на розмольних системах. При збільшенні загальної довжини драних систем на 50 % сумарна потужність на технологічний процес зростає на 31 %; при збільшенні довжини на 100 % вказана потужність зростає на 50 %. При збільшенні загальної довжини розмольної системи на 100 % сумарна технологічна потужність зростає на 6 %; при збільшенні довжини на 200 % вказана потужність зростає на 31 % [1]. Тобто в результаті перебування продукту на великій кількості систем (тобто перебування його напротязі великої кількості часу в зоні подрібнення) споживана технологічна потужність та енергія зростають. В другому випадку зі збільшенням сумарної довжини вальцевої лінії сумарна споживана потужність збільшується як на драних так і на розмольних системах, а питома потужність на одиницю довжини зменшується. При збільшенні сумарної довжини вальцевої лінії на 300 % загальна сумарна технологічна потужність на драних системах зростає до 151-169 %; на розмольних – до 142-200 %. Середнє зниження питомої споживаної потужності на одиницю довжини при зростанні довжини вальцевої лінії на 300 % складає для драних систем 42-50 %; для розмольних – 53-100 % [1].

Рівняння енергобалансу для будь-якої системи (драної або розмольної) може бути представлено у вигляді [1]

$$P = \sum P_m + \sum \Delta P_{\text{ос}} + n \Delta P_x, \quad (1)$$

де  $\sum P_m$  - сумарна технологічна потужн. для обладнання системи, Вт;

$\sum \Delta P_{\text{ос}}$  - сумарні втрати в двигунах системи Вт;

$n$  - число пар вальців;

$\Delta P_x$  - потужність холостого ходу на пару вальців, Вт.

Враховуючі, що середній ККД для двигунів вальцевої установки складає 87%,  $\sum \Delta P_{\text{ос}} = 0,13P$  та середня величина  $\Delta P_x = 1кВт$  формула (1) після перетворень прийме вигляд [1]

$$P = 1,15 \left( \sum P_m + \frac{l}{l_1} \right), \quad (2)$$

де  $l$  - сумарна довжина вальцевої лінії данної системи, м;

$l_1$  - довжина вальцевої пари, м.

За цією формулою можна розрахувати повну споживану потуж-



ність для тієї або іншої системи в залежності від довжини вальцевої лінії.

Розрахуємо за цією формулою та побудуємо графік залежності повної споживаної потужності від довжини вальцевої лінії (паралельне підключення) для борошномельних агрегатів ОПМ-0,6 [3], Р6-АВМ-7 та Р6-АВМ-15 [4] (рис. 1).

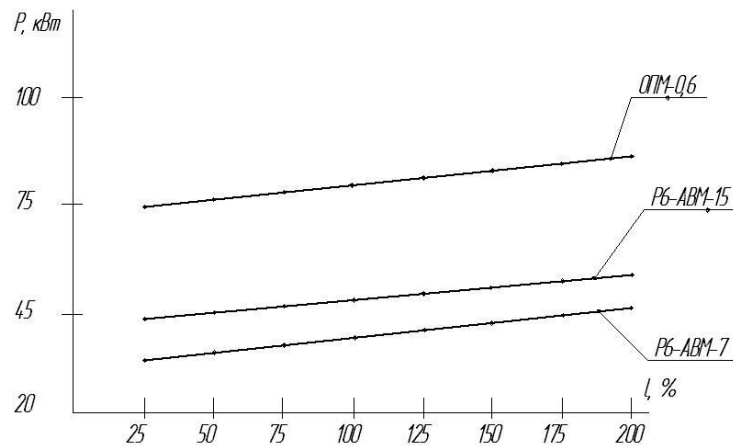


Рис. 1. Залежність повної споживаної потужності від довжини вальцевої лінії.

Як видно з рисунку 1, підвищення енергоємності процесу помолу при паралельному підключенні вальцевих станків обумовлене більш інтенсивним впливом на одиницю маси продукту у зв'язку зі збільшенням довжини зони помолу.

Що стосується питомої величини технологічної потужності ( $\frac{\sum P_{mi}}{l}$ ) [1], яка припадає на один метр вальцевої лінії, зі збільшенням довжини зменшується. Така закономірність справедлива як для драх, так і для розмольних систем (рис. 2).

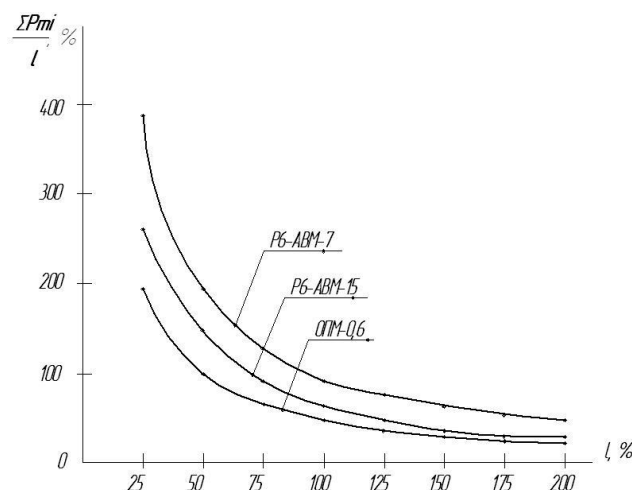


Рис. 2. Залежність питомої корисної потужності на процес помолу від довжини вальцевої лінії.

*Висновки.* Згідно результатів досліджень можна зробити наступні висновки: при збільшенні довжини вальцевої лінії сумарна технологічна потужність для любого варіанту зростає, а питома потужність на одиницю довжини зменшується.

#### Література

- 1 *Птушкин А.Т.* Автоматизация производственных процессов в отрасли хранения и переработки зерна / *А.Т. Птушкин, О.А. Новицкий.* – М. : Колос, 1979. – 335 с.
- 2 *Ястребов П.П.* Использование и нормирование электроэнергии в процессах переработки и хранения хлебных культур / *П.П. Ястребов.* – М. : Колос, 1973. – 312 с.
- 3 Оборудование для получения высокосортной муки ОПМ-0,6 „Фермер”. Паспорт, 1997. – 52 с.
- 4 *Рыбчинский Р.С.* Мельницы АВМ – авторитет высокого мастерства / *Р.С.Рыбчинский* // Хранение и перераб. зерна. – 2000. - № 9. – С. 42-44.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЛИННЫ ВАЛЬЦЕВОЙ ЛИНИИ НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОЦЕССА ПОМОЛА ЗЕРНА**

Карпова О.П., Саржан С.В.

*Аннотация* – определено влияние длинны вальцевой линии на энергоемкость процесса помола зерна.

### **DETERMINATION OF INFLUENCE LONG TO ROLLER LINE ON POWER-HUNGRYNESS OF PROCESS OF GRADE OF GRAIN**

O. Karpova, S. Sarjan

#### *Summary*

**Influence is certain long to the roller line on power-hungryness of process of grade of grain.**

УДК 631.171:658.011.56

## МОНІТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРИ У ЗЕРНОСХОВИЩАХ НА ОСНОВІ НЕЙРОТЕХНОЛОГІЙ

Федорейко В.С., д.т.н.,

Луцик І.Б., аспірант<sup>\*</sup>,*Тернопільський національний педагогічний університет ім. Вол. Гнатюка*

Тел. (0352) 43-57-77

**Анотація** – запропоновано метод моделювання системи моніторингу стану зернового насипу на основі нейротехнологій; проаналізовано основні фактори, що впливають на її енергоощадність.

**Ключові слова** – моніторинг, температура, зерносховище, нейронна мережа, нейротехнології.

*Постановка проблеми.* Сталий тренд підвищення цін на енергоносії та агросировину зумовлює необхідність перегляду технологій, які використовуються у агропромисловому комплексі в цілому та в галузі зернопереробки, зокрема.

Технологічним прийомом, що забезпечує суттєве зниження енергії в галузі зернозбереження є активне вентилявання, на базі якого розроблені технології, що широко застосовуються під час обробки основних об'ємів високоякісного зерна в аграрно розвинутих країнах (США, Канада, країни Скандинавії) [1]. Для знаходження оптимальних режимів вентилявання необхідно детальне вивчення процесу зберігання сировини і тих факторів, що є вирішальними в процесі визначення параметрів роботи системи, а саме: температури та вологості сировини, органолептичних показників якості (запаху, кольору), зараженості та впливу на них температури і вологості навколишнього середовища. Ефективним інструментом вирішення цієї проблеми є математичне моделювання комплексу процесів, що протікають у реальній системі, з подальшим дослідним опрацюванням рішень і схем.

Одним із вагомих показників стану зерна під час зберігання є температура. Правильно організований контроль цього параметру дозволяє вчасно знайти осередки самозігрівання зерна і попередити втрати його якісних характеристик [2,3].

Для якісного зберігання зерна необхідно забезпечити стабіліза-

---

© д.т.н., проф. Федорейко В.С., асп. Луцик І.Б.

<sup>\*</sup> Науковий керівник – д.т.н., проф. Федорейко В.С.

цію його термовологічних характеристик при мінімальних затратах енергетичних ресурсів.

Оптимальним рішенням зазначеного завдання є розробка автоматизованих систем моніторингу основних параметрів стану зерна (у першу чергу температури), які ґрунтуються на використанні математичного апарату нечіткої логіки та нейротехнологій [3,5]. Це забезпечить високу ефективність застосування зазначених систем в умовах інформаційної невизначеності.

*Аналіз останніх досліджень.* Питанням розробки систем моніторингу стану зернового насипу, відслідковування процесів самозігрівання у зерносховищах значну увагу приділено у працях А.В. Ликова, Г.Н. Станкевича, В.П. Ольшанського, А.Ю. Шаззо та інших авторів.

Аналіз опублікованих наукових робіт свідчить про те, що існуючі методики та моделі діагностування параметрів зерна під час зберігання не дають адекватної інформації про функціонування системи. Процеси, що відбуваються у насипі, характеризуються нелінійною поведінкою, для них характерним є виникнення нештатних ситуацій, їх складно описати математично. В свою чергу, нейронні мережі здатні формувати точну апроксимацію для складних недетермінованих нелінійних функцій будь-якої тривалості. Тому, у цих випадках доцільно використовувати експертні системи на основі нечіткої логіки з реалізацією їх на базі апаратних або програмно-алгоритмічних емуляційних нейронних мереж.

У той же час досліджень, пов'язаних з розробкою систем автоматизованого контролю технологічних параметрів, здатних працювати в умовах інформаційної невизначеності (наприклад у сховищах напольного типу), які базуються на використанні нейротехнологій проведено недостатньо.

*Формулювання мети статті.* Метою дослідження є розробка моделі системи моніторингу стану зернової маси у сховищі за умов недостатності вимірювальної інформації та різноманітні чинників, що впливають на результат вимірювання, на основі використання нейротехнологій.

*Основна частина.* Контроль параметрів стану зерна у насипі характеризується наявністю великої кількості непрогнозованих перешкод, інформаційною невизначеністю, яка зумовлена необхідністю обробки важкоформалізованих даних. Зерно, як будь-який живий організм, чутливе до зовнішніх впливів і з часом може не тільки змінювати свої параметри в допустимих межах, але й, внаслідок процесу дихання й самозігрівання, приводити до таких значень, які несумісні з його нормальним станом і небезпечні для навколишнього середовища та можуть спричинити втрату якості.

Процес самозігрівання, на початковій стадії свого розвитку, дос-

татньо тривалий, а в подальшому швидкість збільшення температури різко зростає. Такий характер розвитку процесу перешкоджає якісному діагностуванню стану зернової маси. Крім того, на якість моніторингу впливає неточність одержуваної інформації від датчиків (внаслідок шумів), обмеженість числа параметрів діагностування (контролюється виключно вологість і температура сировини) та недостатня кількість точок контролю.

Слід зауважити, що для різних культур одні й ті ж показники вологості та температури спричиняють різну ступінь розвитку процесів самозгрівання. У таблиці 1 наведено результати експериментальних досліджень щодо тривалості безпечного зберігання зерна [1].

Таблиця 1 - Тривалість безпечного зберігання зерна.

Культура	Температура зерна, °С	Без аерації			З аерацією		
		Вологість зерна			Вологість зерна		
Пшениця		14,50%	19,50%	23,00%	18,40%	19,60%	23,00%
	20	19	1,5	0,5	3	2	1
	15	30	3	1	6	1	–
	10	60	4,5	1,5	30	5	1,5
Ячмінь		14,00%	19,00%	23,00%	18,30%	19,40%	22,70%
	20	32	2,5	0,5	11	6	2
	15	65	4	1	25	11	3
	10	160	8,5	2	75	26	5,5
Овес		14,50%	19,50%	23,00%	18,40%	19,60%	23,00%
	20	15	2	0,5	5,5	2	1,5
	15	26	3,5	1	10	3	2
	10	55	6	1,5	35	4	2,5
Жито		14,50%	19,50%	23,00%	18,40%	19,60%	23,00%
	20	13	1,5	0,5	3	2	1
	15	16	2	1	6	2,5	1
	10	25	3	1	30	5	1,5

Аналіз наведених результатів свідчить, що при температурі 20°C та вологості 14% тривалість зберігання ячменю у два рази більша ніж жита (рис.1). Проте зростання вологості вже на 1 відсоток призводить до того, що час безпечного періоду зменшується для всіх видів зерна до одного рівня і вже потребує щотижневого контролю. Зростання ж температури від 15°C до 20°C при сталій вологості 14% скорочує термін зберігання вдвічі.

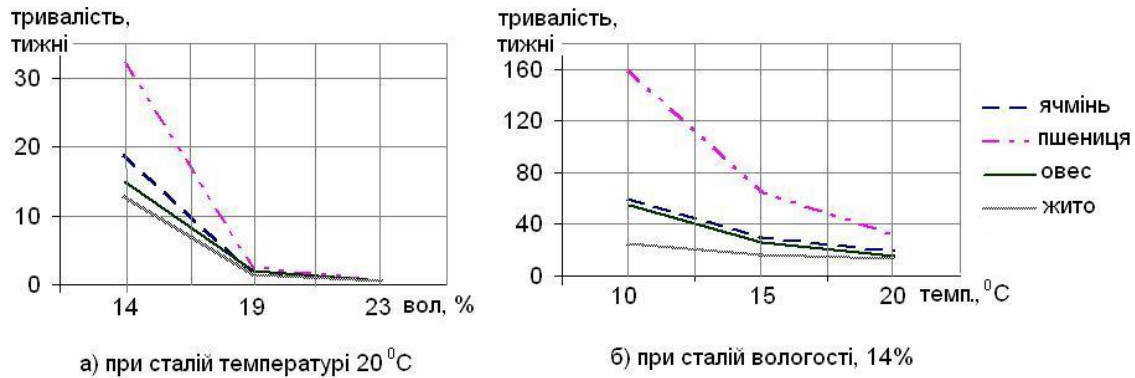


Рис. 1. Тривалість безпечного зберігання зерна.

Створити ефективну систему моніторингу стану зернової маси у сховищі за умов недостатності вимірювальної інформації та різноманітності чинників, що впливають на результат вимірювання, можна на основі використання нейромережевого підходу [4].

Інтелектуальна система прогнозування повинна містити програмований логічний контролер, робота якого базується на використанні навченої нейронної мережі, яка згідно введених показників початкової температури та вологості буде визначати необхідні параметри про стан зерна за поточний період часу (рис. 2).

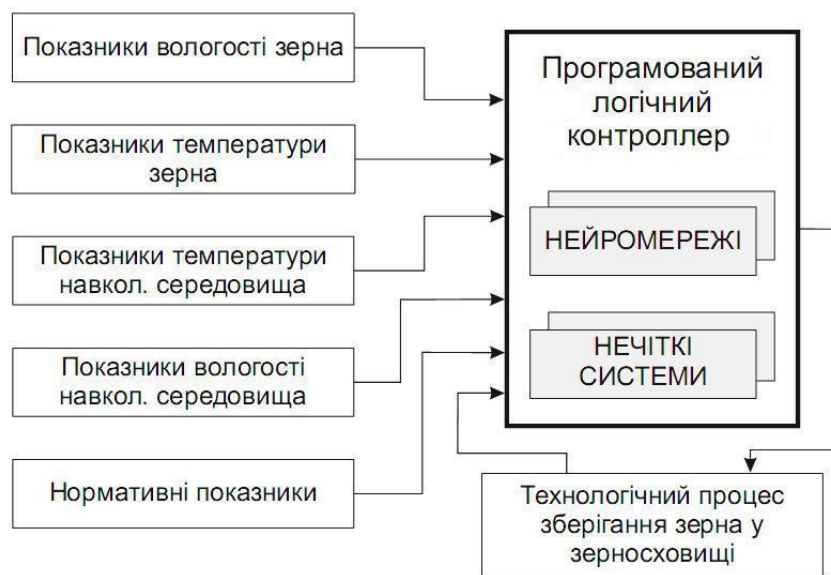


Рис. 2. Схема інтелектуальної системи моніторингу стану зернової маси.

Розроблений комплекс може бути не тільки системою прогнозування і прийняття рішення, але і використовуватися як вимірювальний пристрій, який буде відображати поточне значення температури зернової маси протягом усього процесу зберігання.

Модель контролера зручно створювати у середовищі MatLab з використанням блоків бібліотек Simulink та Fuzzy Logic Toolbox [6].

Синтез нейронної мережі здійснювався за таким алгоритмом [7]:

- визначення факторів, що змінюються та регульованих параметрів;
- компоновка векторів для навчання нейронної мережі;
- розробка М-файлу з текстом програм, які створюють, навчають та тестують нейронну мережу;
- аналіз архітектури створених нейронних мереж та їх функціонування.

Вектори для навчання нейронної мережі містять таку інформацію: вид зерна, вологість, засміченість, температура у контрольних точках, вологість та температура зовнішнього повітря.

Для отримання повної картини температурних полів, нами розглянуто задачу розповсюдження тепла у класичній постановці. Необхідно також відмітити, що для крупнозернистих матеріалів окремий розгляд процесів тепло- і вологообміну є правомірним. Тому, з незначною похибкою отриманих результатів, з метою спрощення процесу рішення, можна обмежитись розглядом варіанту передачі тепла лише шляхом теплопровідності [3].

У математичній інтерпретації ідентифікація температурного стану у зерновому насипі зводиться до вирішення нестационарної задачі теплопровідності з внутрішніми джерелами тепла. В такому випадку процес розподілу температури описується диференціальними рівняннями з частковими похідними другого порядку.

Аналізуючи температурний процес, ми розглядали різні форми ділянок самозгрівання. Найбільш поширеним випадком є пластове [6], тому в подальших дослідженнях розглянуто динаміку зміни температурних полів під дією пластового вогнища самозгрівання у глибині зернового насипу. Рівняння розподілу теплових полів матиме вигляд

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + q_v(x, y), \quad (1)$$

де  $\rho, \lambda, c$  - густина, теплопровідність та питома теплоємність зерна;

$x, y$  - декартові координати;

$T$  - температура;

$q_v$  - тепловий потік;

$\tau$  - час.

З початковими умовами

$$T_{\tau=0} = T_0(x, y) \quad (2)$$

Розглянемо випадок, коли самозігрівання відбувається у глибині сховища. Тоді, внаслідок низької температуропровідності зерна, у точках, які значно віддалені від вогнища, на початковому етапі самозігрівання не встигає прогріти сировину. Отже, будемо вважати, що на межі області відбувається ідеальний теплообмін з навколишнім середовищем. Це дозволяє створити з таких точок умовну границю з нульовою надлишковою температурою. Тому граничні умови матимуть вигляд:

$$\left[ \mp \lambda \frac{\partial T}{\partial x} + \alpha_{0x, lx} T \right]_{x=0, lx} = 0 \quad \left[ \mp \lambda \frac{\partial T}{\partial y} + \alpha_{0y, ly} T \right]_{y=0, ly} = 0, \quad (3)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі.

Традиційними для розв'язку даної задачі є аналітичні та чисельні методи, проте більш ефективними є алгоритми, які базуються на використанні нейронних мереж [5].

Отримані результати доповнюють вектор вхідних даних по температурі, що використовується при створенні нейромережі *net*, яка відтворює залежність тривалості безпечного зберігання зерна від його температури та відносної вологості  $d=f(t, w)$ . В даному випадку використовуються нейромережі з прямою передачею сигналу, які в середовищі Matlab створюються функцією *newff*.

Перед створенням нейромережі вибирається тип мережі, формується матриця вхідних даних та матриця цілей. Навчання мережі здійснюється функцією *train*, виклик якої має наступний вигляд [3]:

$$[net, tr, Y, E, Pf, Af] = train(net, vxid, vuxid, Pi, Ai),$$

де *net* – створена нейронна мережа; *vxid* – матриця вхідних даних; *vuxid* – матриця цільових даних; *Pi* – початкові затримки входів (не обов'язково), *Ai* – початкові затримки шарів (не обов'язково), *tr* – навчальна вибірка, *Y* – вихід нейромережі, *E* – помилки нейромережі, *Pf* – кінцеві затримки входів, *Af* – кінцеві затримки шарів.

Нейромережа містить один прихований шар із 15-ма нейронами. Функція активації для прихованого шару – *tansig*, для вихідного шару – *purelin*. Функція навчання – *trainbr*, функція корекції ваг – *learnngdm* :



```
net=newff(vxid, vyxid, 15, {'tansig', 'purelin'}, 'trainbr', 'learngdm');  
nett=train(net, vxid, vyxid);
```

Після створення та навчання мережі необхідно визначити її похибку та оцінити відтворену поверхню. Дослідження даних проводиться у відповідному вікні (рис. 3).

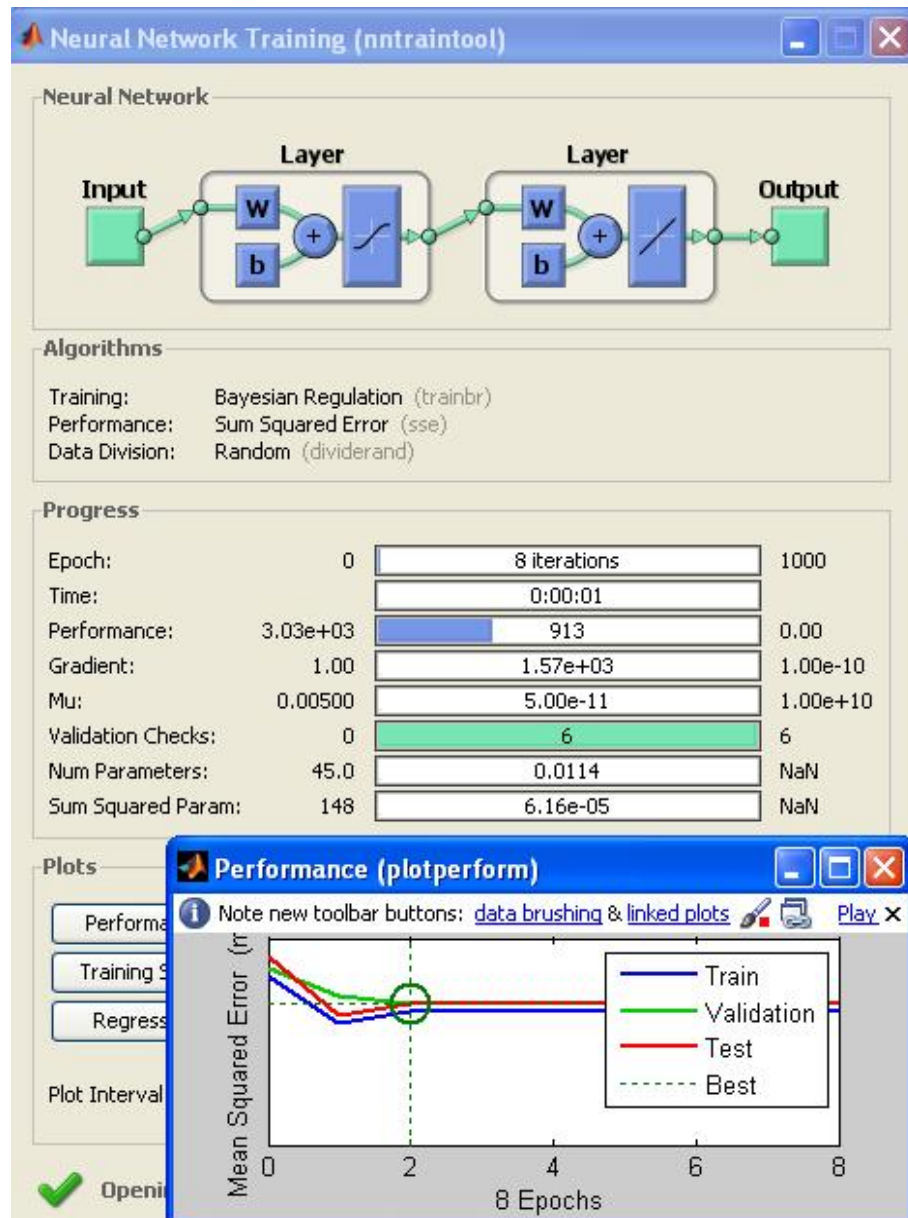


Рис. 3. Процес навчання нейронної мережі.

У якості похибки використовується середнє абсолютне відхилення відтворених даних від експериментальних.

За вище вказаним алгоритмом створена також нейронна мережа, яка на основі даних вхідних векторів визначає значення температури у всьому зерновому насипі. Аналогічно створено нейронну мережу, яка на основі цих даних визначає оптимальні параметри системи ак-

тивного вентилявання.

Крім того, для відтворення нелінійних залежностей тривалості безпечного зберігання зерна від його температури та інших параметрів використано нечіткі системи Sugeno.

Цілісність системи діагностики забезпечено нейроконтроллером, який поєднує нечіткі системи, нейромережі та дозволяє провести додаткові розрахунки. Його функціональність зводиться до вибору потрібної нечіткої системи, на основі діапазону вхідних параметрів, та її використання для отримання вихідних даних. Схему моделі контролера виконано з використанням блоків бібліотек Simulink та Fuzzy Logic Toolbox середовища MatLab.

*Висновки.* Зерноосховище є складною екосистемою, яка практично виключає можливість аналітичних досліджень. Тому слід скористатися методом імітаційного моделювання, що дозволяє багатократне випробування моделі з варіативними вхідними даними, з метою визначення їх впливу на вихідні критерії оцінки роботи системи.

Оптимальним напрямом удосконалення методів діагностики є використання експертних систем та нейронних мереж, які базуються на нечіткій логіці. Це дозволяє значно спростити опис стану зернової маси, як об'єкту моніторингу та приймати рішення за умови інформаційної невизначеності.

Запропонована модель моніторингу дозволяє своєчасно отримати цілісну картину про поточний стан зерна не тільки у контрольних точках, але й в усьому зерноосховищі. Це дозволить в подальшому провести оптимізацію роботи системи вентилявання, що в кінцевому результаті приведе до зниження енерговитрат шляхом оперативного управління електрообладнанням.

#### Література

1. Дринча В. Сушка зерна м вибор сушилок в господарствах Скандинавии / В.Дринча, Х. Лаури, Б. Цыдендоржиев // Аграрный эксперт. – 2009. т. август. – С.58–64.
2. Ольшанский В.П. К расчету температуры самонагревания растительного сырья в силосе пластовым очагом / В.П.Ольшанский // Пожаровзрывобезопасность. – 1999. – №6. – С. 34 – 36.
3. Сергунов В.С. Дистанционный контроль температуры зерна при хранении. / В.С. Сергунов // М.: Агропромиздат, 1987. – 174 с.
4. Корчемний М. Моделювання нелінійних процесів за допомогою нейронних мереж / М. Корчемний, В.Федорейко // Вісник ТДТУ. – 2009. – Том 14. – №1. – С. 100-119.
5. Медведев В.В. Нейронные сети MATLAB 6 / В.В.Медведев, В.Г.Потемкин. – М.: Диалог – МИФИ, 2002. – 496 с.
6. Луцик І.Б. Інтелектуальні моделі в системах відслідковування

процесів самозігрівання у зерноскладах : Матеріали VII міжн.конф. «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем» (MPZIS-2009) // Дн.: Дніпропетровськ. ДНУ ім. О.Гончара, 2009. – С.169-171.

7. Кожухов В.А. Нейросетевое регулирование температуры в теплице с аккумулятором тепла / В.А. Кожухов, А.Ф.Семенов, Н.В.Цугленок // Энергообеспечение и энерготехнологии. – Вестник КрасГАУ. – 2010. –С. 4.

## **МОНИТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗЕРНОХРАНИЛИЩЕ НА БАЗЕ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ**

Федорейко В.С., Луцьк И.Б.

*Аннотация* - предложен метод моделирования системы мониторинга состояния зерновой насыпи на основе нейротехнологий; проанализированы основные факторы, влияющие на её энергосбережение.

## **TEMPERATURE MONITORING IN THE GRANARY BASED ON NEUROTECHNOLOGY**

V.Fedorejko, I.Lutsyk

### *Summary*

The method of grain's monitoring system's simulation based on the neural technologies is offered; the main factors that affect for energy savings of this system in the granary are analyzed.

УДК 621.316

## ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ З НЕЛІНІЙНИМИ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАЧАМИ

Гуревич В.І., к.т.н.,

*Центральна лабораторія електричної компанії Ізраїлю*

Савченко П.І., д.т.н.,

Лисиченко Р.М., студент,

Мірошник О.О., к.т.н.,

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

Уваров О.В., інж.

*Вовчанський технікум механізації сільського господарства, Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*

**Анотація** – розглядається питання про зниження гармонік струму і підвищення коефіцієнту потужності в електричній мережі.

**Ключові слова** – якість електричної енергії, гармоніки, коефіцієнт потужності.

*Постановка проблеми.* Електрична енергія використовується в усіх сферах життєдіяльності людини і має ряд особливостей: легко перетворюється в інші види енергії (механічну, теплову, променеву, ін.); дозволяє змінювати свої параметри (напругу, частоту); процеси виробництва, передачі, розподілу і споживання енергії супроводжуються її технологічними втратами. Якість електричної енергії визначає ефективність роботи устаткування, яке споживає цю енергію. Так, наприклад, гармоніки, які генеруються нелінійним навантаженням в трансформаторі створюють додаткові втрати електричної енергії.

Значна частина комп'ютерного та офісного устаткування, в тому числі широко рекламовані останнім часом енергозберігаючі лампи, є електричним навантаженням з нелінійними вольт-амперними характеристиками, що створює спотворення в електричній мережі. Сумарний ефект цих навантажень виражається в спотворенні форми синусоїди напруги, що впливає на інше устаткування, яке одержує електроживлення від того ж джерела. Це може викликати перегрівання і розсинхронізацію в пристроях, збої в комунікаціях та мережах передачі

даних, ушкодження апаратури та інші небажані ефекти. Викликані вищими гармоніками напруги і струму ефекти можуть бути розділені на ефекти миттєвого і тривалого виникнення [1].

Проблеми миттєвого виникнення включають: спотворення форми напруги живлення; додаткове падіння напруги в розподільній мережі; так званий ефект гармонік, кратних трьом (у трифазних мережах); резонансні явища на частотах вищих гармонік; електромагнітні наведення в телекомунікаційних мережах; підвищений акустичний шум в електромагнітному устаткуванні; вібрація в електромашинних системах, тощо.

Проблеми тривалого виникнення включають: нагрівні та додаткові втрати в трансформаторах і електричних машинах, нагрів конденсаторів, нагрів кабелів розподільної мережі.

*Аналіз останніх досліджень.* В технічній літературі широко розглядаються причини виникнення вказаних ефектів миттєвого і тривалого виникнення [1].

Останнім часом обговорюється питання енергозбереження в освітлювальних установках і пропонується заміна ламп розжарювання на ефективніші за світловою віддачею. У технічній літературі [2] зазначається, що енергозберігаючі лампи є потужним джерелом гармонік струму, і просто механічна заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі без додаткових пристроїв по ліквідації генерації гармонік не дасть очікуваного ефекту, так як конденсатор фільтру згладження споживає з мережі струм імпульсами тільки в момент часу, коли миттєве значення вхідної напруги, яка синусоїдно змінюється, стає більше залишкової напруги на конденсаторі (внаслідок його розряду на навантаження). Коли ж значення напруги на конденсаторі більше миттєвого вхідного, діоди моста заперті зворотньою напругою конденсатора, і споживання струму відсутнє. Внаслідок, струм, який споживає такий випрямляч, має помітний зсув за фазою відносно напруги (рис. 1а).

Такий же випрямляч з конденсатором має на вході будь-яке імпульсне джерело живлення сучасних електронних споживачів. При великій кількості таких споживачів, увімкнених до мережі живлення змінного струму, виникає проблема не тільки появи гармонік струму в мережі, але і проблема зниження коефіцієнта потужності ( $\cos \phi$ ). Типове значення коефіцієнта потужності джерела живлення без коригування 0,65.

*Формулювання мети статті.* Зниження рівня гармонік струму і підвищення коефіцієнту потужності в мережі живлення споживачів.

*Основна частина.* Для зниження гармонік струму і підвищення коефіцієнта потужності, застосовують його активне коригування за допомогою так званого коректора коефіцієнта потужності (ККМ або PFC – power phase corrector) [3].

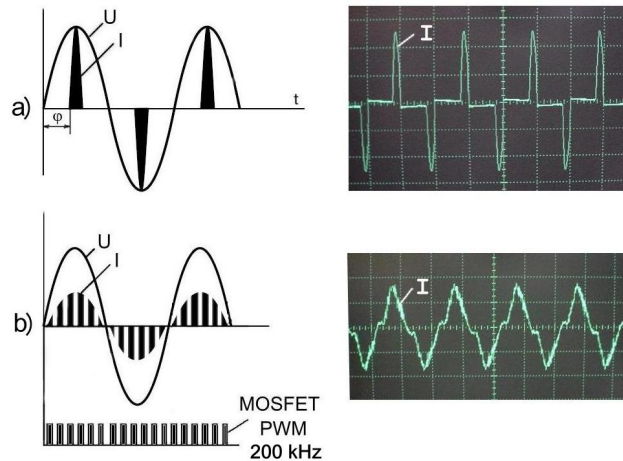


Рис. 1. Форма графіка миттєвих значень струму і зсув фаз між напругою і струмом, що споживає випрямляч: без ККМ (а) та з ККМ (б).

ККМ являє собою самостійний перетворювач напруги, так званий «бустерний конвертор» (boost converter – BC), який має спеціальну схему керування (рис. 2).

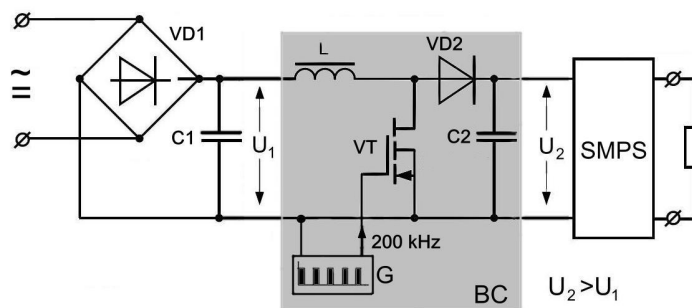


Рис. 2. Бустерний конвертер (BC) і його підключення до імпульсного джерела живлення (SMPS) або до іншої електронної схеми.

Основними елементами BC є: дросель  $L$ , діод  $VD2$ , конденсатор  $C2$  і швидкодіючий ключовий елемент  $VT$  на базі MOSFET транзистора.

Робота цього пристрою основана на явищі виникнення імпульсів підвищеної напруги оберненої полярності на індуктивності при розриві струму в її колі.

Транзистор  $VT$  з великою частотою (200 кГц) вмикає і вимикає струм в колі індуктивності  $L$ , а імпульси підвищеної напруги, що виникають при цьому, через діод  $VD2$  заряджають конденсатор  $C2$ , від якого живиться навантаження (у нашому випадку електронний баласт). Таким чином, напруга на конденсаторі  $C2$  завжди вище вхідної напруги BC. У багатьох випадках конденсатор  $C2$  заряджається до напруги 385 – 400 В.

У зв'язку з тим, що конденсатор  $C1$  має дуже невелику ємність (це, фактично, високочастотний фільтр), а схема керування з широт-

но-імпульсною модуляцією (ШІМ або PWM) ключового елемента постійно відслідковує фазу вхідної змінної напруги і забезпечує відповідну прив'язку імпульсів управління (тобто імпульсів струму) до фази напруги, вдається практично повністю ліквідувати зсув фаз між струмом і напругою на накопичувальному конденсаторі С2 (рис. 1б), тобто ліквідувати гармоніки і підвищити коефіцієнт потужності до 0,95...0,98.

*Висновки.* Проведені дослідження показали можливість ліквідувати гармоніки і підвищити коефіцієнт потужності до 0,95...0,98.

#### Література

1. Уваров О.В, Вищі гармоніки в сучасних системах електроживлення / О.В. Уваров, П.И. Савченко // Вісник ХНТУСХ імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 101 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України» – Харків: ХНТУСГ, 2010. – С. 52 – 56.

2. Петухов В. Энергосберегающие лампы как источник гармоник тока / В. Петухов // Новости электротехники, 2009, № 5. – С. 34 – 39.

3. Гуревич В. И. Вторичные источники электропитания: анатомия и опыт применения / В. И. Гуревич // Электротехнический рынок, 2009, № 1 (25). – С. 28 – 34.

### ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБИТЕЛЯМИ

Гуревич В.И., Савченко П.И., Лисиченко Р.Н., Мирошник А.А., Уваров А.В.

*Аннотация* – рассматриваются вопросы по снижению гармоник тока и повышению коэффициента мощности в электрической сети.

### IMPROVING THE QUALITY OF ELECTRICITY NETWORKS WITH NONLINEAR ELECTROCONSUMERS

V. Gurevich, P. Savchenko, R. Lisichenko, O. Miroshnyk, O. Uvarov

#### *Summary*

*Consider to reduce harmonics current and power factor in electric-parameter network.*

УДК 621.3

## **АВТОНОМНЕ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ НА ОСНОВІ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Пальчик А.О., інж.\*

*Тернопільський національний педагогічний університет ім.Вол.Гнатюка*  
Тел. (0352) 43-57-77

**Анотація** – у статті розкрито питання моделювання автономної енергосистеми об'єкта господарювання на базі паливних елементів та поновлювальних джерел живлення.

**Ключові слова** – автономні системи енергопостачання, паливний елемент, геліотермічний електролізер, водень, джерело живлення.

*Постановка проблеми.* При переході об'єктів господарювання на живлення від альтернативних джерел енергозабезпечення неминуче виникає необхідність в акумуляції енергії через мінливість її надходження від вітрогенераторів і сонячних панелей, протягом доби і року. Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є акумуляція енергії у вигляді водню. На відміну від використання акумуляторних батарей, застосування технологій паливнокомірчаних джерел живлення забезпечує зберігання надлишків енергії у великих обсягах та протягом тривалого часу без присутності струмів саморозряду із високими енергоємнісними показниками.

*Аналіз останніх досліджень.* У наукових працях вітчизняних та закордонних авторів розкриті питання, пов'язані з побудовою джерел живлення на базі альтернативних джерел, розглянуто ключові засади створення розподілених енергосистем та можливість використання паливних елементів [1,2]. Проте питання практичного розрахунку енергосистем на базі паливних елементів та альтернативних джерел живлення науковцями висвітлено недостатньо.

*Формулювання мети статті.* Метою створення моделі живлення є визначення генеруючих потужностей (вітрогенератора, електролізера, фотогальванічної панелі, ємності акумуляторної батареї, сховища для водню) у відповідності до часу утримування навантаження та його потужності.

---

© інж. Пальчик А.О.

\* Науковий керівник – д.т.н., проф. Федорейко В.С.



*Основна частина.* Призначення системи енергозабезпечення на основі паливних елементів полягає у забезпеченні споживача гарантованим і стабільним живленням електроенергією. Розроблена нами модель джерела гарантованого енергозабезпечення на основі паливних елементів та альтернативних джерел енергії містить: фотопанель (I), систему паливного елемента (IX), конвертори (IV, V, VI), інвертори (III), акумуляторні батареї (VIII), шину живлення (VII) та вітрогенератор (II) (рис. 1). Така система перетворює енергію сонячного та вітрового потоку в електроенергію і після її стабілізації та перетворення у конверторах та перетворювачах напруги усі енергетичні потоки підключаються до шин живлення. Також до шин живлення підключається акумуляторна батарея для забезпечення буферизації короточасних перепадів та утримання навантаження при відсутності або недостатньої інтенсивності надходження енергії від альтернативних джерел. Паливний елемент, у цьому випадку, використовується при довготривалих перепадах надходження енергії.

Енергія, отримана від мережі та альтернативних джерел розподіляється між трьома колами таким чином: подається споживачеві, надходить для зарядки акумуляторної батареї, використовується для генерації водню.



Рис. 1. Модель джерела живлення на основі паливних елементів.

Розглядаючи джерело живлення з точки зору кусково-лінійних систем, його складові елементи можна представити у формі кортежів із відповідними входами та виходами кожного елемента (рис. 1) [1]. Де модулі системи представлені як  $E$ - елемент для якого:  $X_E$  - системний вхід;  $Y_E$  - системний вихід;  $F_E$  - передаточна функція;  $P_E$  -

конструктивні параметри;  $Z_E$  - стан.

Математичну модель джерела живлення на основі паливних елементів подано у вигляді сукупностей моделей її підсистем. Тому залежності системних виходів геліоустановки та вітрогенератора описуються відносно їх системних входів і конструктивних параметрів:

$$Y_I = F_I(X_I, P_I), \quad (1)$$

$$Y_{II} = F_{II}(X_{II}, P_{II}). \quad (2)$$

В елементах III, IV, V, VI (рис. 1) відбувається перетворення електричної енергії та її стабілізація. Конструктивні параметри цих модулів не змінюються відносно часу, тому їх вплив на джерело живлення можна представити через коефіцієнти корисної дії  $k_{III}$ ,  $k_{IV}$ ,  $k_V$ ,  $k_{VI}$ . Відповідно залежність вхідного потоку енергії до вихідного можна представити такими виразами:

$$Y_V = F_I(X_I, P_I)k_V, \quad (3)$$

$$Y_{VI} = F_{II}(X_{II}, P_{II})k_{III}k_{VI}, \quad (4)$$

$$Y_{IV} = X_{IV}k_{IV}. \quad (5)$$

Шина живлення VII розподіляє отриману електроенергію в системі на живлення споживача, підзарядку акумулятора та генерацію палива у підсистемі паливних елементів

$$Y_{VII}^{(11)} + Y_{VII}^{(14)} + Y_{VII}^{(16)} = Y_V + Y_{VI} + Y_{VII} + Y_{VIII} + Y_{IX}. \quad (6)$$

Акумуляторна батарея описується зміною стану елемента VIII відносно саморозряду, заряду чи розряду акумулятора

$$\frac{\partial Z_{VIII}}{\partial \tau} = Y_{VII}^{(14)} - Y_{VIII}^{(13)} - Y_{VIII}^{(12)}. \quad (7)$$

Акумуляторні батареї не можуть перебувати у стані глибокого саморозряду і тому вони характеризуються певною ємністю і їх стан має верхню та нижню межу

$$Z_{\min VIII} \leq Z_{VIII} \leq Z_{\max VIII}. \quad (8)$$

Підсистему паливного елемента можна описати аналогічно до акумуляторної батареї, оскільки вона виконує подібну функцію, проте відрізняється відсутністю струму саморозряду

$$\frac{\partial Z_{IX}}{\partial \tau} = Y_{VII}^{(16)} - Y_{IX}^{(15)}. \quad (9)$$

Також підсистема паливного елемента характеризується певною ємністю, яка залежить від конструкції та типу сховища для пального та окисника

$$Z_{\min IX} \leq Z_{IX} \leq Z_{\max IX}. \quad (10)$$

Проміжок часу, в якому аналізується джерело живлення описується так

$$\tau \in [\tau_0, \tau_k]. \quad (11)$$

Цільова функція джерела гарантованого живлення відповідає мінімізації витрат на перетворення енергії та підтримки системи у робочому стані

$$\sum (A_E + B_E \cdot P_E + \int V_E \cdot X_E \cdot \delta\tau + \int W_E \cdot Y_E \cdot \delta\tau) \rightarrow \min, \quad (12)$$

де  $V_E \cdot X_E$  - приведені витрати: на одиницю системного входу;  $W_E \cdot Y_E$  - одиницю системного виходу;  $A_E + B_E \cdot P_E$  - на створення та підтримку у робочому стані конструктивних параметрів.

Аналітичний розрахунок такої моделі значно ускладнений через випадковий характер розподілу інтенсивності надходження енергії від альтернативних джерел, як протягом сезону так і відносно імовірного місцезнаходження. Тому, в процесі імітаційного моделювання входними величинами для функцій були результати метеорологічних спостережень (для моделювання було обрано центральну Україну станом на 2009-2010 р.) та характеристики конкретних елементів системи автономного живлення.

Для розрахунків генеруючих потужностей ми обрали характеристики вітрогенератора GE S2000 та підбірки монокристалічних сонячних панелей PC235\*245-36M277-M. В якості паливного елемента використовувались характеристики стеку H-3000 фірми Horizon fuel cell technologies та електролізерів власної конструкції на базі розчину гідроксиду калію та геліотермічний електролізер розплаву гідроксиду натрію.

Для дослідження перехідних процесів, на момент розряду акумуляторної батареї та введення в експлуатацію паливного елемента нами розроблена імітаційна модель 60-ти вольтової системи із максимальною потужністю 6 кВт (рис. 2). До моделі входять блоки контролю потоку палива (1,2) паливний елемент (3), акумуляторна батарея (4), шунти (5,7) та вольтметр (6) навантаження (8). Під час розряду акумуляторної батареї (рис 3, а), ми спостерігали падіння напруги загальної шини (рис 3, в). Коли напруга падала до рівня, який забезпечувався стекком паливних елементів, споживання палива плавно зростало і комірка поступово входила у робочий діапазон (рис 3, б). Ця модель дозволила отримати інформацію про споживання водню стекком паливних елементів.

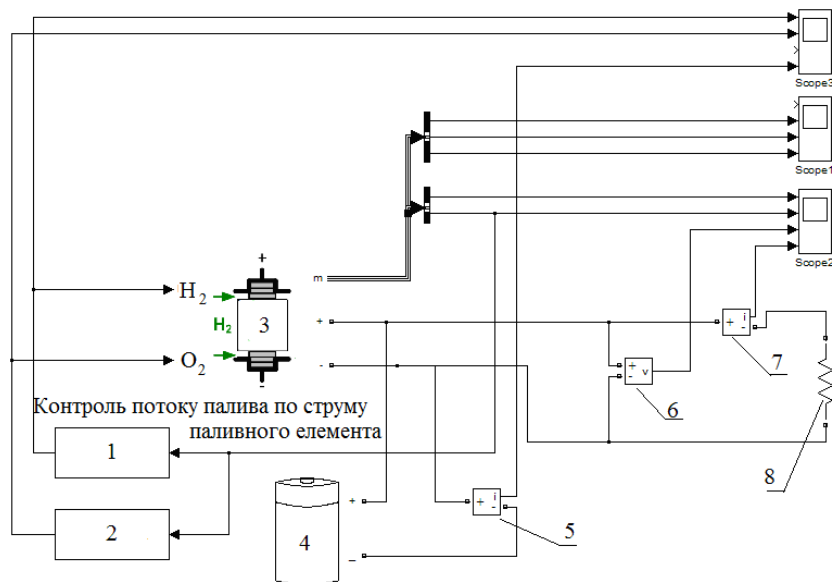


Рис. 2. Імітаційна модель системи живлення на основі паливного елемента та акумуляторної батареї із спільною шиною.

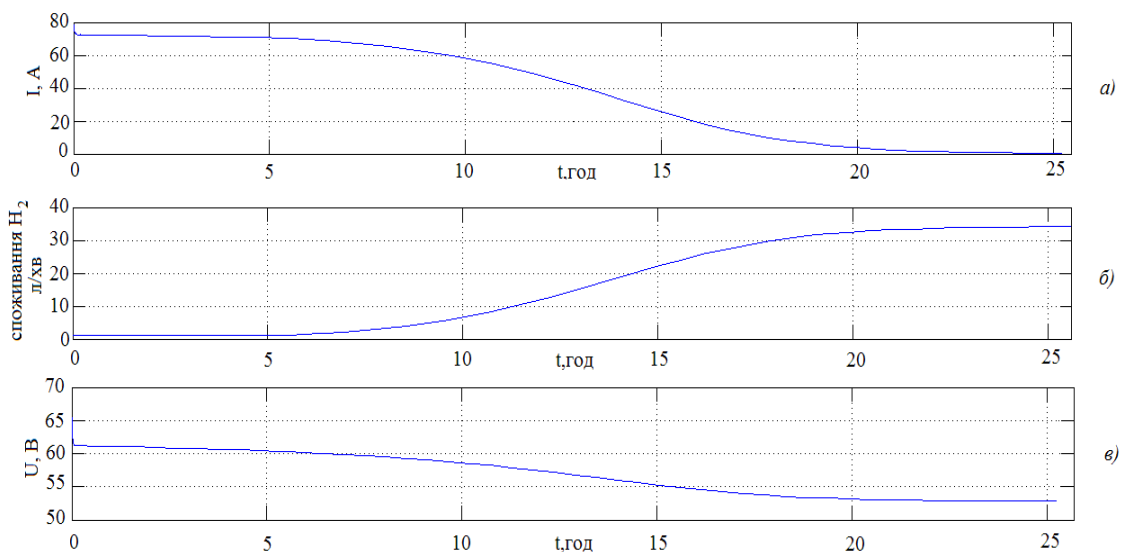


Рис. 3. Перехідні процеси під час запуску паливного елемента.

Під час дослідження використовувались характеристики класичних електролізерів, та розробленого геліотермічного електролізера розплаву гідроксиду натрію. При подальшому моделюванні було досліджено характер навантаження, яке створює об'єкт господарювання (житло 1-го виду) [3] на джерело живлення протягом доби (рис 4). Ми провели імітаційне моделювання роботи джерела автономного живлення за допомогою розробленої моделі, журналів сонячної активності отриманих у результаті метеоспостережень та користуючись архівними даними по швидкості вітру гідрометеоцентру [4].

У результаті моделювання отримано значення потужності первинних перетворювачів, а також розраховано об'єм сховища для водню та потужність електролізера.

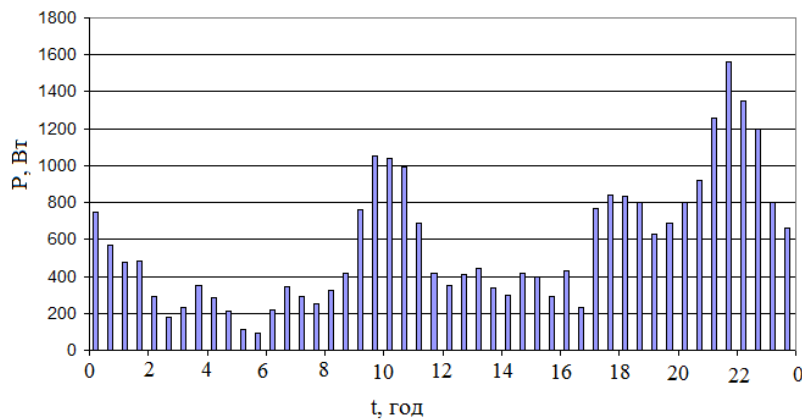


Рис. 4. Розподіл навантаження об'єкту господарювання протягом доби.

Розроблений нами геліотермічний електролізер працював при інтенсивності сонячної радіації понад  $500 \text{ Вт/м}^2$ . За рахунок проведення електролізу в розплаві процес виробництва водню у ньому можливий при напрузі меншій 1 В, що суттєво знижує енерговитрати на його генерацію [5]. Такий підхід дозволив зменшити потужність первинних перетворювачів енергії на 11%. Отримані розрахунки показали, що для утримання навантаження, яке зумовлене обраним об'єктом господарювання на джерело живлення, необхідно встановлювати сонячну панель потужністю близько 1,5 кВт, а також вітрогенератор 2,7 кВт. Об'єм сховища водню для акумуляції надлишків енергії склав  $800 \text{ м}^3$ . Зазначимо, що при збільшенні потужності вітрогенератора до 3 кВт·год та зменшенні потужності фотопанелі до 1,1 кВт для накопичення енергії у вигляді водню необхідно значно менше сховище об'ємом до  $600 \text{ м}^3$  (рис. 5). Таким чином, використання паливного елементу дозволяє побудувати джерело автономного живлення із можливістю зберігання надлишкової енергії, отриманої за період її максимального надходження для використання у холодну пору року.

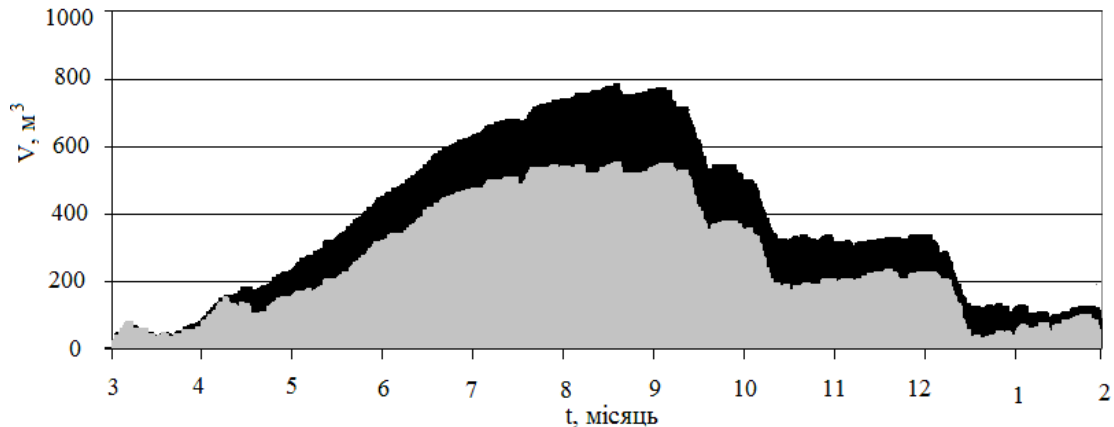


Рис. 5. Динаміка накопичення водню у сховищі протягом року.

Під час розробки джерел автономного енергозабезпечення на основі паливних елементів необхідно вирішити проблему ергономічного та безпечного зберігання водню. Цю проблему можна вирішити шляхом удосконалення технології геліотермічного електролізера, зміщенням електрохімічного процесу у бік генерації металічного натрію. Такий підхід дозволить утримувати у 2,2 кілограмах натрію 1 м<sup>3</sup> H<sub>2</sub>. Перспективним напрямком досліджень є отримання водню з реформованого біогазу, оскільки цей вид альтернативного енергозабезпечення відносно постійний у часі, а його використання дозволить значно знизити об'єми сховища та потужність первинних перетворювачів.

*Висновки.* 1. Отримані параметри автономної енергосистеми обраного об'єкта господарювання дозволили отримати практичне значення потужності фотогальванічних панелей (1,1 кВт) та вітрогенератора (3 кВт) для утримування навантаження в автономному режимі;

2. Розрахунки системи показали, що для акумуляції надлишкової енергії у вигляді хімічного палива джерелу живлення на базі паливних елементів необхідно сховище об'ємом у 600 м<sup>3</sup>;

4. Використання геліотермічного електролізера дозволяє знизити необхідну потужність первинних перетворювачів енергії (фотогальванічної панелі та вітрогенератора) на 11 %;

3. Імітаційне моделювання підсистеми акумуляції енергії дозволило отримати значення витрат водню 34 л/хв. відносно заданого навантаження.

#### Література

1. Праховник А.В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах энергоснабжения / А.В.Праховник. – К. : "Освіта України", 2007. - 464 с.

2. Жесан Р. В. Автоматизація управління автономним енергопостачанням з використанням відновлювальних джерел енергії в умовах селянського (фермерського) господарства : дис. канд.техн. наук:

05.13.07 / Кіровоградський державний технічний університет. – 2001. – 207 с.

3. *Бондарчук А.С.* Априорний аналіз нормативних показників проектування електрообладнання систем електропостачання житлових будинків / *А.С. Бондарчук* // Електромашинобудування та електрообладнання. - 2010. - № 75. - С. 79–82.

4. <http://www.meteo.com.ua/>

5. *Пальчик А.О.* Використання геліотермічного електролізера у системах автономного живлення / *А. О. Пальчик, В. С. Федорейко* // Проблеми енергозбереження в агропромисловій та природоохоронній сферах : мат-ли міжн. наук.-техн. конф. - Київ : НУБ і ПУ. - 2010. - 5 с.

## **АВТОНОМНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ОБЪЕКТА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Пальчик А. О.

***Аннотация*** - в статье раскрыты вопросы моделирования автономной энергосистемы объекта хозяйствования на основе топливных элементов и возобновляемых источников питания.

## **INDIVIDUAL ENERGY POWER SUPPLY FOR THE OBJECT OF ECONOMY BASED ON FUEL CELLS AND ALTERNATIVE ENERGY SOURCES**

A. Palchyk

### ***Summary***

**The article deals with modeling the autonomous power of enterprises based on fuel cells and renewable power sources.**

УДК 620.178.16.004

## ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОЛІЙ БІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Журавель Д.П., к.т.н.,

Юдовінський В.Б., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-54

**Анотація** - робота присвячена встановленню впливу триботехнічних властивостей рослинних олій на зношування пар тертя.

**Ключові слова** – рослинні олії, йодне число, наводнення, коефіцієнт тертя.

*Постановка проблеми.* Забезпечення енергетичної незалежності держави є стратегічним завданням підвищення рівня життя суспільства в цілому.

Розвиток науки і техніки показав, що надійне і довговічне використання машин та устаткування може бути вирішене шляхом комплексного розгляду питань хімотології і триботехніки, в яких розглядаються питання як раціонального використання паливно-мастильних матеріалів (ПММ) так і зменшення зносу пар тертя.

В результаті щорічного зростання енергетичних засобів в народному господарстві перед людством виникло завдання пошуку альтернативних джерел енергії.

На сьогоднішній день дуже актуальним питанням є застосування ПММ біологічного походження. Проте для вирішення цього питання необхідно вирішити цілий ряд завдань, починаючи від виробництва і переробки біосировини і закінчуючи обґрунтованим його застосуванням для експлуатації сільськогосподарської техніки.

Практична реалізація даних завдань для транспорту, енергетичного устаткування та інших інженерних технічних рішень вимагає комплексних і взаємозв'язаних відомостей і рекомендацій по теоретичним питанням надійності, хімотології, триботехніки, інженерним методам розрахунку і випробуванні матеріалів і вузлів тертя, створень ефективних конструкційних і змащувальних матеріалів для надійного функціонування вузлів і агрегатів сільськогосподарської техніки. Тому дана проблема є актуальною і важливою для ефективного розвитку



народного господарства України.

*Аналіз останніх досліджень.* Будь-які олії на основі вуглеводнів містять різні види меркаптанів, зокрема – бензилмеркаптан. Підвищення концентрації меркаптанів в оліях погіршує протизносні властивості матеріалів деталей трибоспряджень[1-3]. Це пояснюється двома причинами:

1. Розвитком в зоні тертя корозійних процесів, сприяючих підвищенню зносу вже при порівняно невисоких температурах.

2. Зниженням міцностних характеристик поверхневих шарів металів при збільшенні на їх поверхнях кількості адсорбованих молекул меркаптану.

Разом з позитивними якостями меркаптани мають недоліки, оскільки викликають підвищену корозію деталей паливних систем, що містять мідь.

Погіршення протизносних властивостей із збільшенням вмісту меркаптану пов'язане не тільки з перерахованими причинами, а також з тим, що меркаптани при розкладанні виділяють вільний водень. При невеликому вмісті меркаптанів водень витрачається на відновлення оксидів і інших продуктів корозії, присутніх на поверхнях тертя, а при підвищеному вмісті водень, взаємодіючи із сталевим контртілом, сприяє розвитку водневого зносу.

*Формулювання цілей статті.* Метою статті є встановлення впливу триботехнічних властивостей рослинних олій на зношування деталей пар тертя.

*Основна частина.* Із всього різноманіття рослинних олій, які виробляються в Україні, найбільшого поширення одержали касторова, рапсова і соняшникова олія. Деякі основні хімотологічні показники рослинних олій наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Деякі основні хімотологічні показники рослинних олій

Показник	Найменування олії		
	Касторова	Рапсова	Соняхова
Густина при 15 °С, г/см <sup>3</sup>	0,962	0,911...0,918	0,924
Температура застигання, °С	-18...-10	-10...-4	-19...-16
Йодне число	84...88	94...106	127...136
Дистиляційне число	33,5	36,5	25

Одним з основних показників рослинних олій є йодне число. Йодне число - умовна величина, тобто число грамів йоду, еквівалентного галогену, що приєднався до 100 г досліджуваного жиру, вираже-

ним у відсотках йоду.

Масла з високим йодним числом і низькою температурою плавлення понад усе підходять для виробництва біодизеля, для застосування його при експлуатації мобільної техніки з холодним кліматом. Дослідження, направлені на розробку зимового біодизельного палива, особливо актуальні для північних країн, таких як Росія, Канада і країни Скандинавії. Проте варто відзначити, що при тривалому зберіганні збільшується ризик автоокислення і полімеризації пального в щільну каучукоподібну масу. Отже, біодизель з високим йодним числом не підлягає тривалому зберіганню, а для збільшення терміну зберігання бажано вводити антиоксиданти.

Олії і ефіри з низьким йодним числом (з касторової олії, тваринного жиру і т. п.) мають вищі цетанові числа і, отже, більший енергетичний потенціал. Однак олії з низьким йодним числом мають високі температури плавлення і нерідко тверднуть вже при температурах вище кімнатної. Ця властивість відбивається на температурах помутніння, забивання фільтру, що накладає обмеження на їх використання як пального на всі сезони, окрім літнього.

Одержані метилові ефіри (МЕ) і етилові ефіри (ЕЕ) для виробництва біодизеля з масел з високим вмістом поліненасичених жирних кислот (високим йодним числом) мають температуру загущення  $-10^{\circ}\text{C}$  або нижче. При додаванні їх в біопаливо в кількості 5% температура загущення палива В5 буде становити  $-25^{\circ}\text{C}$ . Цього достатньо для експлуатації автотранспорту зимою в країнах континентальної Європи, але не достатньо для експлуатації в Росії та Україні. З іншого боку, із зростанням ненасиченості знижується теплотворна здатність біодизеля, а метилові ефіри поліненасичених кислот більш схильні до автоокислення і полімеризації.

Теплотворна спроможність біодизельного палива на одиницю маси, як правило, на 9-13% нижче, ніж у звичайного дизпалива. При використанні біодизеля потужність дизельного двигуна знижується на 5-8%. Зниження крутного моменту з переходом на біодизель помітніше при низькій швидкості руху транспортного засобу. Так, при 1700 об/хв він нижче на 5%, а при 1300 об/мин - тільки на 3%. Димність вихлопу для біодизеля В100 в середньому на 75% нижче, ніж для звичайного дизпалива.

Густина біодизеля ( $0,89-0,92\text{ г/см}^3$ ) вище, ніж густина дизпалива з нафти ( $0,86\text{ г/см}^3$ ). Густина біодизеля різного походження практично однакова, за винятком біодизеля з касторової олії, для якої вона рівна  $0,92\text{ г/см}^3$ .

Зольність - показник наявності в паливі металів і кремнійових з'єднань. Висока зольність може бути причиною підвищеного зносу і засмічення інжекційної системи двигуна, а також нагароутворення.

Особливої різниці в експлуатаційних характеристиках між МЕ і ЕЕ не виявлено, тому при виборі агента етерифікації, в основному, керуються економічними міркуваннями.

Триботехнічні дослідження рослинних олій проводилися на чотирьохкульковій машині тертя МАСТ-1 (рис. 1) по методиці згідно ГОСТ 9490-75. Частота обертання верхньої кулі  $1460 \text{ хв}^{-1}$ , тривалість кожного випробування 10 с. Кулі виготовлені із сталі ШХ 9, твердістю 60-62 HRC. Температура олії  $292 - 294 \text{ }^{\circ}\text{K}$ .



Рис. 1. Загальний вигляд машини тертя МАСТ-1 для триботехнічних випробувань олій.

Оціночними показниками протизносних властивостей олій служили величини діаметрів плям зношування –  $d_{\text{зн.ср}}$ , які були заміряні після закінчення випробувань. В кінці кожного експерименту вимірювали силу тертя, що виникає в зоні контакту куль (за допомогою тензометрического динамометра, закріпленого з нижньою чашкою машини тертя), підсилювача ТА-5 і стрілочного мікроамперметра М-266М. Потім силу тертя перераховували у величину коефіцієнта тертя –  $f$ , що служив оцінним показником антифрикційних властивостей олій.

Протизадирні властивості рослинних олій оцінювалися по величині критичного навантаження, навантаження зварювання і індексу задиру.

За даними випробувань рослинних олій відповідно ГОСТ 9490-75 визначали величини індексу задиру  $I_3$  та критичного навантаження  $P_{\text{кр}}$ .

Виходячи з величини йодного і дистиляційного чисел, можна зробити висновок про те, що рапсове масло має задовільну схильністю до загущення і полімеризації.

Рапсове масло є найбільш придатним для використання його, як дисперсійного середовища при виготовленні пластичних мастил.

Графічні залежності коефіцієнтів тертя від величини вісьового навантаження наведені на рисунку 2.

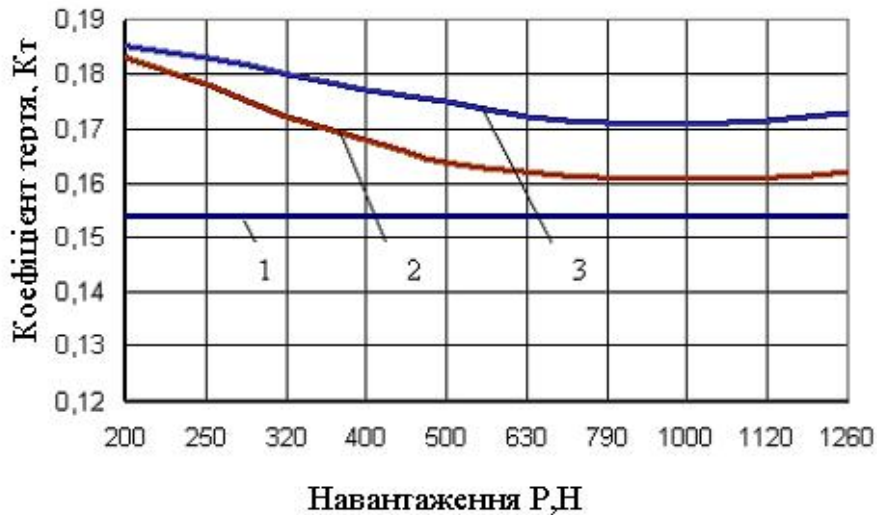


Рис. 2. Залежності коефіцієнтів тертя від величини вісьового навантаження для різних рослинних олій: 1- касторова, 2- рапсова, 3- соняшникова.

Однак, для прогнозування ресурсу необхідно знати не коефіцієнт тертя  $K_t$ , а коефіцієнт зносу  $K_U$ . Для цього були проведені попередні дослідження зношування матеріалів деталей трибоспряження вал-втулка в середовищі нафтової олії, які дозволили одержати залежність коефіцієнтів зносу матеріалів пар тертя від коефіцієнтів тертя. Эта залежність для матеріалів сталь 45 закалкою до 56-58 HRC і бронзи Бр ОСЦ 6-3-3, наведена на рисунку 3.

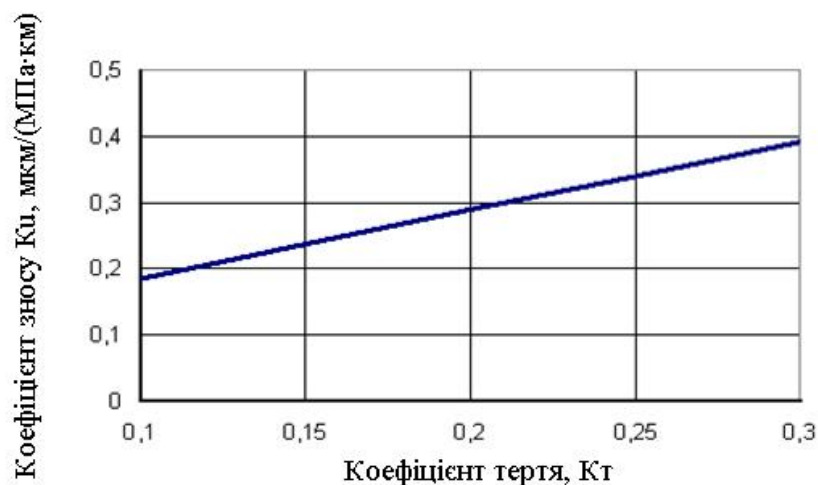


Рис. 3. Залежність коефіцієнтів зносу  $K_U$  від коефіцієнтів тертя  $K_t$ .

Вплив коефіцієнту тертя на коефіцієнт зносу описується емпіричною залежністю:

$$K_U = 1,04K_T + 0,081, \frac{\text{мкм}}{\text{МПа} \cdot \text{км}}$$

Ця залежність дозволила одержати значення коефіцієнтів зносу  $K_U$  для різних рослинних олій при різних навантаженнях пар тертя.

Для рапсової і соняшnikової олій мінімальний знос деталей пар тертя спостерігається при навантаженнях від 800 до 1000 Н.

В ході досліджень встановлено, що кращу стійкість до зношування мають матеріали, що працюють в середовищі касторової олії. Крім того, знос в середовищі касторової олії практично не залежить від навантаження сполучення (рис. 4).

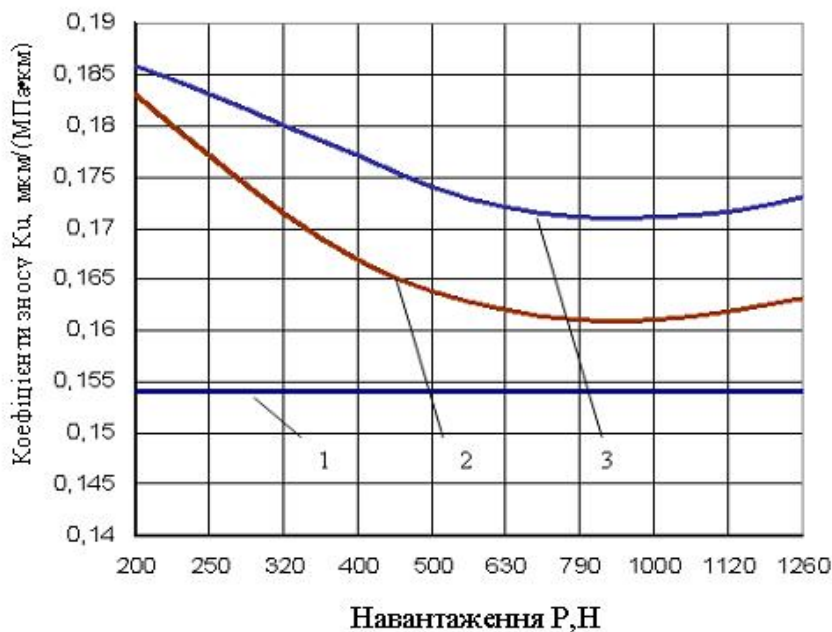


Рис. 4. Залежність коефіцієнтів зносу матеріалів пар тертя від навантаження, що працюють в середовищі різних рослинних олій: 1 - касторове, 2 - рапсове, 3 - соняшникове.

**Висновки.** 1. Отримані коефіцієнти зносу можуть бути використані для прогнозування ресурсу мобільної техніки при експлуатації її на ПММ біологічного походження;

2. Дослідження показали, що кращу стійкість до зношування мають матеріали, що працюють в середовищі касторової олії, крім того, знос в середовищі касторової олії практично не залежить від навантаження пар тертя. Однак вони мають низьке йодне число, що впливає на температуру плавлення, температуру помутніння, забивання

фільтрів і т.п. , що обмежує їх використання для виробництва пального на всі сезони, окрім літнього;

3. Рапсова олія є найбільш придатною для використання при виготовленні пластичних мастил і має найнижчі показники коефіцієнта зносу.

#### Література

1. *Журавель Д.П.* Прогнозування ресурсу трибоспрямижень мобільних сільськогосподарських агрегатів / *Д.П. Журавель, В.Б. Юдовинський, С.В. Кюрчев* // Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - Вип. 75, Харків, ХНТУСГ. – 2008. – С. 11-22.

2. *Журавель Д.П.* Моделювання хімотологічних та триботехнічних процесів в спряженнях тертя / *Д.П. Журавель, В.Б. Юдовинський* // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2007. – Вип. 7, т 3. – С.30-38.

3. *Юдовинский В.Б.* Обоснование комплексного показателя износостойкости материалов / *В.Б. Юдовинский, Д.П. Журавель, К.Г. Петренко* // Научные труды ТДАТА. - Мелитополь, 2006. - Вып.42.- С.15-20.

4. *Костецкий Б.И.* Трение, смазка и износ в машинах / *Б.И. Костецкий*. - “Техніка”, 1970. - 396 с.

5. Стандарт України на топливо дизельное ДСТУ 3868-99.

6. Европейский стандарт на биодизель EN14214:2004 (E).

### ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАСЕЛ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Журавель Д. П., Юдовинский В.Б.

**Аннотация** - работа посвящена влиянию триботехнических свойств растительных масел на изнашивание деталей сопряжений.

### TRIBOTECHNIQUES PROPERTIES OF BUTTERS OF BIOLOGICAL ORIGIN

D. Juravel., V. Judovinsky,

#### *Summary*

**Work is devoted influence of tribotechniques properties of vegetable butters on the wear of details of interfaces.**

УДК665.2/3.067.7

## ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ СУСПЕНЗІЙ

Назаренко І.П., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 43-54-32

**Анотація** - представлені результати експериментального визначення питомої електропровідності та діелектричної проникності дисперсної фази та дисперсійного середовища діелектричних суспензій методом зустрічно обертових електричних полів.

**Ключові слова** – діелектрична суспензія, електрод, частота, обертове електричне поле, електропровідність, діелектрична проникність.

*Постановка проблеми.* Інформація про електрофізичні властивості різноманітних речовин є важливою для визначення технологічних і технічних параметрів пристроїв в яких використовується силова дія електричного поля на продукт обробки. До таких пристроїв відносяться електросепаратори діелектричних суспензій. Визначення діелектричної проникності та питомої електропровідності як дисперсної фази так і дисперсійного середовища суспензії дозволяє зробити висновки про доцільність використання електричних методів очистки та сепарації таких рідин і розраховувати конструктивні параметри електросепараторів. В довідковій літературі, в основному, присутні відомості про електрофізичні властивості чистих неорганічних рідких та твердих речовин. Складні речовини органічного походження такі як рослинні олії, жири, біопалива та інші мають індивідуальні особливості, які до того ж змінюються з часом. Тому часто виникає потреба вимірювання діелектричної проникності та питомої електропровідності складових суспензії на етапі визначення параметрів електричної обробки, що забезпечують високу ефективність роботи пристроїв сепарації. До таких параметрів відноситься напруга на електродах та частота змінного струму [1,2].

Вимірювання електрофізичних характеристик частинок дисперсної фази суспензії відомими методами потребує їх вилучення з дисперсійного середовища. Вилучення таких частинок призводить до зміни їх стану і як наслідок до похибок при вимірюванні їх електрофізичних властивостей стандартними методами.

Таким чином розробка методів та технічних засобів визначення

електрофізичних властивостей дисперсійного середовища та дисперсної фази безпосередню в суспензії є актуальною задачею.

*Аналіз останніх досліджень.* Стандартні методи вимірювання питомої електропровідності полягають у вимірюванні струму, що тече скрізь зразок матеріалу з простою конфігурацією електричного поля. Для підвищення точності використовують мости змінного струму. При таких вимірах виникають значні труднощі при виборі конструкції вимірювальної кювети, урахуванні поверхневих струмів для матеріалів з малою питомою електропровідністю. Урахування неоднорідної структури твердих матеріалів тощо. Діелектрична проникність вимірюється методом балістичного гальванометра, мостовими, резонансними та оптичними методами в залежності від частоти струму [3].

Такі виміри потребують вилучення дисперсної фази з дисперсійного середовища.

В обертовому електричному полі на дисперсні частинки, що відрізняються від середовища за своїми електрофізичними властивостями, діє момент сили, яка залежить від діелектричної проникності рідини і частинки та їх питомої електропровідності [4]

$$M = 4\pi\varepsilon_c a^3 E^2 \frac{(\varepsilon_{\text{ч}} - \varepsilon_c) \left( \frac{\sigma_{\text{ч}}}{\omega} + 2 \frac{\sigma_c}{\omega} \right) - (\varepsilon_{\text{ч}} + 2\varepsilon_c) \left( \frac{\sigma_{\text{ч}}}{\omega} - \frac{\sigma_c}{\omega} \right)}{(\varepsilon_{\text{ч}} + 2\varepsilon_c)^2 + \left( \frac{\sigma_{\text{ч}}}{\omega} + 2 \frac{\sigma_c}{\omega} \right)^2}, \quad (1)$$

де  $a$  – радіус частинки, м;

$\omega$  – кутова частота, рад/с;

$\varepsilon_{\text{ч}}$  – діелектрична проникність частинки, Ф/м;

$\varepsilon_c$  – діелектрична проникність середовища, Ф/м;

$\sigma_{\text{ч}}$  – питома електропровідність частинки, См/м;

$\sigma_c$  – питома електропровідність середовища, См/м;

$E$  – напруженість електричного поля, В/м.

Вигляд залежності  $M=f(\omega)$  дає можливість зробити висновок про можливість визначення параметрів функції, що визначається формулою (1) за значеннями вимірюваних моментів сили або за їх відношеннями.

*Формулювання цілей статті.* Робота направлена на подальший розвиток методів визначення електрофізичних властивостей слабопровідних суспензій з використанням обертового електричного поля.

*Основна частина.* Вимірювання моменту сили, що діє на зважені частинки суспензії в обертовому електричному полі є доволі складною задачею у зв'язку з малими розмірами частинок. Також при цьому виникають похибки пов'язані з визначенням розміру частинки та напруженості електричного поля. Для усунення цих ускладнень про-



понується визначати електрофізичні параметри суспензії за результатами вимірювання кутової частоти, що відповідає екстремальній точці залежності (1).

Дослідження функції (1) на екстремум приводить до наступного співвідношення

$$\omega = \frac{\sigma_{\text{ч}} + 2\sigma_{\text{с}}}{\varepsilon_{\text{ч}} + 2\varepsilon_{\text{с}}}, \quad (2)$$

де  $\omega$  - кутова частота в екстремальній точці, рад/с;

$\sigma_{\text{ч}}$  - питома електропровідність частинки, См/м;

$\sigma_{\text{с}}$  - питома електропровідність середовища, См/м;

$\varepsilon_{\text{ч}}$  - діелектрична проникність частинки, Ф/м;

$\varepsilon_{\text{с}}$  - діелектрична проникність середовища, Ф/м.

Якщо в рідину помістити кулю з відомими властивостями  $\sigma_{\text{ч1}}, \varepsilon_{\text{ч1}}$ , та провести вимірювання кутової частоти  $\omega_{\text{в1}}$  в екстремальній точці, то у рівнянні (1) остаються невідомими 2 параметри:  $\sigma_{\text{с1}}$  та  $\varepsilon_{\text{с1}}$ .

Для визначення невідомих параметрів потрібно скласти додаткове рівняння. Воно може бути отримане, якщо в цю ж рідину помістити іншу кулю з відомими параметрами  $\sigma_{\text{ч2}}, \varepsilon_{\text{ч2}}$  і виміряти кутову частоти  $\omega_{\text{в2}}$  у відповідній екстремальній точці. Тоді можна записати систему рівнянь:

$$\begin{cases} \omega_{\text{в1}} = \frac{\sigma_{\text{ч1}} + 2\sigma_{\text{с1}}}{\varepsilon_{\text{ч1}} + 2\varepsilon_{\text{с1}}}, \\ \omega_{\text{в2}} = \frac{\sigma_{\text{ч2}} + 2\sigma_{\text{с1}}}{\varepsilon_{\text{ч2}} + 2\varepsilon_{\text{с1}}}. \end{cases} \quad (3)$$

Рішення цієї системи:

$$\begin{cases} \varepsilon_{\text{с1}} = \frac{\sigma_{\text{ч1}} + \varepsilon_{\text{ч2}}\omega_{\text{в2}} - \sigma_{\text{ч2}} - \varepsilon_{\text{ч1}}\omega_{\text{в1}}}{2(\omega_{\text{в1}} - \omega_{\text{в2}})}, \\ \sigma_{\text{с1}} = \frac{\varepsilon_{\text{ч1}}\omega_{\text{в1}}}{2} + \frac{(\sigma_{\text{ч1}} + \varepsilon_{\text{ч2}}\omega_{\text{в2}} - \sigma_{\text{ч2}} - \varepsilon_{\text{ч1}}\omega_{\text{в1}})\omega_{\text{в1}}}{2(\omega_{\text{в1}} - \omega_{\text{в2}})} - \frac{\sigma_{\text{ч1}}}{2}. \end{cases} \quad (4)$$

Якщо кулі помістити в рідину з іншими невідомими електрофізичними характеристиками:  $\varepsilon_{\text{с2}}$  та  $\sigma_{\text{с2}}$ , то їх значення можна розрахувати за формулами:

$$\begin{cases} \varepsilon_{\text{с2}} = \frac{\sigma_{\text{ч1}} + \varepsilon_{\text{ч2}}\omega'_{\text{в2}} - \sigma_{\text{ч2}} - \varepsilon_{\text{ч1}}\omega'_{\text{в1}}}{2(\omega'_{\text{в1}} - \omega'_{\text{в2}})}, \\ \sigma_{\text{с2}} = \frac{\varepsilon_{\text{ч1}}\omega'_{\text{в1}}}{2} + \frac{(\sigma_{\text{ч1}} + \varepsilon_{\text{ч2}}\omega'_{\text{в2}} - \sigma_{\text{ч2}} - \varepsilon_{\text{ч1}}\omega'_{\text{в1}})\omega'_{\text{в1}}}{2(\omega'_{\text{в1}} - \omega'_{\text{в2}})} - \frac{\sigma_{\text{ч1}}}{2}, \end{cases} \quad (5)$$

де  $\omega'_{Б1}$ - кутова частота в екстремальній точці для кулі з характеристиками  $\varepsilon_{ч1}, \sigma_{ч1}$ , що знаходиться в рідині з характеристиками  $\varepsilon_{с2}, \sigma_{с2}$ ;  
 $\omega'_{Б2}$ - кутова частота в екстремальній точці для кулі з характеристиками  $\varepsilon_{ч2}, \sigma_{ч2}$ , що знаходиться в рідині з характеристиками  $\varepsilon_{с2}, \sigma_{с2}$ .

Таким чином метод двох куль дозволяє виміряти електрофізичні характеристики дисперсійного середовища в двох суспензіях. Отримана інформація надає можливість визначити електрофізичні характеристики речовини дисперсної фази  $\varepsilon_{ч}, \sigma_{ч}$ . Для цього складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \omega_1 = \frac{\sigma_{ч} + 2\sigma_{с1}}{\varepsilon_{ч} + 2\varepsilon_{с1}}, \\ \omega_2 = \frac{\sigma_{ч} + 2\sigma_{с2}}{\varepsilon_{ч} + 2\varepsilon_{с2}}. \end{cases} \quad (6)$$

рішення якої записується у вигляді:

$$\begin{cases} \varepsilon_{ч} = \frac{\lambda(\sigma_{с1} - \sigma_{с2} + \varepsilon_{с2}\omega_2 - \varepsilon_{с1}\omega_1)}{\omega_1 - \omega_2}, \\ \sigma_{ч} = \frac{2\omega_1(\sigma_{с1} - \sigma_{с2} + \varepsilon_{с2}\omega_2 - \varepsilon_{с1}\omega_1)}{\omega_1 - \omega_2} + 2\varepsilon_{с1}\omega_1 - 2\sigma_{с1}, \end{cases} \quad (7)$$

де  $\omega_1$ - кутова частота в екстремальній точці для кулі з характеристиками  $\varepsilon_{ч}, \sigma_{ч}$ , що знаходиться в рідині з характеристиками  $\varepsilon_{с1}, \sigma_{с1}$ ;

$\omega_2$ - кутова частота в екстремальній точці для кулі з характеристиками  $\varepsilon_{ч}, \sigma_{ч}$ , що знаходиться в рідині з характеристиками  $\varepsilon_{с2}, \sigma_{с2}$ .

Зазначений метод можна модифікувати і розповсюдити на інші точки залежності  $M=f(\omega)$ . Для цього складемо систему 2 рівнянь, використавши формулу для моменту сили, що діє на частинку в обертовому електричному полі:

$$\begin{cases} M_1 = 4\pi\varepsilon_c a^3 E_1^2 \frac{(\varepsilon_{ч} - \varepsilon_c) \left( \frac{\sigma_{ч}}{\omega_1} + 2 \frac{\sigma_c}{\omega_1} \right) - (\varepsilon_{ч} + 2\varepsilon_c) \left( \frac{\sigma_{ч}}{\omega_1} - \frac{\sigma_c}{\omega_1} \right)}{(\varepsilon_{ч} + 2\varepsilon_c)^2 + \left( \frac{\sigma_{ч}}{\omega_1} + 2 \frac{\sigma_c}{\omega_1} \right)^2}, \\ M_2 = 4\pi\varepsilon_c a^3 E_2^2 \frac{(\varepsilon_{ч} - \varepsilon_c) \left( \frac{\sigma_{ч}}{\omega_2} + 2 \frac{\sigma_c}{\omega_2} \right) - (\varepsilon_{ч} + 2\varepsilon_c) \left( \frac{\sigma_{ч}}{\omega_2} - \frac{\sigma_c}{\omega_2} \right)}{(\varepsilon_{ч} + 2\varepsilon_c)^2 + \left( \frac{\sigma_{ч}}{\omega_2} + 2 \frac{\sigma_c}{\omega_2} \right)^2}, \end{cases} \quad (8)$$

де  $a$  - радіус частинки, м;

$E_1, E_2$  - напруженість електричного поля в перші та другій точці

відповідно, В/м;

$\omega_1, \omega_2$  - кутова частота в перші та другій точці відповідно, рад/с;

$M_1, M_2$  – момент сили в перші та другій точці відповідно, Н·м.

Із системи (8) виходить:

$$\sqrt{\frac{\omega_1 - k\omega_2}{k\omega_1 - \omega_2}} \omega_1 \omega_2 = \frac{\sigma_{\text{ч}} + 2\sigma_{\text{с}}}{\varepsilon_{\text{ч}} + 2\varepsilon_{\text{с}}}, \quad (9)$$

де  $k = \frac{M_2 E_1^2}{M_1 E_2^2}$ .

У зв'язку з тим, що напруженість електричного поля пропорційна напрузі можна записати:

$$k = \frac{M_2 U_1^2}{M_1 U_2^2}, \quad (10)$$

де  $U_1, U_2$  - напруги на електродах, що відповідають напруженостям електричного поля  $E_1, E_2$  відповідно.

Співставлення формул (2) та (9) показує, що кутова частота в екстремальній точці може бути розрахована за результатами вимірювання моменту сили в двох довільних точках за формулою:

$$\omega = \sqrt{\frac{\omega_1 - k\omega_2}{k\omega_1 - \omega_2}} \omega_1 \omega_2. \quad (11)$$

У зв'язку з тим, що у вираз (11) входить відношення моментів, то похибка пов'язана з вимірюванням абсолютного значення моменту сили при такому підході відсутня.

Для розрахунку електрофізичних характеристик суспензії за допомогою рівнянь (4),(5),(7) потрібно виміряти значення кутової частоти в екстремальних точках. Схема лабораторної установки для проведення таких вимірювань показана на рисунку 1. Установка складається з чотирьох електродів 1 у вигляді гіперболічних циліндрів до яких підведена чотирифазна напруга (фази А,В,С,Д). Електроди розташовані в камері 2, в яку заливають дослідну суспензію. Для спостереження за рухом зважених частинок суспензії в установці передбачений фотоелектричний перетворювач 3 на базі ПЗС матриці з цифровим виходом для обробки інформації на персональному комп'ютері. Інформація на перетворювач подається за допомогою оптоволоконної кабелю з регульованою укладкою волокон. Джерело живлення для установки (на рисунку 1 не показане) являє собою двофазний генера-

тор регульованої частоти (від 0 до 20000 Гц) зі зсувом фаз  $90^{\circ}$ , двофазний підсилювач потужності та чотирифазний високовольтний трансформатор [2].

Методика вимірювання електрофізичних характеристик суспензії полягає у наступному. На електроди подають одночасно дві системи чотирифазних напруг різної регульованої частоти з протилежним чергуванням фаз таким чином створюючи два поля, що обертаються на зустріч одне одному. Обидва поля діють на частинку створюючи протилежні моменти сил. Метою досліду є знаходження частоти, що відповідає екстремальній точці залежності  $M=f(\omega)$ .

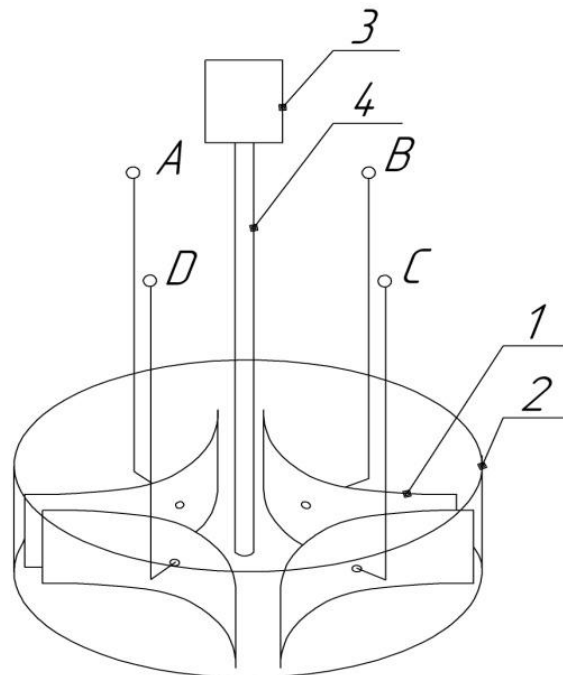


Рис. 1. Схема лабораторної установки для вимірювання електрофізичних характеристик суспензій.

Така частота може бути знайдена двома шляхами. У першому випадку встановлюють однакову величину напруги для обох систем, задаються різницею кутових частот у двох системах напруг та кроком їх збільшення. При цьому зважена частинка суспензії обертається під дією різниці моментів сил. Проводять поступове збільшення частот до моменту зупинки частинки. Далі зменшують різницю кутових частот до нуля і таким чином встановлюють кутову частоту, що відповідає екстремальній точці. В другому випадку використовують формулу (11). В обох системах напруг встановлюють довільні, але різні кутові частоти. Вимірюють значення напруг при яких зважена частинка суспензії не обертається. Розраховують параметр  $k$  за формулою (10). З урахуванням рівності моментів він дорівнює відношенню квадратів відповідних напруг. Дослідження проводять для двох середовищ з ві-

дмінними властивостями та двох куль з відомими властивостями. Відмінність електрофізичних параметрів середовища може бути досягнута розбавленням суспензії іншою рідиною. Наприклад, у рослину олію може додаватись бензин. За формулами (4),(5) розраховують діелектричні проникності та питомі опори обох середовищ. Далі за формулою (7) розраховують діелектричну проникність та питомий опір зваженої частинки з невідомими властивостями.

Перевірка розробленої методики здійснювалась для соняшникової олії з діелектричною проникністю  $3,2 \cdot 10^{-11}$  Ф/м і питомою електропровідністю  $10^{-9}$  См/м та олеїнової кислоти, яка має діелектричну проникність  $2,15 \cdot 10^{-11}$  Ф/м і питому електропровідність  $10^{-8}$  См/м [5]. В якості дисперсної фази використовувались два зразки текстоліту діелектрична проникність яких  $7 \cdot 10^{-11}$  Ф/м, питома електропровідність першого зразка  $10^{-7}$  См/м другого –  $2,5 \cdot 10^{-8}$  См/м.

Вимірне значення критичних частоти склало:  $\omega_{Б1}=750$  рад/с;  $\omega_{Б2}=200$  рад/с;  $\omega'_{Б1}=1050$  рад/с;  $\omega'_{Б2}=400$  рад/с;  $\omega_1=460$  рад/с;  $\omega_2=750$  рад/с.

Розраховані за результатами вимірювання електрофізичні характеристики складових суспензій наступні: діелектрична проникність соняшникової олії  $3,32 \cdot 10^{-11}$  Ф/м; олеїнової кислоти -  $2,27 \cdot 10^{-11}$  Ф/м; талька  $5,23 \cdot 10^{-11}$  Ф/м; питома електропровідність соняшникової олії  $1,15 \cdot 10^{-8}$  См/м; олеїнової кислоти –  $1,05 \cdot 10^{-8}$  См/м; талька –  $5,23 \cdot 10^{-8}$  См/м. Таким чином відхилення визначених значень електрофізичних параметрів частинок талька не перевищує 5% у порівнянні з довідковими даними [5] для цієї речовини, а для середовища відхилення не перевищує 15 %.

*Висновки.* Розроблена методика дозволяє вимірювати електрофізичні характеристики діелектричних суспензій: питому електропровідність та діелектричну проникність дисперсної фази та дисперсійного середовища, при чому характеристики дисперсної фази визначаються безпосередньо в стані суспензії. Відносна похибка вимірюного значення цих показників не перевищила 15%.

#### Література

1. Назаренко І.П. Сепарація діелектричних суспензій в біжучому електричному полі / І.П. Назаренко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2010.- Вип.148.- С. 117-122.

2. Назаренко І.П. Обґрунтування частоти біжучого електричного поля в пристроях очистки діелектричних рідин / І.П. Назаренко // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. - Мелітополь, 2010. - Вип. 10, т. 3. - С. 171-175.

3. Рогов И.А. Электрофизические методы обработки пищевых

продуктов / *И.А. Рогов*. – М.: Агропромиздат, 1988. –272с.

4. *Назаренко І.П.* Моделювання електричного поля, що обертається в електросепараторах діелектричних суспензій / *І.П. Назаренко* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь, 2010. - Вип. 10, Т. 8. - С. 338-345.

5. *Кикоин И.К.* Таблицы физических величин. Справочник. Под ред. акад. *И. К. Кикоина*. - М.: Атомиздат, 1976.- 1008 с.

## **К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СУСПЕНЗИЙ**

Назаренко И.П.

**Аннотация** - представлены результаты экспериментального определения удельной электропроводимости и диэлектрической проницаемости дисперсной фазы и дисперсионной среды диэлектрических суспензий методом встречно вращающихся электрических полей.

## **TO THE QUESTION OF DETERMINATION OF ELECTRIC PROPERTIES OF DIELECTRIC SUSPENSION**

I. Nazarenko

### **Summary**

The results of experimental determination of specific conductivity and dielectric permeability of dispersion phase and dispersion environment of dielectric suspension by a method meeting the circulating electric fields are given in work.

УДК 697.9

## СХЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ОЗОНАТОРІВ ПОВІТРЯ В УМОВАХ ПТАХІВНИЦЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ

Яковлев В.Ф., к.т.н.,

Лобода О.І., інж.,

Заєць Д.Г., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

пр. Б.Хмельницького, 18 м. Мелітополь, 72312, Україна

Тел. +38(0619) 425-797, e-mail: aleks\_loboda@mail.ru

**Анотація** - розглянуто питання схематичного моделювання перехідних процесів при роботі озонаторів повітря, що використовуються в умовах птахівницького приміщення з використанням комп'ютерних програм симуляторів.

**Ключові слова** - керування, мікроконтролеру, множувач напруги, озонатор, перехідна характеристика.

*Постановка проблеми.* Відомо, що озон відрізняється високим окисним потенціалом (поступає тільки фтору і нестабільним радикалам), простотою, доступністю, дешевизною і можливістю отримання шляхом електросинтезу з повітря на місці споживання. Але особливо важливим є те, що озон екологічно сполучений, і він один (крім кисню) приймає участь в біологічних процесах навколишнього середовища. Він має багато властивостей: бактерицидну, фунгицидну, вирулицидну, дезодоруючу, інсектицидну, демеркураційну, стимулюючу та інші. Це різноманіття властивостей, властивому озону, відкриває більші можливості його широкого застосування в сільському господарстві, наприклад такі:

- ✓ дезінфекція інкубаційних і харчових яєць озоном;
- ✓ стимуляція ембріонального розвитку;
- ✓ знезаражування кормів;
- ✓ озонування м'яса птахів;
- ✓ очищення стічних вод;
- ✓ дезінфекція, дезодорація та очищення повітря приміщень.

*Аналіз останніх досліджень.* Сучасний рівень розвитку аеріоінізації та озонування у тваринництві й птахівництві опирається на теоретичні положення й розробки таких вчених: Н.В. Ксенза, О.Л. Чи-

жевського, Л.Г.Щепи, І.Ф. Бородіна, І.П. Кривопишина, В.Ф. Сторчєвого, А.Ф. Першина та інших.

Аналіз наукових праць і літературних джерел показав, що в медичних, громадських і тваринницьких приміщеннях широке застосування одержало опромінення повітря озоном. [1].

Установлене що бактерицидна дія озону дозволяє поліпшити параметри мікроклімату у тваринницьких приміщеннях, а це сприяє підвищенню продуктивності, схоронності тварин, зниженню захворювань.

*Формулювання мети статті.* Використовуючи можливості системи схематичного моделювання MICRO-CAP 7 провести аналіз роботи блоків керування і вибрати основні параметри системи керування озонатором в різноманітних режимах роботи.

*Основна частина.* Використання озонатору повітря дозволяє впливати на іонний і хімічний склад повітря, регулювати та створювати оптимальні умови мікроклімату тваринницьких приміщень. Однак питання про оптимальні режими іонізації залишається відкритим і вимагає проведення додаткових досліджень. З використанням промислових іонізаторів повітря проведення подібних досліджень не представляється можливим через відсутність регулювання концентрації іонів і озону, вибору режиму роботи, а також часу впливу.

Іонізатор-озонатор повітря має два режими роботи (імпульсний і постійний) і можливість регулювання концентрації іонів і озону. Регулювання концентрації відбувається за рахунок зміни одного з наступних параметрів іонізації: напруги, тривалості, періоду повторення й форми імпульсів.

Іонізатор-озонатор повітря ставиться до коронного типу й складається з наступних блоків: блоку живлення, блоку керування, блоку перетворення напруги, блоку множення, блоку виміру, блоку іонізуючих електродів. Блок живлення перетворить змінну мережеву напругу в постійні рівні напруги, необхідні для живлення елементів схеми. Блок керування задає режим роботи іонізатору, що визначається типом задаючого генератора, виконаного на базі мікроконтролеру серії Atmega. Також за допомогою мікроконтролеру вимірюється напруга й здійснюється індикація параметрів іонізації. Блок перетворення формує високочастотні імпульси для живлення блоку множення, на виході якого формується постійне, а при імпульсному режимі роботи - імпульсна, висока напруга, що подається до блоку електродів [2-4].

При розробці й виборі елементів блоків керування, перетворення й множення необхідно мати інформацію про залежності перехідних процесів від параметрів елементів, що входять у зазначені блоки. Експериментальне дослідження цих залежностей є трудомісткою й дорогою процедурою, тому застосовують чисельні методи розрахунку на



основі побудованих моделей. Широке поширення, у зв'язку з доступністю й наявністю різних методів аналізу електричних схем, одержала така система схематичного моделювання MICRO-CAP 7 [5, 6]. За допомогою цієї програми досліджувалися перехідні процеси при включенні, вимиканні, а також у процесі роботи іонізатору-озонатору повітря.

Визначався вплив на перехідні процеси наступних параметрів: числа каскадів множення, частоти живильних імпульсів, опору навантаження. Моделювалися імпульси складної форми й оцінювалися їхні характеристики.

Схематичні моделі блоків керування, перетворення й множення представлені на рисунках 1-4.

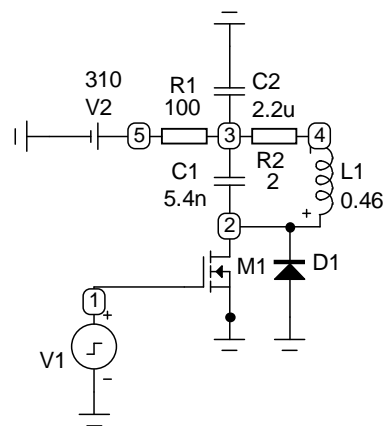


Рис. 1. Схематична модель блока керування джерела живлення.

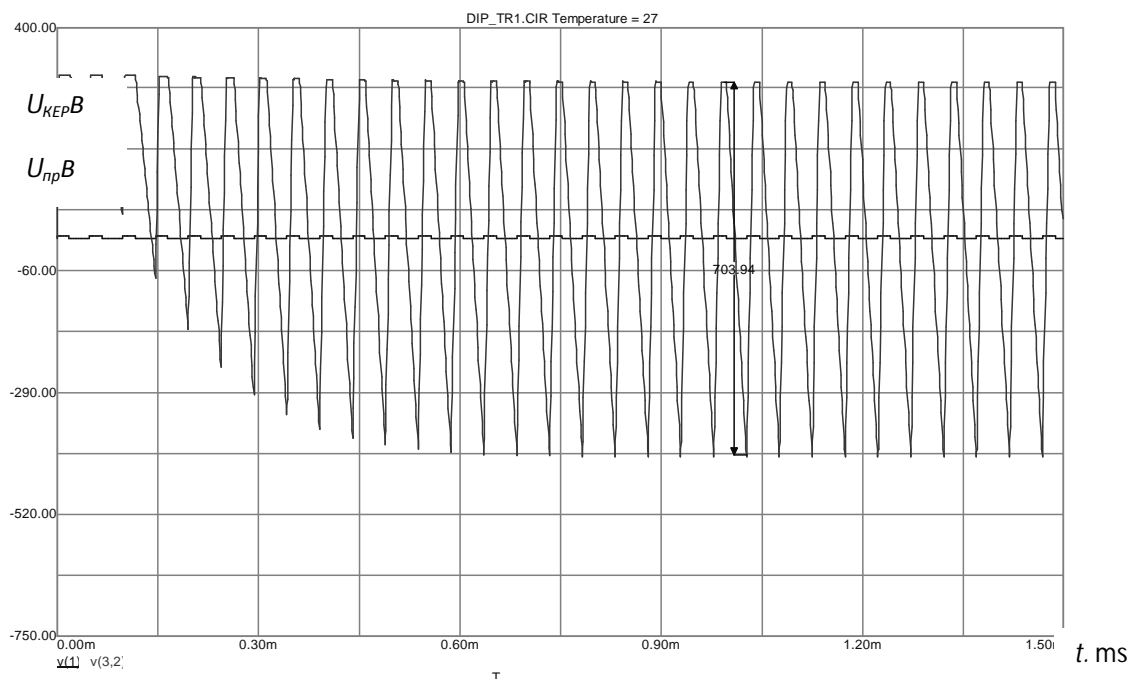


Рис. 2. Перехідні процеси у процесі роботи іонізатору-озонатору повітря.

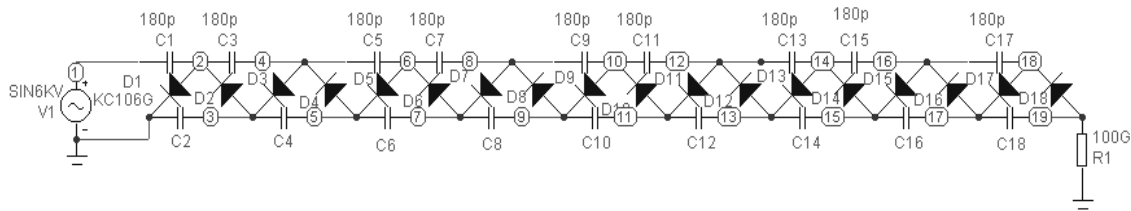


Рис. 3. Схематична модель блоку перетворення.

Загальний час перехідного процесу при включенні іонізатору-озонатору складається із часу перехідного процесу в блоці керування, у блоці перетворення й у блоці множення:

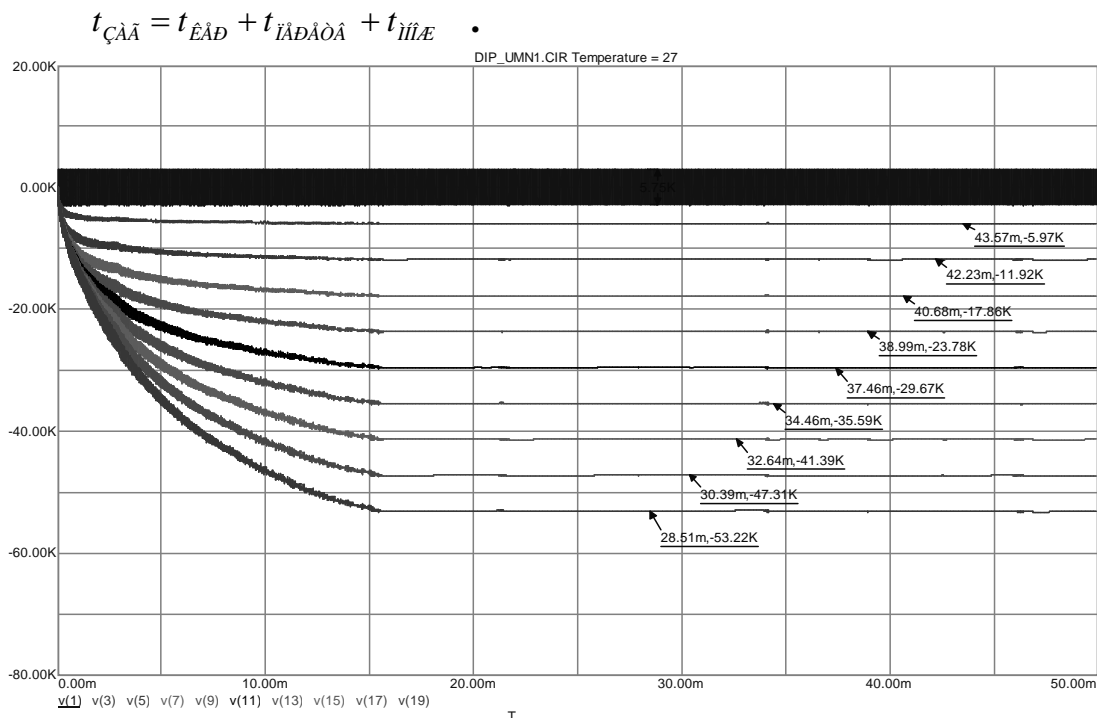


Рис. 4. Результати моделювання перехідного процесу блоку множення.

Як видно з результатів моделювання, час перехідного процесу на виході блоку перетворення становить 0,3 мс, що на 1 порядок менше, ніж на виході блоку множення (10 мс), тому при подальших дослідженнях зневажаємо часом перехідних процесів блоку перетворення.

**Висновки.** З аналізу отриманих результатів моделювання зроблені такі висновки:

1. Найбільший вплив на перехідні процеси роблять частота живильних імпульсів, число каскадів множення, а також опір навантаження. При зменшенні числа каскадів множення час перехідних процесів зменшується прямо пропорційно. Але зменшувати число каскадів можна до певного числа, що залежить від мінімально необхід-

ної напруги іонізації й від максимальної напруги живильних імпульсів. Тому зменшення часу перехідних процесів може бути досягнуте шляхом збільшення частоти живильних імпульсів, а також застосуванням паралельного з'єднання множувачів. Так при використанні двох послідовно з'єднаних множувачів напруги в порівнянні з одним множувачем з подвоєним коефіцієнтом множення час перехідних процесів знижується в 4 рази.

2. Зменшення часу перехідних процесів веде до зниження погрішності виміру концентрації методом відкритого колектору, а також дозволяє реалізовувати більш складні послідовності імпульсів іонізації.

3. Опір навантаження впливає на час перехідного процесу при вимиканні напруги живлення і на пульсації напруги. Час спаду ( $T_c$ ) імпульсу напруги приблизно складає 1 с і дуже сильно залежить від опору навантаження ( $R_n$ ): так, при  $R_n = 10 \text{ ГОм}$   $T_c = 1 \text{ с}$ , а при  $R_n = 2 \text{ ГОм}$  -  $T_c = 0,2 \text{ с}$ . Час перехідного процесу при включенні напруги живлення не залежить від опору навантаження. Час наростання імпульсу становить 15 мс (при 50 кВ), 10 мс (при 10 кВ), що узгоджується з експериментальними даними.

4. У процесі експлуатації іонізаторів повітря опір навантаження може мінятися тільки при вимірюванні напруги, коли як навантаження виступає вже не повітря, а високовольтний дільник напруги. Тому додатковий опір у високовольтному вимірнику повинен робити як можна менший вплив. Це досягається вже при значенні порядку 2 ГОм, спадання напруги при цьому становить приблизно 2 кВ.

Таким чином, отримані результати досліджень дозволять більш ефективно й надійно використати іонізатор-озонатор повітря при проведенні профілактичних заходів в приміщеннях, наприклад птахівницькій фермі.

#### Література

1. Чижевский А.Л. Аэроионификация в народном хозяйстве / А.Л. Чижевский. – 2-е изд., сокр. – М.: Стройиздат, 1989. - 488 с.
2. Бирюков С.В. Стабилизированный блок питания для "люстры Чижевского" / С.В. Бирюков // Схемотехника. – 2004. - № 4. – с. 15-17
3. Зуев Л.А. Улучшение характеристик регулируемого бестрансформаторного блока питания для "люстры Чижевского" / Л.А. Зуев // Схемотехника. – 2003. - № 7. – с. 9-11
4. Бирюков С.В. Генераторы и формирователи импульсов на микросхемах КМОП" / С.В. Бирюков // Радио. – 1995. - № 7. – с. 36-37, № 9. – с. 54-55

5. Разевиг. В.Д. Схемотехническое моделирование Micro-Cap 7. / В.Д. Разевиг – М.: Горячая линия - Телеком, 2003. - 368 с.

6. Амелина М.А. Программа схематического моделирования Micro-Cap 8 / М.А. Амелина, С.А. Амелин – М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 464 с.

## **СХЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ОЗОНАТОРОВ ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ ПТИЧНИКА**

Яковлев В.Ф., Лобода А.И., Заец Д.Г.

**Аннотация** - рассмотрены вопросы схематического моделирования переходных процессов при работе озонаторов воздуха, используемых в условиях птичника с использованием компьютерных программ симуляторов.

## **SCHEMATIC SIMULATION OF TRANSITION PROCESS AIR OZONIZERS UNDER AVIARY**

V. Yakovlev, A. Loboda., D. Zaets

### **Summary**

The problems of the schematic model of transient processes at work air ozone generators are used in a poultry house using kompyuternyh software simulators.

УДК 621.301

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В БИОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Кунденко Н.П., к.т.н.

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П.Василенка*

Тел. (057)712-28-33

**Аннотация** – предложено использовать ультразвуковые колебания как средства интенсификации процесса растворения, для воздействия на биологические объекты.

**Ключевые слова** - ультразвук, колебания. диффузия, кавитация.

*Постановка проблемы.* При воздействии УЗ на биологические объекты частицы среды совершают интенсивные колебательные движения с большими ускорениями; при этом на расстояниях, равных половине длины звуковой волны, в облучаемой среде могут возникать разности давлений от нескольких единиц до десятков атмосфер. Столь интенсивные воздействия на структуру биологических объектов приводят к различным биологическим эффектам, физическая природа которых связана с действием сопутствующих распространению УЗ в среде факторов: механического, теплового, а также физико-химического.

*Анализ последних исследований.* Давно известно, что ультразвуковое излучение можно сделать узконаправленным. Результаты наблюдений, а также сведения о том, что ультразвуковые волны могут проникать сквозь мягкие ткани человеческого организма, привели к тому, что с начала 1930-х г. возник большой интерес к проблеме применения ультразвука для терапии различных заболеваний. Тем не менее, лишь сравнительно недавно стал намечаться истинно научный подход к анализу явлений. Физика взаимодействия ультразвукового излучения с биологической средой должна включать следующие процессы: распространение ультразвука в «биологической среде», такой как тело человека, взаимодействие ультразвука с компонентами этой среды и измерения и регистрация акустического излучения, как падающего на объект, так и возникающего в результате взаимодействия с ними [1,2]. Практическое применение УЗ развивается в двух направ-

лениях: применение волн малой интенсивности (низкоэнергетические колебания, не приводящие к необратимым изменениям в материалах и телах, через которые они распространяются) [1]; применение высокоэнергетических колебаний - волн высокой интенсивности для активного воздействия на вещества и изменения их структуры и свойств [2].

*Формулирование цели статьи.* Исследовать физические процессы воздействия ультразвуковых колебаний на биологические объекты.

*Основная часть.* При распространении ультразвука (УЗ) в жидкой среде возникает переменное давление. Отрицательное давление может привести к образованию полостей в месте разрежения. В полости возникают пары жидкости и воздуха.

Механическое действие УЗ обусловлено высокочастотными колебаниями, которые передаются ткани, соприкасающейся с излучателем. В последней происходит изменение давления, колебание клеток ткани и смещение в стороны при частоте УЗ волны 800-3000 кГц. УЗ оказывает механическое действие на грубоволокнистую соединительную ткань. Целесообразно применять пульсовую дозу УЗ, интенсивность ультразвуковой волны повышается, а тепловой эффект будет при этом УЗ ускоряет диффузию веществ. Тепловой эффект зависит от поглощения УЗ тканями и не очень велик, так как тепло отводится циркулирующей кровью. Тепло образуется на границе подкожной клетчатки и мышц, хорошо выражено в мышечной ткани. Эмульгирование, раздробление не смешивающихся между собой жидкостей и порошков приводит к образованию стойких мелкодисперсных эмульсий, аэрозолей. Известно, что в кавитационных пузырьках образуются электрические заряды, которые вызывают ионизацию среды. Молекулы воды расщепляются на  $H^+$  и  $OH^-$ , появляется перекись водорода, а в присутствия азота -азотные и азотистые кислоты. Возможна фиксация при помощи УЗ молекулярного азота органическими кислотами с образованием аминокислот, которые идут на построение белка. Этим и объясняется роль УЗ в регуляции синтеза белка. Изменяется соотношение между клеткой и межклеточной жидкостью в сторону повышения последней. Воспаленная ткань реагирует на ультразвук сильнее, чем здоровая, уменьшается ацидоз, кислотность среды смещается в щелочную сторону, а значит, в определенной степени отмечается противовоспалительный эффект. УЗ волны инактивируют ферменты, гормоны, повышают активность инсулина, вызывают расщепление гликогена, осуществляют деполимеризацию гнапуриновой и хондроитинсерной кислот.

При распространении интенсивных УЗ колебаний (интенсивностью более 12 Вт/см) в жидкости наблюдается, обусловленный

УЗ давлением эффект, называемый УЗ кавитацией. Под акустической кавитацией понимают образование и активацию газовых или паровых полостей (пузырьков) в среде, подвергаемой УЗ воздействию [4]. По общепринятой терминологии существуют два типа активности пузырьков: стабильная кавитация и коллапсирующая, или не стационарная, кавитация, хотя граница между ними не всегда четко очерчена. Стабильные полости пульсируют под воздействием давления УЗ поля. Радиус пузырька колеблется около равновесного значения, полость существует в течение значительного числа периодов звукового поля. С активностью такой стабильной кавитации может быть связано возникновение акустических микропотоков и высоких сдвиговых напряжений. Коллапсирующие или нестационарные полости осциллируют неустойчиво около своих равновесных размеров, вырастают в несколько раз и энергично схлопываются. Схлопыванием таких пузырьков могут быть обусловлены высокие температуры и давления, а также преобразование энергии УЗ в излучение света или химические реакции. На пылинках и частицах примесей, содержащихся в жидкостях, могут существовать микротрещины. Избыточное давление внутри частичек, задаваемое радиусом частичек и коэффициентом поверхностного натяжения, мало, но под действием звука достаточно высокой интенсивности газ может накачиваться в них, и полости могут расти. Малые пузырьки могут расти вследствие процесса, называемого выпрямленной, или направленной, диффузией. Объяснение этого явления состоит в том, что за период акустического поля газ поочередно диффундирует в пузырек во время фазы разрежения и из пузырька во время фазы сжатия. Так как поверхность пузырька в фазе разрежения максимальна, суммарный поток газа направлен внутрь пузырька, поэтому пузырек растет. Чтобы пузырек рос за счет выпрямленной диффузии, амплитуда акустического давления должна превысить пороговое значение. Порог выпрямленной диффузии и определяет порог кавитации.

Явление кавитации связано с тем, что жидкости "легко" переносят огромные всесторонние сжатия, но чрезвычайно чувствительны к растягивающим усилиям. При прохождении фазы УЗ волны, создающей разрежение, жидкость разрывается и в ней образуется большое количество разрывов, в которые устремляются растворенные в жидкости газы и пар. Эти мельчайшие пузырьки (размером менее 0,1 мм), называемые кавитационными, образуются обычно в местах, где прочность жидкости ослаблена. Такими местами являются маленькие пузырьки нерастворенного газа, частички посторонних примесей, границ раздела жидкость - жидкость, жидкость - твердое тело и др. Кавитационные пузырьки совершают пульсирующие колебания, вокруг них об-

разуются сильные микропотоки, приводящие к активной локальной турбулизации среды.

После кратковременного существования, часть пузырьков захлопывается. При этом наблюдаются локальные мгновенные давления, достигающие сотен и тысяч атмосфер. При захлопывании кавитационных пузырьков наблюдаются также локальные повышения температуры и электрические разряды. Многие исследования показали, что воздействие УЗ колебаний на различные среды обусловлено эффектами кавитации, ультразвукового ветра и ультразвукового давления, причем максимальное воздействие обусловлено УЗ кавитацией. Практически все физикохимические и технологические процессы протекают на границе раздела (межфазной поверхности), где молекулы различных веществ соприкасаются друг с другом. При этом любой процесс можно представить в виде трех последовательных стадий: приближение молекул двух или нескольких взаимодействующих веществ друг к другу и их столкновение; сам процесс взаимодействия молекул; удаление продуктов реакции из зоны взаимодействия.

Воздействие УЗ с частотой 20-100 кГц характеризуется разделением молекул и ионов с различной массой, искажением формы волны, появлением переменного электрического поля, капиллярно-акустическим и тепловым эффектами, активацией диффузии. Здесь проявляются сопутствующие эффекты, влияющие на процессы экстракции из лекарственного, растительного и животного сырья, наблюдается усиление процессов гиперфльтрации, проницаемости клеточных мембран, становятся возможными стерилизация термолабильных веществ, фонофорез, получение концентрированных ингаляционных аэрозолей.

Как уже отмечалось, УЗ, проходя через любую среду, создает в ней при обычных условиях знакопеременное давление. В результате молекулы и различные частицы, находящиеся в жидкости, должны с частотой волны повторить движение. Большинство биологических сред — это конфигурационно сложные микрообъекты, состоящие из волнообразных цепочек, колец, радикалов. Во время прохождения УЗ через такую молекулу ее легкая часть будет колебаться в резонансе с частотой волны, а тяжелая часть станет отставать. В результате возникнут зоны напряженности, значительные силы трения, превосходящие силы химической связи, произойдет разрыв цельной молекулы вещества. При воздействии на процесс растворения УЗ с большой интенсивностью в жидкой среде возникают знакопеременное звуковое давление, способствующее проникновению жидкости в трещины и капилляры растворяемого вещества, а также быстрые течения: звуковой ветер, кавитация. Интенси-



фикация процесса растворения, а равно и коэффициент диффузии зависят от значений амплитуды и частоты вынужденных колебаний жидкости.

При воздействии на среду УЗ, уменьшается динамическая вязкость полярных жидкостей; микротрещины и поры, имеющиеся в твердой фазе, разветвляются, увеличиваются их размеры и глубина. У кромки открытой микротрещины при интенсивном движении жидкости происходят турбулизация микропотоков, а затем и срыв вихрей. Здесь процесс растворения твердой фазы лимитируется коэффициентом турбулентной диффузии. Поступающие из первой во вторую зону турбулентные пульсации осуществляют перенос основной массы растворяемого вещества. В третьей зоне массообмен обусловлен хаотическим молекулярным движением. Продольные и поперечные размеры микротрещин являются важным фактором в процессе растворения. При возникновении УЗ переменного давления ( $\pm 5 \times 10^5$  Па) в жидкости, находящейся в трещине, создаются колебательные тангенциальные смещения микрообъемов растворителя вдоль стенок, которые переходят в однонаправленное движение раствора. Молекулярная диффузия практически сменяется достаточно быстрым конвективным массопереносом.

Таким образом, при использовании УЗ как средства интенсификации процесса растворения, существенное значение имеют микропульсации растворителя, в особенности если длина волны равна или меньше размера твердой частицы или же линейных размеров микротрещин, пор, капилляров. Данные свидетельствуют о том, что УЗ на два порядка ускоряет стадию растворения растворимых веществ, в 10—30 раз – трудно и медленно растворимых препаратов, в 3—5 раз — малорастворимых. С помощью УЗ при обычной температуре от 0 до 25 °С увеличивается предел растворимости в диапазоне трудно и практически нерастворимых веществ, причем концентрация насыщения может превышать известные константы в 5—30 раз.

*Выводы.* УЗ позволяет получить более стойкие эмульсии по сравнению с механическим диспергированием. Частотные колебания позволяют получать эмульсии с широким диапазоном дисперсности эмульгируемых частиц из жидкостей и веществ, которые не поддаются эмульгированию. УЗ, действуя на ткани, вызывает в них биологические изменения. По этому необходимо провести исследования применения УЗ с возможностью изменения в тканях для достижения терапевтического эффекта.

1. *Лебедев, В.А.* Физиотерапевтический рецепт / *В.А. Лебедев.* - Ставрополь – Ессентуки : «Издательский дом», 2005. - 759 с.
2. *Пономаренко, Г.Н.* Биофизические основы физиотерапии / *Г.Н. Пономаренко.* - СПб. : «ВмедА», 2003. - 152 с.
3. *Акопян Б.В.* Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии / *Б.В. Акопян., Ю.А. Ершов.* - М. : Изд. МГТУ им Н.Э.Баумана, 2005. - 224 с.

## **ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ УЛЬТРАЗВУКУ В БІОЛОГІЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

Кунденко М.П.

***Анотація*** – запропоновано використати ультразвукові коливання як засоби інтенсифікації процесу розчинення, з метою впливу на біологічні об'єкти.

## **FEATURES OF ULTRASOUND IN BIOLOGICAL SREDE**

N. Kundenko

### ***Summary***

**Proposed to use ultrasonic vibrations as a means of intensifying the process of dissolution, for vozdeyt on biological objekt.**

УДК 631.371

## ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕКТРОМОТОБЛОКУ МЕТОДОМ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Ковальов О.В., інж.,  
Куценко Ю.М., к.т.н.,  
Рубцов М.О., к.т.н.,  
Назар'ян Г.Н., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*  
Тел. (0619) 42-31-59

**Анотація** – в роботі методом планування експерименту отримана адекватна математична модель області оптимуму параметру оптимізації електромоблоку, в якості якого прийнята сила тяги. На основі графоаналітичного аналізу поверхні відклику за допомогою двомірних перерізів визначені оптимальні значення експлуатаційних показників, що надають умовний екстремум параметру оптимізації.

**Ключові слова** – матриця планування, рівняння регресії, параметр оптимізації, адекватність моделі, область оптимуму, канонічне перетворення, двомірний переріз, контурні криві.

**Постановка проблеми.** Основними експлуатаційними показниками електромоблоку є сила тяги  $F$ , потужність тягового електродвигуна  $D$ , швидкість руху  $V$  та повна маса  $G$ . Зазвичай експлуатаційні показники визначаються на початковому етапі розробки мотоблоку за результатами аналізу заданих технологічних циклів роботи і умов експлуатації. Оскільки в наш час досвід проектування та експлуатації мотоблоків і культиваторів з електроприводом досить обмежений, тому достатньо актуальною проблемою є теоретичне обґрунтування оптимальних значень експлуатаційних показників електромоблоків різних класів.

**Аналіз останніх досліджень.** В книзі під редакцією А.П. Пролигіна [1] відмічено, що експлуатаційні показники мають істотний вплив на вибір параметрів тягових електричних машин електромобілів. Підкреслюється, що в процесі проектування тягових електродвигунів повинні враховуватися експлуатаційні показники електромобіля.

Особливий інтерес містять запропоновані розрахункові формули для побудови граничної тягової характеристики  $F(V)$  електромобіля і визначення сумарної сили тяги  $F_{\Sigma}$  для встановленого значення швидкості руху  $F_{\Sigma} = \psi \cdot G$ , де  $G$  – експлуатаційна маса електромобіля;  $\psi$  – коефіцієнт опору руху. Питання оптимізації експлуатаційних характеристик мобільних електрифікованих транспортних засобів не розглядаються. В роботі [2] наведені результати системних експериментальних досліджень мотоблоків з ДВЗ, а також з тяговим електродвигуном. Приведені рекомендації по оптимальним значенням експлуатаційної маси мотоблоку з точки зору роботи без пробуксовування коліс при оранці важких, середніх та легких ґрунтів. Із останніх публікацій слід відмітити статтю [3], в якій запропоновано порівняно просту та надійну методику розрахунку потужності тягового електродвигуна мотоблоку. Вихідними даними є питомий опір ґрунту і оптимальна швидкість руху агрегату.

*Формулювання мети статті.* Метою статті є отримання на основі планування математичного експерименту рівняння регресії, яке адекватно описує область оптимуму параметра оптимізації мотоблоку, в якості якого приймається сила тяги  $F$ , а також проведення графоаналітичного дослідження області оптимуму і визначення значень експлуатаційних показників мотоблоку близьких до оптимальних.

*Основна частина.* При рішенні задач оптимізації складних об'єктів для адекватного описання області оптимуму, як правило використовують поліном другого порядку

$$\hat{o} = b_0 + \sum_{s=1}^n b_s \tilde{o}_s + \sum_{j, s \neq}^n b_{js} \tilde{o}_s \tilde{o}_j + \sum_{s \neq}^n b_{s_i} \tilde{o}_s^2. \quad (1)$$

Така математична модель може бути отримана для описання і дослідження області оптимуму параметру оптимізації електромобілю на основі планів другого порядку, наприклад, ортогонального центрального композиційного плану (ОЦКП), методика проведення якого детально описана в літературі по плануванню експерименту [4, 5]. При цьому в якості функції цілі або параметру оптимізації приймається сила тяги мотоблоку  $F$  і в якості незалежних змінних: корисна потужність приводного електродвигуна  $D$ , швидкість руху  $V$  і повна маса мотоблоку  $G$ . Позначення факторів та рівні їх варіювання приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фактори варіювання та їх рівні

Фактори	$D$	$V$	$G$
Одиниці вимірювання	$кВт$	$м/с$	$кН$
Позначення факторів	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Рівні варіювання:			
верхній, $X_{i,B}$	3,0	1,2	2,7
нижній, $X_{i,H}$	0,6	0,4	0,9
нульовий, $X_{i,0}$	1,8	0,8	1,2
Інтервал варіювання, $\Delta X_i$	1,2	0,4	0,9

Кодування або нормалізація факторів проводиться по співвідношенню

$$\tilde{O}_s = \frac{\tilde{O}_s - \tilde{O}_{s,v}}{\Delta \tilde{O}_s} \text{ і, відповідно, } \tilde{O}_{s,\hat{A}} = +1; \tilde{O}_{s,\hat{I}} = -1; \tilde{O}_{s,0} = 0. \quad (2)$$

Матриця планування ОЦКП для трьох факторів ( $n=3$ ) представлена в таблиці 2 (стовпці 2, 3 та 4). Загальне число точок плану в факторному просторі складає

$$N = N_{\hat{O}} + N_{\alpha} + N_0,$$

де  $N_{\hat{O}}$  – число дослідів повного факторного експерименту;

$N_{\alpha}$  – число дослідів в зіркових точках  $N_{\alpha} = 6$ ;

$N_0$  – число дослідів в центрі плану.

У відповідності з методикою виконання ОЦКП для забезпечення ортогональності всіх вектор-стовпців матриці плану виконується перетворення квадратичних членів  $\tilde{\sigma}_s^2$  (стовпці 9а, 10а, 11а) в нові, штучні  $\tilde{\sigma}_s^2$  (стовпці 9, 10 та 11) за формулою

$$\tilde{\sigma}_{s,g}^2 = \tilde{\sigma}_{s,g}^2 - \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \tilde{\sigma}_{s,g}^2, \quad (3)$$

де  $s$  – номер фактору ( $1, 2, \dots, n$ );

$g$  – номер строки матриці плану ( $1, 2, \dots, N$ ).

Для цієї цілі обираються визначеної величини плечі зіркових точок  $\alpha$ . При числі факторів  $n=3$ ,  $\alpha = \pm 1, 215$ .

Таблиця 2 – Матриця ОЦКП для трьох факторів.

№ стовп- ців		1	2	3	4	5	6	7	8	9 <sub>a</sub>	10 <sub>a</sub>	11 <sub>a</sub>	9	10	11	12	13
Групи точок	<i>g</i>	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_2x_3$	$x_1x_2x_3$	$\tilde{\sigma}_1^2$	$\tilde{\sigma}_2^2$	$\tilde{\sigma}_3^2$	$\tilde{\sigma}_1^2$	$\tilde{\sigma}_2^2$	$\tilde{\sigma}_3^2$	$\acute{o}$	$\hat{\acute{o}}$
$N_\phi$	1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+0,2699	+0,2699	+0,2699	1,85	1,86
	2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+0,2699	+0,2699	+0,2699	6,35	6,28
	3	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+0,2699	+0,2699	+0,2699	1,1	1,14
	4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+0,2699	+0,2699	+0,2699	2,6	2,6
	5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+0,2699	+0,2699	+0,2699	3,29	3,29
	6	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+0,2699	+0,2699	+0,2699	7,79	7,68
	7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+0,2699	+0,2699	+0,2699	2,54	2,57
	8	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+0,2699	+0,2699	+0,2699	4,04	4,03
$N_\alpha$	9	+1	-1,215	0	0	0	0	0	0	+1,476	0	0	+0,7459	-0,7301	-0,7301	2,13	2,1
	10	+1	+1,215	0	0	0	0	0	0	+1,476	0	0	+0,7459	-0,7301	-0,7301	4,85	4,9
	11	+1	0	-1,215	0	0	0	0	0	0	+1,476	0	-0,7301	+0,7459	-0,7301	4,22	4,26
	12	+1	0	+1,215	0	0	0	0	0	0	+1,476	0	-0,7301	+0,7459	-0,7301	2,36	2,29
	13	+1	0	0	-1,215	0	0	0	0	0	0	+1,476	-0,7301	-0,7301	+0,7459	2,56	2,48
	14	+1	0	0	+1,215	0	0	0	0	0	0	+1,476	-0,7301	-0,7301	+0,7459	4,3	4,19
$N_0$	15	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,7301	-0,7301	-0,7301	3,13	3,1

Для ОЦКП коефіцієнти рівняння регресії визначаються за формулою

$$b_3 = \frac{1}{\sum_{g=1}^N \tilde{\sigma}_{3,g}} \sum_{g=1}^N \tilde{\sigma}_{3,g} \cdot \acute{o}_g, \quad (4)$$

де  $3 = 0, 1, 2, \dots, \hat{E} - 1$ ,  $\hat{E}$  – номер останнього стовпчика плану;  
 $\acute{o}_g$  – значення функції цілі за даними експерименту (таблиця 2).

ОЦКП дозволяє отримати математичну модель параметру оптимізації для перетворених і не перетворених квадратних членів:

$$\hat{o}_g = b_i + \sum_{3=1}^n b_3 \tilde{\sigma}_3 + \sum_{\substack{3, g \\ 3 \neq j}}^n b_{3,j} \tilde{\sigma}_3 \tilde{\sigma}_j + \sum_{3=1}^n b_{33} \tilde{\sigma}_3^2; \quad (5)$$

$$\hat{o} = \tilde{b}_0 + \sum_{3=1}^n b_3 \tilde{\sigma}_3 + \sum_{\substack{3, j \\ 3 \neq j}}^n b_{3,j} \tilde{\sigma}_3 \tilde{\sigma}_j + \sum_{3=1}^n b_{33} \cdot \tilde{\sigma}_3^2, \quad (6)$$

де  $\tilde{b}_0$  – перетворений нульовий член рівняння.  
 При цьому

$$\tilde{b}_0 = b_0 - \sum_{3=1}^n b_{3,3} \cdot \frac{1}{N} + \sum_{g=1}^N \tilde{\sigma}_{3,g}^2. \quad (7)$$

Особливість застосування в даній роботі методу планування експерименту полягає в тому, що замість проведення натурального експерименту з фізичним об'єктом, використовується його математична модель з набором розрахункових формул, що визначають функціональну залежність параметру оптимізації від факторів і властивостей досліджуваного об'єкту. Таким чином, замість натурального експерименту застосовано математичний експеримент, що визначає сукупність розрахунків для визначення функції цілі (таблиця 2) у відповідності із значеннями факторів матриці планування за наступним рівнянням

$$F = \frac{D \cdot \eta_\Sigma}{V} + \psi \cdot G, \quad (8)$$

де  $\eta_\Sigma$  – сумарний ККД електроприводу мотоблоку;  
 $\psi$  – сумарний коефіцієнт опору руху коліс.

При цьому для класу мотоблоків, що розглядаються значення  $\eta_{\Sigma}$  і  $\psi$  знаходяться в межах

$$\eta_{\Sigma} = 0,7 \dots 0,8 \text{ і } \psi = 0,65 \dots 0,85.$$

При розрахунках за рівнянням (8) прийнято, що  $\eta_{\Sigma} = 0,75$  і  $\psi = 0,8$ . Оскільки при математичному експерименті відсутня дисперсія відтворюваності функції цілі  $S_A^2\{\hat{o}\}$ , необхідна для статистичної оцінки отриманих даних, значення  $\hat{S}_A^2\{\hat{o}\}$  вводиться штучно такої величини, щоб забезпечити необхідну точність розрахунків. В даній роботі прийнято

$$S_A^2\{\hat{o}\} = (3\sigma)^2 = (3 \cdot 0,02)^2, \quad (9)$$

де  $\sigma = 0,02$  – прийнята середня квадратична помилка (2%), або стандарт.

У відповідності з (4) отримані наступні значення коефіцієнтів рівнянь (5) і (6):

$$b_0 = 3,54; b_1 = 1,4; b_2 = -1,03; b_3 = 0,72;$$

$$b_{12} = -0,75; b_{13} \cong 0; b_{23} \cong 0; b_{123} = -0,0025.$$

Оцінка значимості коефіцієнтів рівнянь регресії визначається за t-критерієм Стьюдента за умови

$$t_{3\hat{o}} = \frac{|\hat{a}_3|}{S_A\{\hat{o}\}} > t_{\hat{o}} = 2,131, \quad (10)$$

де  $t_{3\hat{o}}, t_{\hat{o}}$  – розрахункове і табличне значення критерію;

$|b_i|$  – абсолютне значення і-того коефіцієнту;

$S_A\{\hat{o}\} = 0,06$  – визначається за рівнянням (9).

Не значимими виявилися коефіцієнти  $b_{13}, b_{23}, b_{123}$  і тому рівняння регресії (6) з урахуванням перерахунку вільного коефіцієнту  $\tilde{b}_0$  за рівнянням (7) в кінцевому варіанті прийме вигляд

$$\hat{o} = 3,1 + 1,4\tilde{o}_1 - 1,03\tilde{o}_2 + 0,72\tilde{o}_3 - 0,75\tilde{o}_1\tilde{o}_2 + 0,26\tilde{o}_1^2 + 0,12\tilde{o}_2^2 + 0,22\tilde{o}_3^2. \quad (11)$$

За рівнянням (11) визначаємо розрахункові значення функції цілі  $\hat{o}$  для кожної строки матриці плану (таблиця 2) з урахуванням стовпців



2, 3, 4, 5, 9а, 10а та 11а. Розрахункові дані приведені в стовпці 13.

Адекватність отриманого рівняння регресії (11) перевірялась за F-критерієм Фішера за умовою

$$F_{\delta} = \frac{S_{\hat{\delta}}^2}{S_A^2\{\hat{\delta}\}} < F_{\delta}, \quad (12)$$

де  $F_{\delta}, F_{\delta}$  – розрахункове і табличне значення критерію Фішера;

$S_A^2\{\hat{\delta}\}$  – дисперсія відтворюваності, визначається за рівнянням (9).

При цьому

$$S_{\hat{\delta}}^2 = \frac{\delta}{N-d} \sum_{g=1}^N (y_g - \hat{\delta}_g)^2, \quad (13)$$

де  $d$  – число значимих коефіцієнтів рівняння (11), враховуючи і  $b_0$ , і відповідно,  $N-d=8$ ;

$\delta$  – число паралельних дослідів. Приймається при математичному експерименті  $\delta=1$ .

Значення  $y_g$  і  $\hat{\delta}_g$  обираються по кожній строчці в стовпцях 12 і 13 таблиці 2.

За результатами розрахунків  $S_{\hat{\delta}}^2=0,0093$ , з урахуванням (9)  $S_A^2\{\hat{\delta}\}=0,0036$  і табличного значення  $F_{\delta}=2,64$ , умову (12) можна записати у вигляді

$$F_{\delta} = \frac{0,0093}{0,0036} \quad 2,58 < F_{\delta} = 2,64, \quad (14)$$

і рівняння регресії (11) є адекватним. Рівняння регресії (11) з урахуванням даних таблиці 1 і співвідношеннями між факторами в фізичних та кодованих одиницях

$$D = \bar{\delta}_1 \cdot 1,2 + 1,8[\hat{\delta}]; V = \bar{\delta}_2 \cdot 0,4 + 0,8[\hat{\delta} / \bar{n}]; G = \bar{\delta}_3 \cdot 0,9 + 1,2[\hat{\delta}] \quad (15)$$

може бути представлено через фактори  $D, V$  та  $G$  в фізичних одиницях

$$F = 1,31 + 1,77D - 0,97V - 0,15G + 1,56DV + 0,18D^2 + 0,75V^2 + 0,27G^2. \quad (16)$$

Отримане адекватне рівняння параметру оптимізації мотоблоку

(11) в наведеному вигляді достатньо ускладнює дослідження області оптимуму, тому його необхідно представити в типовій канонічній формі. Перехід до канонічної форми виконується переносом початку координат факторного простору в точку центру поверхні відклику і поворотом осей на визначений кут в факторному просторі. При цьому паралельний перенос початку координат в центр усуває лінійні члени і змінює величину вільного члену в вихідному рівнянні, а поворот осей виключає взаємодію факторів.

В результаті канонічного перетворення, рівняння (11) прийме вигляд

$$Y - Y_s = \hat{A}_{11} \tilde{O}_1^2 + \hat{A}_{22} \tilde{O}_2^2 + \hat{A}_{33} \tilde{O}_3^2, \quad (17)$$

де  $Y$  – значення параметру оптимізації;

$Y_s$  – значення параметру оптимізації в центрі поверхні відклику, тобто в новому початку координат;

$\tilde{O}_1; \tilde{O}_2; \tilde{O}_3$  – канонічні змінні, які є лінійними функціями факторів;

$\hat{A}_{11}; \hat{A}_{22}; \hat{A}_{33}$  – коефіцієнти канонічного рівняння.

Перенос початку координат і поворот осей здійснюється за відомими правилами аналітичної геометрії.

Для визначення координат нового центру поверхні відклику  $S$  рівняння (11) слід продиференціювати по кожній змінній  $\tilde{o}_i$  і частинні похідні прирівняти нулю:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \hat{\sigma}}{\partial \tilde{o}_1} &= 1,4 - 0,75 \tilde{o}_2 + 0,52 \tilde{o}_1 = 0, \\ \frac{\partial \hat{\sigma}}{\partial \tilde{o}_2} &= -1,03 - 0,75 \tilde{o}_1 + 0,24 \tilde{o}_2 = 0; \\ \frac{\partial \hat{\sigma}}{\partial \tilde{o}_3} &= 0,72 + 0,44 \tilde{o}_3 = 0, \end{aligned} \quad (18)$$

рішаючи систему рівнянь (18), отримаємо значення координат центру поверхні відклику  $S$

$$\tilde{o}_{1S} = -0,997; \tilde{o}_{2S} = 2,558; \tilde{o}_{3S} = -1,636. \quad (19)$$

При підстановці значень координат в вихідне рівняння (11) визначаємо величину параметру оптимізації  $Y_s = 1,432$ .

Координатам  $\tilde{\delta}_{1S}$ ;  $\tilde{\delta}_{2S}$  і  $\tilde{\delta}_{3S}$ , а також величині  $\hat{\delta}_S$  відповідають наступні значення факторів і функцій цілі в фізичних одиницях згідно (15)

$$\begin{aligned} D &= \tilde{\delta}_{1S} \cdot 1,2 + 1,8 = 0,60 \hat{A} \delta; \\ V &= \tilde{\delta}_{2S} \cdot 0,4 + 0,8 = 1,82 \text{ і } / \tilde{n}; \\ G &= \tilde{\delta}_{3S} \cdot 0,9 + 2,2 = -0,27 \hat{I}; \\ F &= 1,432 \hat{I}. \end{aligned} \quad (20)$$

Для отримання аналітичної і графічної інтерпретації області оптимуму використовуємо метод двовірних перерізів поверхонь відклику.

Розглянемо приклади побудови контурних кривих за отриманим рівнянням параметру оптимізації (11).

1. Приймаємо в (11)  $\tilde{\delta}_1 = 0$ , що відповідає значенню фактору  $D = 1,8 \hat{A} \delta$ . Двовірний переріз поверхні відклику в цьому випадку буде характеризувати параметр оптимізації в залежності від швидкості руху ( $\tilde{\delta}_2$ ) і маси ( $\tilde{\delta}_3$ ) мотоблоку. Рівняння (11) прийме вигляд

$$\hat{\delta} = 3,1 - 1,03\tilde{\delta}_2 + 0,72\tilde{\delta}_3 + 0,12\tilde{\delta}_2^2 + 0,22\tilde{\delta}_3^2. \quad (21)$$

Визначимо координати центру поверхні  $S_Z$  в результаті рішення системи рівнянь в частинних похідних:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \hat{\delta}}{\partial \tilde{\delta}_2} &= -1,03 + 0,24\tilde{\delta}_2 = 0; \\ \frac{\partial \hat{\delta}}{\partial \tilde{\delta}_3} &= 0,72 + 0,44\tilde{\delta}_3 = 0; \\ \tilde{\delta}_{2S} &= 4,292; \quad \tilde{\delta}_{3S} = -1,636. \end{aligned} \quad (22)$$

Після підстановки значень  $\tilde{\delta}_{2S}$  та  $\tilde{\delta}_{3S}$  в (21) визначиться величина параметру оптимізації  $Y_S = 0,301$ . Проводимо канонічне перетворення рівняння (18), характеристичний детермінант якого має вигляд

$$f(B) = \begin{vmatrix} b_{11} - \hat{A} & 0,5b_{12} \\ 0,5b_{12} & b_{11} - \hat{A} \end{vmatrix} = 0 \quad (23)$$

Рішення (23) записуємо в вигляді рівняння

$$\hat{A}^2 - \hat{a}_1 \hat{A} + \hat{a}_2 = 0,$$

де  $\hat{a}_1 = (\hat{a}_{11} + \hat{a}_{22}) = 0,12 + 0,22 = 0,34$ ;  $\hat{a}_2 = (\hat{a}_{11} \cdot \hat{a}_{22} - 0,23 \hat{a}_{12}^2) = (0,12 \cdot 0,22 - 0,23 \cdot 0^2) = 0,0264$ , і після підстановки отримаємо

$$\hat{A}^2 - 0,34\hat{A} + 0,264 = 0.$$

Два корні цього рівняння  $\hat{A}_{11} = 0,12$  та  $\hat{A}_{22} = 0,22$  і визначають значення коефіцієнтів рівняння регресії в канонічній формі

$$Y - 0,301 - 0,12\tilde{O}_1^2 + 0,22\tilde{O}_2^2. \quad (24)$$

Так як коефіцієнти  $\hat{A}_{11}$  та  $\hat{A}_{22}$  мають однакові знаки, то контурні криві будуть еліпсами. Контурні криві для значень  $Y_s = 0,301$  ( $\partial \hat{a}_1 \partial \hat{a}_2$ );  $0,29$ ;  $0,27$ ;  $0,25$ ;  $0,23$ ;  $0,21$ ;  $0,19$  приведені на рисунку 1.

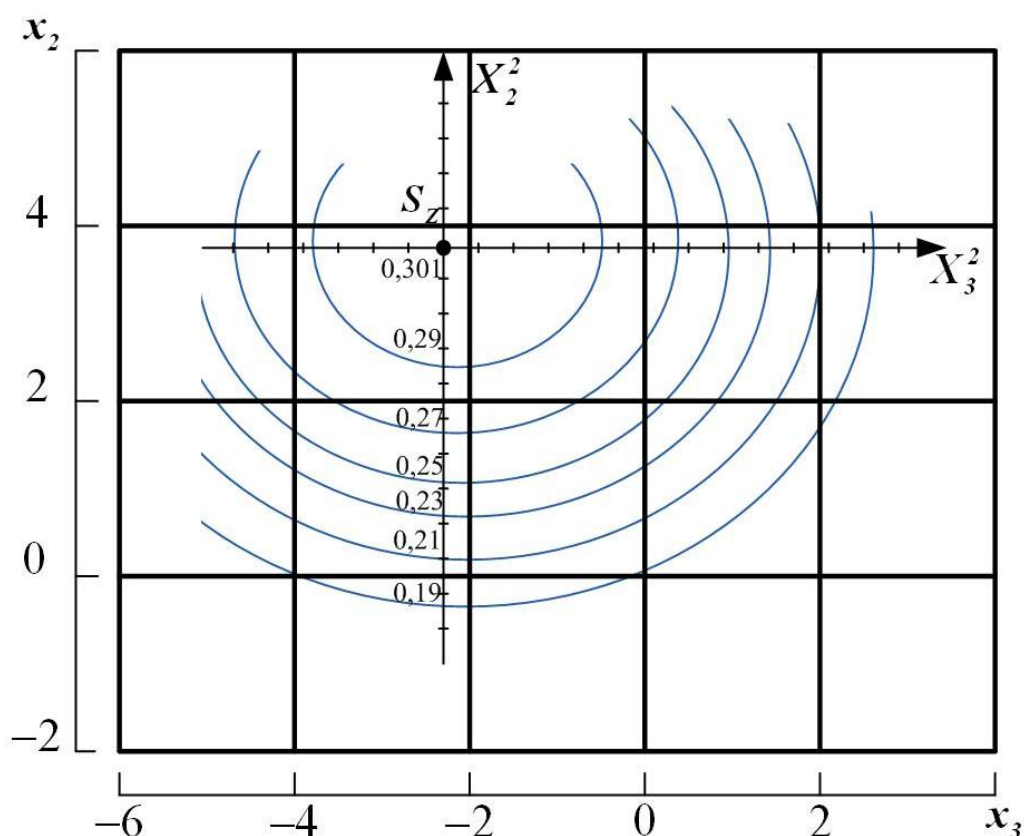


Рис. 1. Контурні криві перерізів поверхні відклику при  $\tilde{o}_1 = 0$  ( $D = 1,8 \hat{A} \delta$ ) і значеннях  $Y_s = 0,301; 0,29; 0,27; 0,25; 0,23; 0,21; 0,19$ .

2. Приймаємо в (11)  $\tilde{o}_2 = 0$ , що відповідає значенню фактору  $V = 0,8 \hat{i} / \hat{n}$ . Двомірний переріз поверхні відклику в цьому випадку буде характеризувати параметр оптимізації в залежності від потужності ( $\tilde{o}_1$ ) і маси ( $\tilde{o}_3$ ) мотоблоку. Рівняння (11) прийме вигляд

$$\hat{\sigma} = 3,1 + 1,4\tilde{\sigma}_1 + 0,73\tilde{\sigma}_3 + 0,26\tilde{\sigma}_1^2 + 0,22\tilde{\sigma}_3^2. \quad (25)$$

Визначимо координати центру поверхні і величину параметру оптимізації:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \hat{\sigma}}{\partial \tilde{\sigma}_1} &= 1,4 + 0,52\tilde{\sigma}_1 = 0; \\ \frac{\partial \hat{\sigma}}{\partial \tilde{\sigma}_3} &= 0,72 + 0,44\tilde{\sigma}_3 = 0. \end{aligned} \quad (26)$$

В результаті рішення системи отримуємо  $\tilde{\sigma}_{1S} = -2,692$ ;  $\tilde{\sigma}_{3S} = -1,636$  та  $Y_S = 0,626$ . Рішення характеристичного детермінанта (23) для цього випадку має вигляд квадратного рівняння  $\hat{A}^2 - 0,48\hat{A} + 0,0572 = 0$ , корні якого дорівнюють  $\hat{A}_{11} = 0,22$  і  $\hat{A}_{22} = 0,28$  та рівняння в канонічній формі

$$Y_S - 0,626 - 0,22\tilde{O}_1^2 + 0,28\tilde{O}_2^2. \quad (27)$$

В цьому випадку контурні криві будуть також еліпсами (рисунок 2).

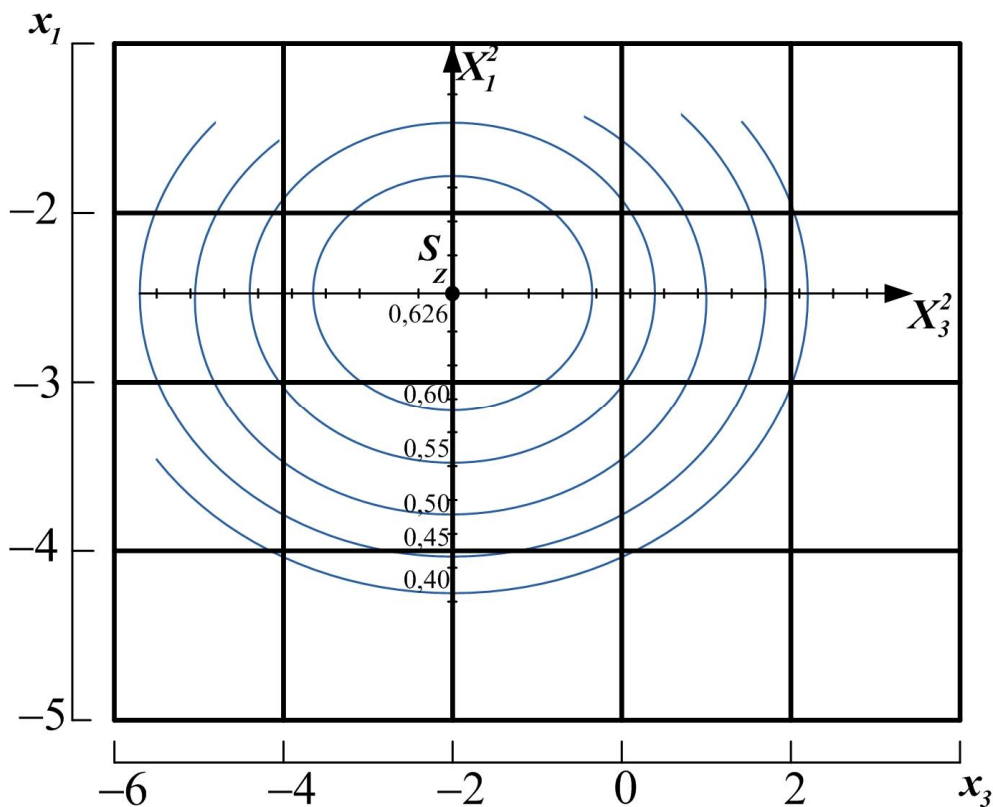


Рис. 2. Контурні криві перерізів поверхні відклику при  $\tilde{\sigma}_2 = 0 (V = 0,8i / \tilde{n})$  і значеннях  $Y_S = 0,626(\partial \hat{\sigma} / \partial \tilde{\sigma})$ ; 0,6; 0,55; 0,5; 0,45; 0,4.

3. Приймаємо в (11)  $\tilde{\sigma}_3 = 0$ , що відповідає значенню фактору  $G = 1,2 \hat{e}I$ . Двовірний переріз поверхні відклику в цьому випадку буде характеризувати параметр оптимізації в залежності від потужності ( $\tilde{\sigma}_1$ ) і швидкості ( $\tilde{\sigma}_2$ ). Рівняння (11) прийме вигляд

$$\hat{\sigma} = 3,1 + 1,4\tilde{\sigma}_1 + 0,73\tilde{\sigma}_3 - 0,75\tilde{\sigma}_1\tilde{\sigma}_2 + 0,26\tilde{\sigma}_1^2 + 0,12\tilde{\sigma}_3^2. \quad (28)$$

Визначимо координати центру поверхні і величину параметру оптимізації:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \hat{\sigma}}{\partial \tilde{\sigma}_1} &= 1,4 - 0,75\tilde{\sigma}_2 + 0,52\tilde{\sigma}_1 = 0; \\ \frac{\partial \hat{\sigma}}{\partial \tilde{\sigma}_2} &= -1,03 - 0,75\tilde{\sigma}_1 + 0,24\tilde{\sigma}_2 = 0. \end{aligned} \quad (29)$$

В результаті рішення системи отримуємо  $\tilde{\sigma}_{1s} = -0,997$ ;  $\tilde{\sigma}_{2s} = 1,175$  та  $Y_s = 1,797$ . Рішення характеристичного детермінанта для цього випадку має вигляд квадратного рівняння  $\hat{A}^2 - 0,38\hat{A} + 0,1098 = 0$ , корні якого дорівнюють  $\hat{A}_{11} = 0,572$  і  $\hat{A}_{22} = -0,192$  і є коефіцієнтами рівняння регресії в канонічній формі

$$Y_s - 1,797 - 0,572\tilde{O}_1^2 + 0,192\tilde{O}_2^2. \quad (30)$$

З причини того, що коефіцієнти  $\hat{A}_{11}$  і  $\hat{A}_{22}$  мають різні знаки, то контурні криві в цьому випадку є гіперболами (рисунок 3).

*Висновки.* 1. Застосування ортогонального центрального композиційного плану (ОЦКП) з реалізацією його методом планування математичного експерименту дозволило отримати рівняння регресії другого порядку, що адекватно описує область оптимуму параметру оптимізації, в якості якого прийнята сила тяги електромоблоку  $F$ . При цьому незалежними змінними є основні експлуатаційні показники мотоблоку: потужність електродвигуна  $D$ , швидкість руху  $V$  і повна маса  $G$ .

2. Методом двовірних перерізів поверхні відклику визначені координати центру поверхні  $S_z$  для кожної пари факторів і значення параметру оптимізації в центрі. Розраховані і побудовані контурні криві та визначені раціональні границі зміни експлуатаційних показників, що забезпечують величину параметру оптимізації близькою до оптимальної.

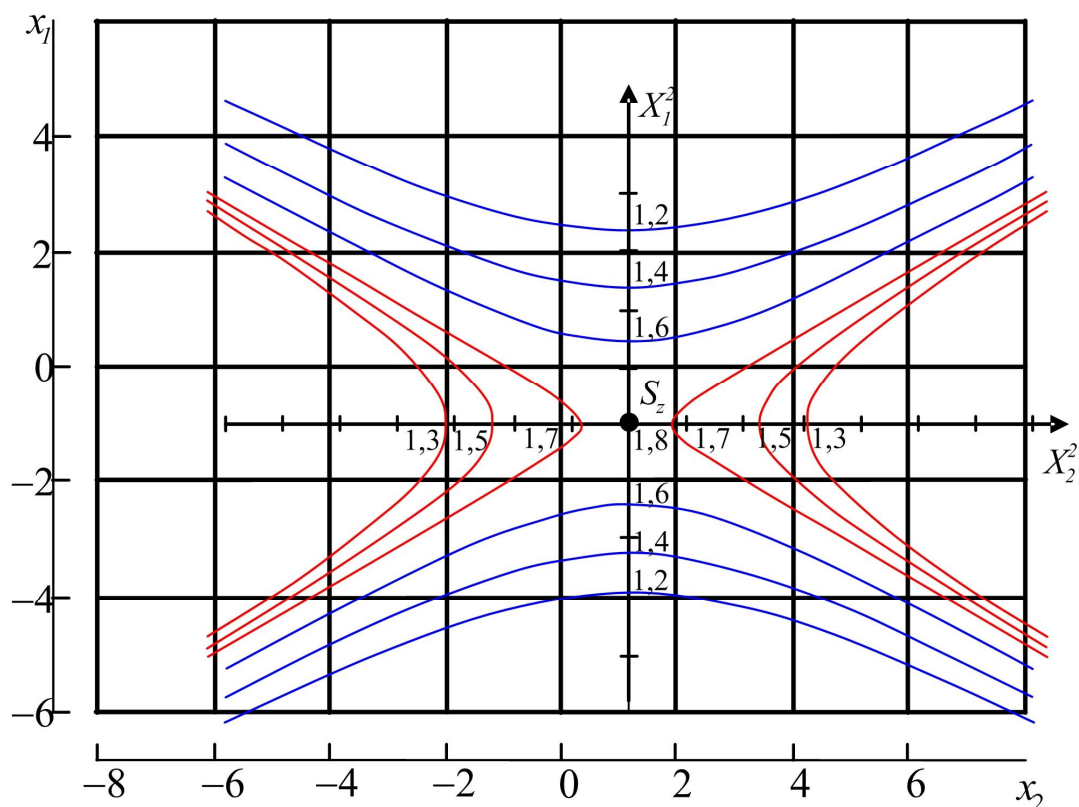


Рис. 3. Контурні криві перерізів поверхні відклику при  $\delta_3 = 0$  ( $G = 1,2 \hat{e} \hat{l}$ ) і значеннях  $Y_5 = 1,797$  ( $\hat{n} \hat{a} \hat{e} \hat{i} \hat{a} \hat{a} \hat{o} \hat{i} \hat{e} \hat{a}$ ) і по осям  $\delta_1 = 1,6; 1,4; 1,2$  і  $\delta_2 = 1,7; 1,5; 1,3$ .

3. За результатами проведених досліджень рекомендуються наступні раціональні границі варіювання основних експлуатаційних показників, що слід враховувати на стадії проектування електромоблоків легкої та середньої серій:  $D = 1,5 \dots 3,0 \hat{e} \hat{A} \hat{a}$ ;  $V = 0,4 \dots 1,0 \hat{i} / \hat{n}$ ;  $G = 0,8 \dots 1,6 \hat{e} \hat{l}$ . Методика вибору та розрахунку експлуатаційних показників за даними технічного завдання детально розглядається в [3].

#### Література

1. Электрические машины в тяговом автономном электроприводе / Ю.М. Андреев, К.Г. Исаакян, А.Д. Машихин [и др.] ; под ред. А.П. Пролыгина. – М. : Энергия, 1979. – 240 с.
2. Кусов Т.Т. Создание энергетических средств с электромеханическим приводом / Т.Т. Кусов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1988, №10. – С. 12-17.
3. Ковальов О.В. Розрахунок потужності та вибір тягового електродвигуна приводу мотоблока / О.В. Ковальов, Ю.М. Куценко, Г.Н. Назар'ян // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 10., Т.8. – Мелітополь:ТДАТУ, 2010. – С. 228-238.

4. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – Л.: Колос, 1980. -168 с.

5. Назарьян Г.Н. Практический курс планирования эксперимента / Г.Н. Назарьян. – Мелитополь, 1999. – 66 с.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМОТОБЛОКА МЕТОДОМ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Ковалев А.В., Куценко Ю.Н., Рубцов Н.А., Назарьян Г.Н.

*Аннотация* - в работе методом планирования эксперимента получена адекватная математическая модель области оптимума параметра оптимизации электродвигателя. На основе графоаналитического анализа поверхности отклика с помощью двумерных сечений определены оптимальные значения эксплуатационных показателей.

### **OPTIMIZATION OF OPERATING INDEXES THE ELECTRIFIED MOTOBLOCK METHOD OF EXPERIMENT PLANNING**

O. Kovalyov, Y. Kutcenko, N. Rybtzov, G. Nazar'yan

#### *Summary*

In-process by a method planning of experiment the adequate mathematical model of area of optimum of parameter of optimization of motoblock is got. On the basis analysis of surface of response by sections the optimum values of operating indexes are certain.



УДК 631.361

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ПІДБОРУ РЕШІТ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ РИЦИНИ

Постол Ю.О., к.т.н.,

Орел О.М., к.т.н.,

Зубкова К.В., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 44-02-74, E-mail: zzkvv@mail.ru

**Анотація** – в роботі уточнено рекомендації по підборі решіт для калібрування насіння рицини при по фракційному його обрушенні.

**Ключові слова** – калібрування рицини, лінійні розміри, ширина довгастих отворів.

*Постановка проблеми.* Всі існуючі операційні схеми отримання касторової олії [1,2,3] містять комплекс операцій попередньої обробки насіння рицини, до яких, зокрема, відносяться: очищення, сушка, калібрування, обрушення насіння та відділення лузги від ядра.

Через істотну відмінність фізико-механічних і хімічних властивостей рицини від інших олійних культур відомі технології, а отже й технологічне устаткування, мало придатні для одержання касторової олії [1,2,3].

Тому, пошук раціонального поєднання операцій попередньої обробки насіння рицини є актуальною проблемою.

*Аналіз останніх досліджень.* Для вибору кращих сортів і гібридів насіння рицини, процесів їх переробки й раціональних режимів досліджено фізико-механічні та технологічні властивості насіння [4]: натуру, масу 1000 шт., лінійні розміри, лузжистість, характеристики оболонки і ядра насіння за міцністю, вологість, коефіцієнти тертя. Дослідження проводились з використанням насіння рицини нових сортів – Хортицька 1, Хортицька 3, Хортицька 7 та ін.

Для обробки даних отриманих при дослідженні лінійних розмірів використовуємо метод варіаційної статистики, який заключається в знаходженні закону розподілення признаку, встановлення середньостатистичного розміру признаку та величини коефіцієнта варіювання. Методика визначення лінійних розмірів насіння рицини стандартна [1,3].

Таблиця 2 - Розмірні характеристики товщини насіння по сортах.

Розміри сортів	Компоненти	
	насіння	ядра насіння
Товщина, мм	Хортицька 1	
$M_T$	5,91	4,73
$\sigma_T$	0,38	0,49
Товщина, мм	Хортицька 3	
$M_T$	5,95	4,72
$\sigma_T$	0,44	0,42
Товщина, мм	Хортицька 7	
$M_T$	5,54	4,61
$\sigma_T$	0,33	0,64
Товщина, мм	Олеся	
$M_T$	5,9	4,62
$\sigma_T$	0,46	0,87
Товщина, мм	Хортичанка	
$M_T$	6,09	4,93
$\sigma_T$	0,41	0,64
Товщина, мм	Донська крупнокистна	
$M_T$	6,1	5,21
$\sigma_T$	0,61	0,60

Встановлено, що геометричні розміри насіння по товщині коливаються в досить широкому діапазоні від 5 мм до 7 мм; а відсоткове співвідношення розмірів насіння, обумовлюється сортовими особливостями. За основний сорт дослідів приймаємо Хортицька 7. Середньоарифметичне значення товщини насіння по ширині – 5,54 мм. Таким чином, з точки зору переробки насіння необхідно враховувати що середній розмір насіння по сортах коливається від 5,5 мм до 6,1 мм. Для підвищення якості обрушення в міжвалковому зазорі можливий поділ на фракції.

Слід відмітити, залежність міцності оболонки від напрямку прикладеного зусилля та вологості насіння. Зі збільшенням вологості (від 6,2 до 11,5 %) відносна деформація оболонки насіння рицини по довжині прикладеного зусилля відповідно зростає від 27% до 34%. Аналогічна залежність відносної деформації оболонки насіння рицини по ширині прикладеного зусилля відповідно зростає від 49% до 76%, та по товщині – від 31% до 47% (при зміні вологості від 6,2 до 11,5 %) [5].

На підставі досліджень розроблена схема машини для обрушення насіння рицини, що враховує розбіжність розмірних характеристик та поєднує дві операції – калібрування насіння та обрушення. На основі чого складено удосконалену технологічну схему процесу обру-

шення насіння рицини [5].

*Формулювання цілей статті.* Для розробленої схеми уточнимо рекомендації по підбору решіт для калібрування рицини при по фракційному обрушенні у зв'язку з впровадженням у виробництво нових перспективних сортів.

*Основна частина.* Використовуючи закон нормального розподілення можна встановити залежність розмірів отворів решета ( $H$ ) від середньоквадратичного відхилення розмірів насіння ( $\sigma$ ):

$$H_{cx} = M_T + 3 \cdot \sigma_T, \quad (1)$$

$$H_n = M_T - 3 \cdot \sigma_T. \quad (2)$$

де  $H_{cx}$ ,  $H_n$  – ширина довгастих отворів, відповідно, сходових та проходових решіт;

$M_T$  – середній розмір насіння відповідно за товщиною.

При виборі безрозмірного коефіцієнта при величині  $\sigma$  був максимально врахований фактор розбіжності розмірів.

$$H = H_{cp} - 3 \cdot \sigma. \quad (3)$$

Таблиця 3 – Розрахунок розмірів отворів решіт для калібрування насіння рицини.

Сорт рицини	Калібрування за товщиною насіння				
	Граничні розміри насіння $M_{T \min}$ $M_{T \max}$	Розміри отворів решіт, мм			
		$H_{cx}$	$H_n$	$H_{cp}$	Ширина отвору решета ( $H = H_{cp} - 3 \cdot \sigma$ )
Хортицька 1	4,77...6,56	7,05	4,77	5,9	5,9
Хортицька 3	4,84...6,93	7,27	4,63	6,0	6,0
Хортицька 7	4,92...6,16	6,53	4,55	5,5	5,5
Олеся	4,7...8,0	7,28	4,52	5,9	5,9
Хортичанка	4,33...6,76	7,32	4,86	6,1	6,1
Донська крупнокістна	4,5...8,0	7,93	4,27	6,1	6,1

Остаточний розмір довгастих отворів встановлюємо округленням розрахункового до найближчого стандартного їх розміру, в нашому випадку 6 x 40 мм.

*Висновки.* В роботі проаналізовано розмірні характеристики насіння рицини за шириною та приведена методика уточнення рекомендацій по підбору решіт для його калібрування. Розмір довгастих отворів для калібрування насіння рицини має бути 6 x 40 мм – при поділу на дві фракції.

#### Література

1. *Белобородов В.В.* Основные процессы производства растительных масел / *В.В. Белобородов*; М. – Пищевая промышленность. 1966. – 478с.
2. *Кошевой Е.П.* Оборудование для производства растительных масел. / *Е.П. Кошевой.* – М.: Агропромиздат, 1991. – 204с.
3. Технология производства растительных масел / *Копейковский В.М., Данильчук С.И., Гарбузова Г.И.* [и др.]; под ред. *В.М. Копейковского и С.И. Данильчук.* - М.: «Легкая и пищевая промышленность» 1982. – 416 с. – Библиогр.: с. 409.
4. *Дідур В.А.* Аналіз і дослідження фізико – механічних властивостей насіння рицини / *Дідур В.А., Зубкова К.В.* // Праці / Таврійська державна агротехнічна академія – Вип.19, Мелітополь: ТДАТА, 2004. – 192с.
5. *Дідур В.А.* Моделювання процесу обрушення насіння рицини при її глибокій переробці / *В.А. Дідур, К.В. Зубкова* // Збірник наукових праць ІМТ УААН. – Запоріжжя, 2010.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДБОРУ РЕШЕТ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ КЛЕЩЕВИНЫ

Постол Ю.А., Орел А.Н., Зубкова Е.В.

**Аннотация** – в работе уточнены рекомендации по подбору решет для калибрования семян клещевины при по фракционном их обрушивании.

### TO RECOMMENDATION ON SELECTION OF SIEVES FOR CALIBRATION OF CASTOR

Y.Pjsnol, A. Orel, E. Zubkova

#### Summary

**In work specified recommendation on the selection of sieves for calibration of castor seed at their bringing down.**

УДК 621.311.:631.3

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ЛАЗЕРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Чапний Т.М., студент

*Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут»*

Тел. (044) 527-83-82

**Анотація** - при застосуванні лазерного зварювання матеріалів застосувавши зворотній зв'язок по температурі зварювання, можна покращити якість шва отриманого зварюванням.

**Ключові слова** - лазерний промінь, іонізація, шов, зворотній зв'язок.

*Постановка проблеми.* Важливою характеристикою іонізатора газів є його продуктивність. Існує проблема зміни продуктивності іонізатора в залежності від поточного значення величини що контролюється (щільність лазерного променя, температура поверхонь, що нагріваються лазером, концентрація озону при іонізації кисню та інші) [1].

*Аналіз останніх досліджень.* Зміна продуктивності іонізатора від контрольованих величин недостатньо вивчена і потребує подальших досліджень.

*Формулювання мети статті.* Отримання рівномірного якісного з'єднання матеріалів при лазерному зварюванні деталей сільськогосподарської техніки.

Для досягнення поставленої мети необхідно розробити зварювальний лазерний апарат, який дозволить отримати якісний шов в процесі проведення зварювальних робіт.

*Основна частина.* Для рішення поставленої задачі необхідно в електричну схему іонізатора CO<sub>2</sub> лазерної установки ввести зворотній зв'язок по каналу регулювання температури зварювального шва. Підвищити якість шва можна при умові завдання і підтримання постійної температури в зварювальній ванні з'єднуваних матеріалів. Підтримання заданої температури шва можна забезпечити за допомогою зміни інтенсивності лазерного променя, потужність якого буде впливати на температуру матеріалу в зварювальній ванні. Потрібну потужність лазерного променя в імпульсних CO<sub>2</sub> лазерах можна отримати за до-

помогою зміни частоти повторення імпульсів напруги в іонізаційній камері.

Для реалізації поставленої задачі розроблено структурну електричну схему лазерної установки, представленої на рис.1.

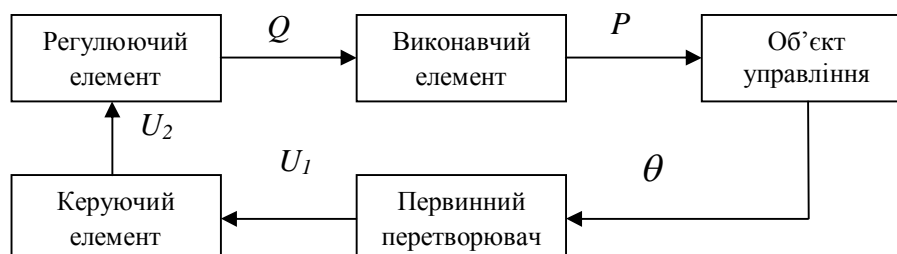


Рис.1. Структурна електрична схема лазерної установки.

Об'єктом управління є матеріали, що з'єднуються зварюванням. Вхідною величиною об'єкта управління є потужність ( $P$ ) лазерного променя, а вихідною – температура шва ( $\theta$ ). Виконавчим елементом є лазер. Вхідною величиною виконавчого елемента є продуктивність іонізатора ( $Q$ ), а вихідною - потужність лазерного променя. Регулюючим елементом є іонізатор  $\text{CO}_2$  в камері накачки лазерної установки. Вхідною величиною регулюючого елемента є напруга ( $U_2$ ) на електродах іонізатора, а вихідною – продуктивність іонізатора ( $Q$ ). Керуючим елементом є імпульсний генератор. Вхідною величиною керуючого елемента є напруга ( $U_1$ ) з виходу первинного перетворювача, а вихідною – імпульси високої напруги ( $U_2$ ). Первинним перетворювачем є пірометричний вимірювач температури. Вхідною величиною первинного перетворювача є температура ( $\theta$ ) в місці зварювання, а вихідною – постійна напруга ( $U_1$ ).

Схема працює наступним чином. При ввімкненні лазерної установки лазерний промінь направляється на місце зварювання матеріалів. В процесі нагрівання матеріал розплавляється і утворюється зварювальна ванна. Кожен матеріал має свою температуру плавлення. Температура в місці зварювання вимірюється пірометром, який перетворює значення температури в аналоговий сигнал у вигляді напруги. При цьому лазер працює на повну потужність. Коли температура нагрітого матеріалу росте, то зворотно пропорційно зміні температури змінюється потужність лазерного променя за рахунок зміни частоти імпульсів напруги на електродах газорозрядної камери. Тобто при зростанні температури зварювальної ванни на виході пірометра зростає напруга, яка подається на вхід польового транзистора, який впливає на режим роботи імпульсного генератора. Так, при зростанні напруги на вході польового транзистора, на його виході відбувається зменшення величини струму. Це призводить до зменшення частоти

повторення імпульсів за рахунок збільшення часу пауз на виході імпульсного генератора, що веде до зменшення середньої потужності лазерного променя. Відповідно, кількість тепла яка підводиться до зварювальних матеріалів, зменшується. Таким чином, регулюючи температуру зварювання та переміщуючи лазерний промінь вздовж шва досягається висока його якість.

#### Література

1. Григорьянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов / А.Г. Григорьянц. – М. : Машиностроение, 1989. – 304 с.

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛАЗЕРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

Чапный Т.М.

***Аннотация*** - при использовании лазерного сваривания материалов, используя обратную связь по температуре сваривания, возможно улучшить качество шва полученного свариванием.

### **AUTOMATION OF LASER SETTING FOR WELDING OF MATERIALS**

T. Chapnij

#### ***Summary***

**At the use of the laser welding of materials using a feed-back on the temperature of welding, it maybe to improve quality guy-sutures of got welding.**

УДК 629.33.02.004.67:621.895

## ДО ВИБОРУ МЕТОДУ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН В МЕТАЛООБРОБНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Гулевський В.Б., к.т.н.,

Кузнецов І.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (06192) 42-23-41

**Анотація** – робота присвячена питанням знезараження мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) в металообробному виробництві.

**Ключові слова** – мастильно-охолоджувальна рідина, знезараження, озон, металообробне виробництво.

*Постановка проблеми.* Важливим резервом підвищення продуктивності устаткування в металообробному виробництві є раціональне застосування МОР, що дозволяє збільшити стійкість різального інструменту, поліпшити якість оброблюваної поверхні, забезпечити міжопераційний захист від корозії [1].

Сучасні МОР - це складні багатокомпонентні системи. Вони мають бути: стабільні, бактеріологічно стійкі, легко розкладені перед скиданням в стічні води, морозостійкі.

У реальних умовах роботи МОР містять різні забруднення, які певним чином впливають на їх фізико - хімічні властивості [2]. Середній термін використання МОР коливається від двох тижнів до півтори місяців. Основними причинами заміни мастильно-охолоджувальних рідин при обробці металів є наявність в них великої кількості зважених речовин (металевий пил, сажа, частки абразивних матеріалів), розшарування МОР і їх загнивання. Зміст мікроорганізмів - один з важливих показників, що характеризує міру біопоразки МОР. Практично усі водні МОР схильні до впливу мікроорганізмів різних фізіологічних груп - бактерій, грибків, дріжджів. Напівсинтетичні МОР переважно вражаються бактеріями, синтетичні - грибками. Саме бактерії і грибки з'їдають емульгатори і присадки. Джерелами забруднення МОР аеробними мікроорганізмами є виробнича вода, стан верстата і місткість для приготування МОР, а також наявність "чужорідного масла", механічні домішки, конструкційні недоліки устаткування, що



допускають наявність застійних зон, порушення особистої гігієни робітників і гігієни праці. Запобігання або усунення зараження мастильно-охолоджувальних рідин мікроорганізмами пов'язане з вдосконаленням відомих методів очищення і знезараження МОР та пошуків нових технічних рішень.

*Аналіз останніх досліджень.* Знезараження полягає в інактивації патогенних організмів, що переносяться водою; бактерій, вірусів і паразитів. Антимікробна дія знезаражувальних речовин заснована на окислювально-відновлюваних процесах. Для знезараження МОР використовуються різні фізичні явища, засновані на специфічних властивостях різних рідин і твердих тіл, їх взаємодії один з одним, а так само їх складній поведінці в умовах спеціально створеної гідродинаміки їх переміщення. Після попереднього підбору методів відновлення аналізуються можливості і умови їх застосування, що виходять з поставленого завдання. Найчастіше результат досягається поетапним здійсненням декількох методів [3]. По вибору доцільних методів МОР у металообробному виробництві в літературі є певні рекомендації, проте досить повної і послідовної методики такого вибору доки не розроблено. Таким чином, важливими є, як вибір власне методів, так і їх послідовність.

*Формулювання мети статті.* Аналіз відомих методів знезараження МОР та пошуків нових технічних рішень.

*Основна частина.* Методи відновлення МОР повинні вибиратися при зіставленні складу рідини і її якості, регламентованої нормативними документами або визначеного складом МОР, які використовують у металообробному виробництві. Для посилення ефектів очищення, знезараження і розподілу різних рідин і твердих тіл використовуються різні фізичні і електрофізичні методи дії на них. Поза сумнівом, більшість методів вимагають проведення попереднього механічного очищення відстоюванням, гідроциклонною сепарацією або фільтруванням [4].

Основні методи знезараження: реагентний - розчинення у воді бактерицидів; електрохімічний - використання знезаражувальної дії продуктів електролізу рідини (електрокоагуляція, ультрафільтрація) [5,6,7].

Вживані на більшості підприємств, як деемульгатори кислоти, а також коагулянти на основі неорганічних солей, алюмінію і заліза, є вузькоспеціалізованими реагентами, тобто ефективно руйнують одні види емульсій і практично не впливають на стабільність інших. Це вимагає проведення роботи по підборі оптимального деемульгатора для конкретної марки МОР, що не завжди під силу заводській лабораторії. У зв'язку з вказаними недоліками, реагентні методи знешкодження відпрацьованих емульсій вважаються сьогодні малоперспективними.

Електрохімічні методи обробки води можна розділити на наступні групи. Перша група забезпечує зміну фізико - хімічних характеристик забруднень з метою їх знешкодження або швидшого вилучення з води. З методів цієї групи найбільш широко використовується метод електрокоагуляції. Основні недоліки електрокоагуляції: необхідність застосування різних реагентів для доочищення стоків від інших забруднень; витрати листового металу і необхідність вантажопідйомних пристроїв для заміни електродів; великі витрати електроенергії. Друга група призначена для концентрації домішок в обмеженому об'ємі електроліту без істотної зміни фазово-дисперсних або фізико - хімічних властивостей вилучених речовин. Розподіл домішок і води відбувається в основному за рахунок флотації електрогенерованими бульбашками газу або силової дії електричного поля, що забезпечує транспорт заряджених часток в рідині - метод електрофлотації. Основні недоліки електрофлотації: під час проходження електричного струму через рідину збільшується залуження міжелектродного простору, внаслідок чого утворюються відкладення солей на електродах; обмеженість терміну служби або висока вартість електродів; необхідність пристрою систем забезпечення вибухо- і хімічної безпеки. Таким чином ці методи не дозволяють розглядати їх як сучасні і перспективні.



Рис. 1. Загальний вигляд електрокоагулятора.

Все частіше знаходить для знезараження МОР застосування озону (рис.2), за рахунок його високої здатності до окислювання. Озонування вільне від перерахованих вище недоліків інших методів. Численні дослідження показують ефективність озону при обробці водних розчинів, що містять феноли, ціаніди, циклопентан, циклопентан, нафтонові і сульфонафтонові кислоти, нафту та ін.

Слід зазначити, що по швидкодії озон ефективніший за хлор: знезараження відбувається швидше в 15-20

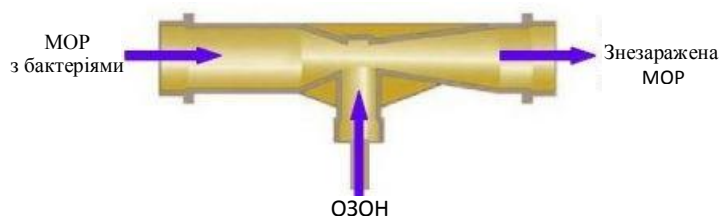


Рис. 2. Схема принципу озонування МОР.

разів. На спорові форми бактерій озон діє ефективніше в 300-600 разів за хлор. Витрата озону невелика: доза для обробки рідини складає 0,6-3,5 міліграм/л в залежності від якісних показників початкової рідини.

Порівняння ефективності дії озону з хлоруванням та ультрафіолетовим опроміненням показано на рис. 3.



Рис. 3. Діаграми порівняння ефективності дії озону з хлоруванням та ультрафіолетовим опроміненням.

Для процесу потрібний спеціальний генератор (озонатор), в якому під дією електричного розряду з кисню повітря виробляється озон. У останні десятиліття проведені роботи по вдосконаленню озонаторного устаткування. Проте при використанні озону для очищення технічної рідини виникають проблеми технічного (оскільки озон є одним з найсильніших окисників, то в озонаторній камері відбувається інтенсивний знос її елементів) і економічного (способи отримання озону) характеру. Таким чином, важливими є, як вибір власне методів отримання озону, так і вдосконалення озонаторного устаткування.

*Висновки.* Виконаний порівняльний аналіз показує, що найбільш перспективним і універсальним методом знезараження усіх видів МОР в металообробному виробництві можна вважати озонування, успішне застосування якого залежить від темпів виробничого освоєння і розробки високопродуктивних озонаторів.

#### Література

1. *Энгелис С.Г.* Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: справочник / *С.Г. Энгелис* и др. - М. : Машиностроение, 1995. - 164 с.
2. *Просвірнін В.І.* Аналіз забруднень мастильно-охолоджувальних рідин при відновленні деталей транспортної техніки / *В.І. Просвірнін, В.Б. Гулевський, Б.В. Савченков* // Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2008.- Вип.69.– С. 162-167.
3. *Худобин Л. В.* Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке. / *Л. В. Худобин, Е. Г. Бердичевский.* - М.: Машиностроение, 1977. - 189 с.
4. *Просвірнін В.І.* Очистка технических жидкостей в магнитных отстойниках / *В.І. Просвірнін, Е.П. Масюткин, В.Б. Гулевский* //

Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2004.- Вип. 24.- С. 39-47.

5. Чистота промышленная. Жидкости смазочно-охлаждающие в процессах механической обработки. Термины и определения : ГОСТ Р 51779 - 2001. - М.: Издательство стандартов, 2001.- с.12.

6. Яковлев С.В. Технология электрохимической очистки воды. / С.В. Яковлев, И.Г. Краснобородько, В.М. Рогов. - Л.: Стройиздат, 1987. – 312 с.

7. М.А. Шевченко. Технология обработки воды. / М.А. Шевченко, В.В. Лизунов. – К. : Будивельник, 1980. – 116 с.

## **К ВЫБОРУ МЕТОДА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ В МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Гулевский В.Б, Кузнецов И.О.

**Аннотация** - работа посвящена вопросам обеззараживания смазочно-охлаждающих жидкостей в металлообрабатывающем производстве.

## **THE CHOICE OF THE METHOD OF DISINFECTING LUBRICANT AND COOLING LIQUIDS IN METALCUTTING MANUFACTURE**

V. Gulevsky, I. Kuznetsov

### **Summary**

**Work is sacred to the questions of disinfestation of lubricating-cooling liquids in a metal-working production.**

УДК 621.234+681.515

## УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕНІСТЮ ТЕПЛИЧНИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЮ

Речина О.М., інж.,

Сабо А. Г., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Тел. (0619) 42-31-59*

**Анотація** – в роботі розглянуто стратегію управління освітленістю рослин для забезпечення варіювання строків дозрівання врожаю в спорудах захищеного ґрунту.

**Ключові слова** – фотосинтетично активна радіація (ФАР), запланована продуктивність рослин, САУ освітленістю в теплиці.

*Постановка проблеми.* Сучасний розвиток аграрного виробництва в країні вимагає вирішення низки питань з підвищення економічної ефективності сільського господарства. Однією з задач підвищення рентабельності виробництва при веденні культур в спорудах захищеного ґрунту є забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в залежності від зовнішніх впливів та агротехнологічних вимог.

*Постановка завдання.* Розробка стратегії управління освітленістю тепличних культур при програмуванні врожаю та із урахуванням ймовірного надходження природної ФАР.

*Аналіз останніх публікацій.* З кожним роком в тепличних господарствах все більше уваги приділяється якісному підтриманню параметрів мікроклімату. Активна модернізація теплиць пов'язана з необхідністю економії енергоресурсів. Необхідність максимального використання потенціалу поновлюваних природних енергоресурсів спонукала до розробки і застосування нових принципів управління параметрами мікроклімату тепличних споруд. Сучасна САУ мікроклімату забезпечує гнучке регулювання температурного, вологісного, газового та мінерального режимів рослин із врахуванням їх багатфакторних кореляційних залежностей із інтенсивністю сонячної радіації, підтримує не лише заданий режим, але і максимально ефективно використовує можливості виконавчих систем: контурів опалення, кватирної вентиляції, систем зашторювання та інше. Проте застосування сучасних стратегій управління не змінило принципу регулювання радіаційного режиму рослин: комутація опромінювачів здійснюється за уставкою фотореле та згідно встановленої часової програми. Подібний підхід формування радіаційного режиму теплиць унеможливорює гнучке керуван-

ня ростом рослин та не враховує їх фізіологічних потреб [1].

Отже, критерієм формування радіаційного режиму теплиць, що визначатиме стратегію управління освітленістю має стати економія енергоресурсів та рентабельність виробництва, яка певним чином залежить від строків реалізації продукції.

*Основна частина.* З цією метою на основі аналізу математичної моделі надходження сонячної радіації [4] та з урахуванням закономірностей зміни її інтенсивності у часі через утворення хмар було розроблено концепцію визначення необхідності включення додаткового штучного опромінення рослин в спорудах захищеного ґрунту, що заснована на максимальному використанні природної ФАР [4]. Запропонована концепція коротко показана на рисунку 1.

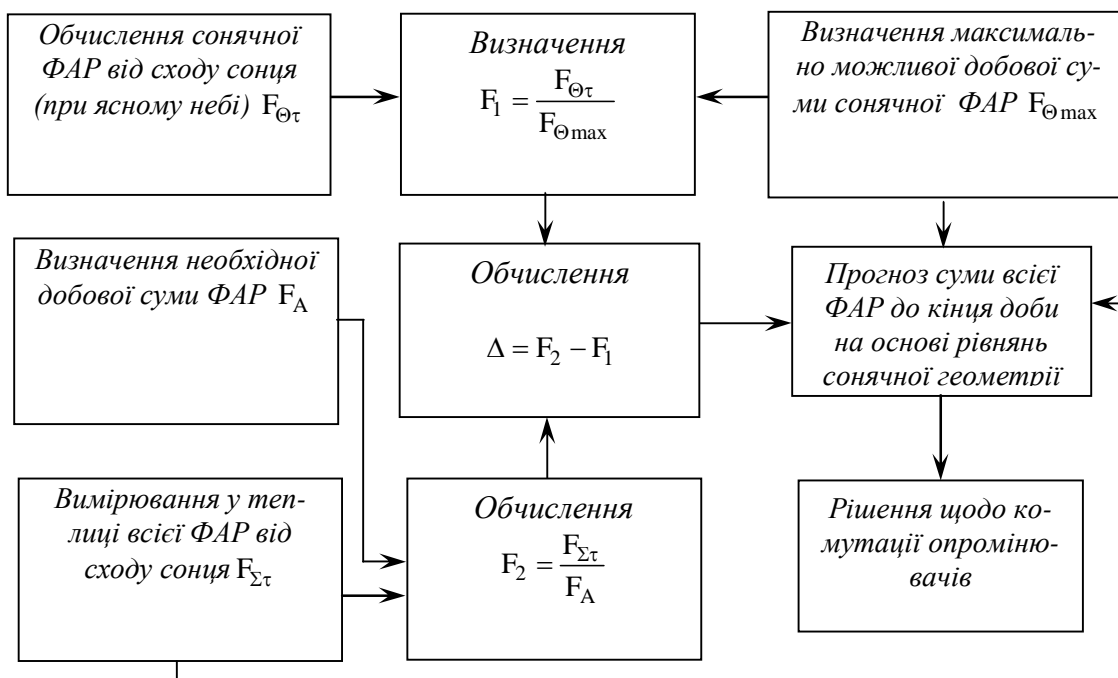


Рис. 1. Концепція управління штучним опроміненням рослин.

Як видно з рисунку рішення щодо комутації опромінювачів приймається на основі порівняння динаміки співвідношень значень необхідної та реальної суми ФАР у теплиці. Значення  $F_2$  визначається агротехнологічними нормами  $F_A$ , отже є можливість гнучкого програмування врожайності культур [5]. Розглянемо можливість корегування параметру необхідної продуктивності рослин в виробничому циклі.

Відповідно до загальних принципів моделювання динамічних процесів [7,8] усі зміни у досліджуваній системі і її параметри (перемінні стану) визначаються протягом розвинутого періоду через деякі встановлені інтервали часу - кроком розрахунку. На кожному часовому кроці за основу розрахунку приймаються результати попереднього кроку. Так, якщо прийняти за крок розрахунку добу, то загальна біо-

маса рослини  $M_j$  у  $j$ -у добу вегетаційного періоду визначається як сума біомаси  $M_{j-1}$  наприкінці попередньої доби, що має номер  $j-1$ , і приросту біомаси  $\Delta M_j$  на дану добу, тобто

$$M_j = M_{j-1} + \Delta M_j. \quad (1)$$

Аналогічно проводиться розрахунок біомаси й окремих органів

$$m_{i,j} = m_{i,j-1} + \Delta m_{i,j}, \quad (2)$$

де  $i$  - орган (1 - листя, 2 - стебла, 3 - корені, 4 - колосся, бульби);  
 $m_{i,j-1}$  - біомаса  $i$ -го органа наприкінці  $j-1$  або на початку  $j$ -тої доби на одиницю площі;

$\Delta m_{i,j}$  - приріст біомаси  $i$ -го органа за  $j$ -ту добу.

У розглянутій моделі при визначенні величини  $\Delta M_j$  враховується фотосинтез і дихання рослин, які розглядаються як реалізовані в умовах оптимальних параметрів мікроклімату споруд захищеного ґрунту. Тобто значення  $\Delta M_j$  визначає потенційний приріст тепличних культур і знаходиться за формулою

$$\Delta M_j = \int_0^t \int_0^{L_{j-1}} \varepsilon(\Phi - R_1) dL d\tau - R_2, \quad (3)$$

де  $\varepsilon$  - коефіцієнт ефективності газообміну, (виходячи з хімічного рівняння фотосинтезу,  $\varepsilon = 0,67$ ), мг сухої речовини/мг  $\text{CO}_2$ ;

$\Phi$  - інтенсивність фотосинтезу листя, мг  $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год})$ ;

$R_1$  - інтенсивність дихання росту, мг  $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год})$ ;

$R_2$  - дихання підтримки структур, мг/дм<sup>2</sup>;

$L$  - індекс листкової поверхні, м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>;

$\tau$  - годинний кут, 24год = 360°.

Інтегрування газообміну проводиться за зовнішнім інтегралом в рамках часового кроку розрахунку біомаси, тобто в межах доби ( $t = 24$ ). При цьому в ході чисельного інтегрування дискретність складає одну годину. У внутрішньому інтегралі інтегрування відбувається за допомогою площі листкової поверхні, причому верхньою межею є значення індексу листкової поверхні наприкінці попереднього кроку  $L_{j-1}$ .

Розподіл загального приросту  $\Delta M_j$  між окремими органами і перерозподіл існуючих асимілянтів описується за допомогою ростових функцій. Ці функції, уперше запропоновані Ю.К. Россом, представлені в сумах температур і мають у моделі наступний вигляд:

$$\begin{aligned} \Delta m_{i,j} &= A_{i,\Sigma T} \Delta M_j - B_{i,j} T_j m_{i,j} \quad \text{при } i = 1, 2, 3 \\ \Delta m_{4,j} &= A_{4,\Sigma T} \Delta M_j + \sum_{j=1}^3 B_{i,j} T_j m_{i,j} \end{aligned}, \quad (4)$$

де  $A_{i,\Sigma T}$  - вегетативні функції росту як функції сум середніх добових температур вище нуля, безрозмірні;

$B_{i,j}$  - репродуктивні функції росту, що показують, яка частка біомаси інших органів переходить у плоди,  $1/^\circ\text{C}$ ;

$T_j$  - середня температура повітря  $j$ -ої доби,  $^\circ\text{C}$ .

Інтенсивність фотосинтезу листя визначається за відомою формулою [8]

$$\Phi = \frac{a\Pi(L, \tau)}{1 + \frac{\sqrt{c}}{1 - \sqrt{c}} \cdot \frac{\Pi(L, \tau)}{\bar{\Pi}}}, \quad (5)$$

де  $\Pi(L, \tau)$  - інтенсивність поглиненої в посіві фотосинтетично активної радіації,  $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ ;

$a$  - початковий нахил світлової кривої фотосинтезу,  $(\text{мг } \text{CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}) / (\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2})$ ;

$\bar{\Pi}$  - інтенсивність радіації пристосування,  $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ ;

$c$  - коефіцієнт витрат на дихання при світловому насиченні, що дорівнює  $c = \sigma_2 / \sigma_1$ ;

$\sigma_1$  і  $\sigma_2$  - інтенсивність фотосинтезу і дихання при світловому насиченні, які розраховані на одиницю сухої біомаси листя,  $\text{мг } \text{CO}_2 / (\text{г}\cdot\text{год})$ .

Модель продукційного процесу враховує, що дихання складається з двох компонентів: дихання росту  $R_1$  і дихання підтримки структур  $R_2$ . Дихання росту  $R_1$  вважається пропорційним фотосинтезу, тобто передбачається, що має місце лінійна залежність

$$R_1 = c_1 \Phi. \quad (6)$$

Дихання підтримки структур приймається пропорційним накопиченій біомасі і розраховується для окремих органів рослини. Розрахунок ведеться за формулою

$$R_2 = \sum_{i=1}^4 c_{2i} m_i, \quad (7)$$

де  $c_1$  і  $c_{2i}$  - коефіцієнти витрат на дихання, безрозмірні.

Індекс листової поверхні визначається як відношення маси листя до питомої поверхневої щільності



$$L_j = m_{i,j}/m_t. \quad (8)$$

При цьому згідно з [6], питома поверхнева щільність виражається наступною залежністю

$$m_t = \frac{a}{\sigma_1} \cdot \frac{1 - \sqrt{c}}{\sqrt{c}} \bar{\Pi}. \quad (9)$$

Для розрахунку фотосинтезу за формулою (5) проводиться визначення інтенсивності поглиненої посівом ФАР  $\Pi(L, \tau)$  за формулою

$$\Pi(L, \tau) = (1 - A_\phi) \left( c_s S' \frac{\partial a_s}{\partial L} - c_D D \frac{\partial a_D}{\partial L} \right), \quad (10)$$

де  $A_\phi$  - альbedo посіву в області ФАР, безрозмірне;

$S'$  - щільність потоку прямої сонячної радіації на горизонтальну поверхню, Вт/м<sup>2</sup>;

$c_s$  - коефіцієнт переходу від інтегральної прямої радіації до прямої ФАР, безрозмірний;

$D$  - щільність потоку розсіяної радіації, Вт/м<sup>2</sup> ;

$c_D$  - коефіцієнт переходу від інтегральної розсіяної радіації до розсіяної ФАР, безрозмірний;

$a_D$  - коефіцієнт пропускання розсіяної радіації у посіві, безрозмірний;

$a_s$  - коефіцієнт пропускання прямої радіації у посіві, безрозмірний.

Похідні  $\partial a_s / \partial L$  і  $\partial a_D / \partial L$  залежать від геометричної структури посіву. Для рослин функція геометричної структури  $G_L(h_0)$ , тобто проєкція одиниці площі листя на поверхню, перпендикулярну сонячним променям, виражається формулою

$$G_L(h_0) = k \sin h_0, \quad (11)$$

де  $h_0$  - висота Сонця, град;

$k$  - коефіцієнт, що залежить від видових особливостей рослин, безрозмірний.

У загальному випадку для  $\partial a_s / \partial L$  і  $\partial a_D / \partial L$  будемо мати

$$\frac{\partial a_s}{\partial L} = \frac{\partial a_D}{\partial L} = k \exp(-kL). \quad (12)$$

і рівняння (10) приймає вигляд

$$\Pi(L, \tau) = (1 - A_\phi) (c_s S' + c_D D) k \exp(-kL). \quad (13)$$

Якщо підставити цей вираз у формулу фотосинтезу (5) і проін-

тегрувати за індексом листкової поверхні, отримаємо вираз для розрахунку інтенсивності фотосинтезу всієї листкової площі:

$$\Phi_L = \int_0^{L_{j-1}} \Phi dL = \frac{\Phi_{\max}}{k} \ln \left[ \left( 1 - \frac{ka(1-A_\Phi)}{\Phi_{\max}} Q_\Phi \right) : \left( 1 + \frac{ka(1-A_\Phi)}{\Phi_{\max}} Q_\Phi e^{-kL_{j-1}} \right) \right], \quad (14)$$

де 
$$\Phi_{\max} = a\bar{\Pi}(1-\sqrt{c})/\sqrt{c}. \quad (15)$$

виражає інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні, а щільність потоку ФАР, що падає на посів, визначається за формулою

$$Q_\Phi = c_s S' + c_D D. \quad (16)$$

Після математичних перетворень рівняння для розрахунку приросту біомаси (3) набуває вигляду

$$\Delta M_j = \varepsilon(1-c_1) \int_0^t \Phi_L d\tau - \sum_{i=1}^4 c_{2i} m_{i,j}. \quad (17)$$

Отже при запрограмованому агрономами прирості біомаси тепличних рослин шляхом легких математичних перетворень з рівняння (17) можна визначити необхідну добову норму ФАР  $F_A$ , яка буде дорівнювати інтегралу інтенсивності фотосинтезу протягом фотоперіоду.

*Висновок.* Розроблена стратегія управління штучним опроміненням рослин цілком забезпечить не лише максимальне використання природної фотосинтетично активної радіації, а й варіацію строків дозрівання тепличної продукції. Правильно підібрана стратегія управління радіаційним режимом теплиць – важлива складова збільшення продуктивності рослин, ефективного використання енергоресурсів, а відповідно й додаткова можливість суттєво знизити собівартість продукції.

#### Література

1. *Albright, L.D.* Controlling greenhouse light to a consistent daily integral / *L.D. Albright, A.J. Both, A.J. Chiu* // Transactions of the ASAE - 2000. - №43(2). – P. 421-431.

2. *Макрушин М.М.*, Фізіологія рослин : підручник / *М.М. Макрушин, Є.М. Макрушина, Н.В. Петерсен, М.М. Мельников* – Вінниця: Нова книга, 2006. – 416 с.

3. *Сабо А.Г.* Підвищення ефективності енергоспоживання в спорах захищеного ґрунту шляхом максимізації використання природної фотосинтетично активної радіації / *А.Г. Сабо, О.М. Речина* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету вип.8.-т.5.-Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 63-69.

4. *Сабо А.Г.* Алгоритм функціонування енергоощадної системи управління опроміненням рослин в спорудах захищеного ґрунту / *А.Г. Сабо, О.М. Речина, О.П.Цвілій* // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: "Електротехніка і енергетика", випуск 8 (140). – Донецьк : ДВНЗ "ДонНТУ", 2008. – С. 217-220.

5. *Белогубова Е.Н.* Современное овощеводство закрытого и открытого грунта: Учебное пособие для агр. учеб. заведений I-IV уровней аккредитации по спец. 1310 «Агрономия» / *Е.Н. Белогубова, А.М. Васильев, Л.С. Гиль и др.* . – К.: ОАО «Издательство «Киевская правда», 2006. – 528 с.

6. *Тооминг Х.Г.* Солнечная радиация и формирование урожая. / *Х.Г. Тооминг* – Гидрометеиздат Ленинград, 1977. – 200 с.

7. *Полуэкттов Р.А.* Математическое моделирование радиационного режима посева и прогноза темпов развития растений и урожайности сельскохозяйственных культур / *Р.А. Полуэкттов, А.Т. Нагиев, М.Ш.Шукуров* // Известия национальной академии наук Азербайджана, 2004. - №2. – С.1-5.

8. Фотосинтез и биопродуктивность: методы определения ; пер. с англ. *Н.Л.Гудскова, Н.Л.Обручевой* ; под ред. и с предисл. *А.Т.Мокроносова*. – М.: ВО "Агропромиздат", 1989. – 460 с.

## **УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТЬЮ ТЕПЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОГРАММИРОВАНИЯ УРОЖАЯ**

Речина О.М., Сабо А. Г.

**Аннотация** – в работе рассмотрена стратегия управления освещенностью растений для обеспечения варьирования сроков дозревания урожая в сооружениях защищенного грунта.

## **MANAGEMENT OF LIGHT EXPOSURE OF GREENHOUSE PLANTS DEPENDING ON CROP PROGRAMMING**

O. Rechina, A. Sabo

### *Summary*

**Management strategy by light exposure of greenhouses plants for maintenance of variation terms of maturing crop is considered in this article.**

УДК 621.3: 632.935.4

## ВПЛИВ НВЧ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЛИЧИНКИ ШКІДНИКІВ

Вужицький А.В., аспірант\*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619)42-31-59

**Анотація** – робота присвячена основним аспектам теоретичного дослідження взаємодії електромагнітного поля НВЧ – діапазону з тканинами комах та визначення раціональних параметрів діючого поля для знешкодження личинок шкідників.

**Ключові слова** – електромагнітне поле, личинка, еліпсоїд, НВЧ-енергія, електромагнітна хвиля.

*Постановка проблеми.* Низкою досліджень установлена висока ефективність знешкодження комах, у тому числі і личинок шкідників, за допомогою випромінювань НВЧ діапазону. Однак, у більшості випадків, як параметри діючого електромагнітного поля, так і використання, для цієї мети апаратура вибирається досить довільно, що пояснюється відсутністю суворих теоретичних досліджень механізму взаємодії зазначених полів із тканинами комах [1, 2].

*Аналіз останніх досліджень.* До найбільш розповсюджених електрофізичних методів боротьби з личинками шкідників відносять використання електромагнітних та електростатичних полів постійного струму, змінного струму низької, високої, надвисокої та крайвисокої частоти, електромагнітних полів імпульсної генерації та полів коронного розряду.

У світовій практиці існує декілька шляхів використання електромагнітної НВЧ-енергії у технологічних процесах сільськогосподарського виробництва. Один з них пов'язаний із високим рівнем електромагнітної енергії, дія якої на біологічний об'єкт обумовлена тепловими ефектами. Ці методи не завжди можуть бути застосовані і потребують значну кількість енергії. Іншим підходом є вплив на личинок низькоенергетичними електромагнітними випромінюваннями НВЧ-діапазону зі спеціально сформованим спектром випромінювання. Останній можна віднести до енергозберігаючих [1, 3].

Теоретичною основою та практичною базою багатьох процесів впливу НВЧ-енергії на біологічні об'єкти є роботи Басова О.М., Боро-

діна І.Ф., Ізакова Ф.Я., Верещагіна І.П., Хандоли Ю.М., Черепньова А.С., Полевика М.Д., Єлісеєва Д.С., Вендина С.В. та багатьох інших.

У багатьох розглянутих роботах відсутня єдина точка зору на метод та розуміння механізмів впливу електромагнітного поля на рослинні організми, недостатньо вивчається питання створення математичних моделей, спроможних дати аналітичний опис процесів, що відбуваються на клітинному рівні, немає обґрунтованого експериментального або теоретичного висновку про спектральні характеристики електромагнітного поля, що буде призводити до пригнічення та знищення біологічних об'єктів.

*Формулювання мети статті.* Метою даної статті є аналіз теоретичних положень моделювання розподілу електромагнітного поля НВЧ-діапазону в личинках шкідників, що призводить до пригнічення та їх загибелі.

*Основна частина.* Вплив зовнішнього електромагнітного поля на організм комах супроводжується нагріванням їх тканини і при достатній напруженості електричної складової може призводити до пробою в їхньому організмі і загибелі личинки.

Природно, що для досягнення зазначеного вище результату необхідно знати, яким чином електромагнітне поле розподіляється усередині організму личинки. Це потрібно для того, щоб вивчити його напруженість, частоту й інші параметри.

Для вирішення даної задачі можливе використання різноманітних підходів. Проте, на наш погляд, найбільш простим і достатньо точним методом, у даному випадку, може бути використання рівняння Максвелла в інтегро-диференційній формі [4]. Це пов'язано з тим, що низькочастотні ЕМП мають довжину хвилі, що значно перевищує лінійні розміри комах. У цьому випадку задача стає задачею квазістатистики, і внутрішні поля визначаються напруженістю електричної і магнітної складової на поверхні личинки. Крім того, даний підхід дозволяє враховувати багатозарову будову організму комах.

Приймаємо допущення, що личинка має форму тривісного еліпсоїда. У першому наближенні будемо розглядати її як двошаровий об'єкт. Перший шарок буде її покров, а другий – внутрішні органи. Личинка знаходиться в повітрі, що характеризується діелектричною і магнітною проникністю  $\epsilon_0$  і  $\mu_0$ . Зовнішній шарок характеризується проникностями  $\epsilon_1$  і  $\mu_0$ , а внутрішній –  $\epsilon_2$  і  $\mu_0$ .

Використовуючи функцію Гріна, електромагнітні поля усередині личинки можна представити у вигляді системи рівнянь разом із граничними умовами на межі поділу двох середовищ [5]:

$$\begin{cases} \vec{A}(\vec{r}) = \vec{E}_o(\vec{r}) + \frac{1}{4\pi} (\text{grad div} + k^2) \int_v \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} - 1\right) \vec{E}(\vec{r}') f(|\vec{r} - \vec{r}'|) d\vec{r}' \\ \vec{H}(\vec{r}) = \vec{H}_o(\vec{r}) + \frac{i\omega\varepsilon_o}{4\pi} \text{rot} \int_v \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} - 1\right) \vec{E}(\vec{r}') f(|\vec{r} - \vec{r}'|) d\vec{r}' \end{cases}, \quad (1)$$

де  $f(|\vec{r} - \vec{r}'|) = \frac{e^{-ik|\vec{r} - \vec{r}'|}}{|\vec{r} - \vec{r}'|}$  – функція Гріна;

$\vec{E}_o(\vec{r})$  і  $\vec{H}_o(\vec{r})$  – електричне та магнітне поле відповідно, які були в точці  $\vec{r}$  при відсутності біологічного розсіювача;

$\vec{r}'$  – координати точки усередині личинки;

$\varepsilon$  – діелектрична проникність організму личинки (тобто  $\varepsilon_1$  або  $\varepsilon_2$ ).

$k = \frac{\eta\pi}{\lambda}$ ;  $\lambda$  – довжина падаючої хвилі

Інтегралі в рівнянні (1) поширюються на весь об'єм  $v$ , який займається об'єктом, що розсіює.

Визначення рішення інтегральних рівнянь (1), що дає внутрішнє поле, можна значно спростити, якщо врахувати, що розглядаються біологічні об'єкти, лінійні розміри яких малі в порівнянні з довжиною падаючої хвилі. У цьому випадку вираз для полів усередині розсіювача, а також у ближній зоні можна розкласти по ступенях малого параметра  $\frac{\alpha}{\lambda}$ , де  $\alpha$  – максимальний лінійний розмір личинки.

У випадку нульового наближення (випадок квазістатистики) маємо:

$$\begin{cases} \vec{A}^{(o)}(\vec{r}) = \vec{E}_o^{(o)}(\vec{r}) + \frac{1}{4\pi} \text{grad div} \int_v \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} - 1\right) \vec{E}^{(o)}(\vec{r}') \left(\frac{1}{|\vec{r} - \vec{r}'|}\right) d\vec{r}' \\ \vec{H}^{(o)}(\vec{r}) = \vec{H}_o^{(o)}(\vec{r}) \end{cases}. \quad (2)$$

Вільний член у рівнянні для нульового наближення є постійним вектором, обумовленим падаючим полем.

Проведені дослідження показали, що внутрішнє поле еліпсоїда однорідне, якщо таким є зовнішнє поле. Для обчислення компоненту внутрішнього поля отримана алгебраїчна система рівнянь, де номер 1 відповідає  $x$  – компоненті, 2 –  $y$  – компоненті, а 3 –  $z$  – компоненті:

$$\begin{cases} \left[ 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} - 1\right) abc I_1 \right] E_x^{(o)} + \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} abc I_1 E_y^{(o)} + \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} abc I_1 E_z^{(o)} = E_{ox}^{(o)} \\ \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} abc I_2 E_x^{(o)} + \left[ 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} - 1\right) abc I_2 \right] E_y^{(o)} + \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} abc I_2 E_z^{(o)} = E_{oy}^{(o)}, \\ \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} abc I_3 E_x^{(o)} + \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} abc I_3 E_y^{(o)} + \left[ 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} - 1\right) abc I_3 \right] E_z^{(o)} = E_{oz}^{(o)} \end{cases}, \quad (3)$$

де  $a, b, c$  – розміри півосей еліпсоїда;

$I_1, I_2, I_3$  – інтеграли, пов'язані з геометричними характеристиками личинки.

Постійні  $I_1, I_2$  та  $I_3$  виражаються через еліптичний інтеграл:

$$\begin{aligned} I_1 &= 2\pi abc \int_0^{\infty} \frac{ds}{(a^2 + s)R(s)}; \quad I_2 = 2\pi abc \int_0^{\infty} \frac{ds}{(b^2 + s)R(s)}; \\ I_3 &= 2\pi abc \int_0^{\infty} \frac{ds}{(c^2 + s)R(s)}; \quad R(s) = \sqrt{(a^2 + s)(b^2 + s)(c^2 + s)} \end{aligned} \quad (4)$$

Далі лінійна система неоднорідна і має рішення, тому що її детермінант  $\Delta$  відмінний від нуля.

Розгляд личинки у вигляді тривісного еліпсоїда з двома прошарками дозволяє використовувати таку модель. Падаюче поле  $\vec{A}^{(i)}$  буде збуджувати у першому прошарку внутрішнє поле, що, у свою чергу, наведе поле в прошарку 2. Проте, електромагнітне поле в прошарку 2 призведе до появи хвилі, розсіяної в ближній зоні в прошарку 1. Таким чином, поле в прошарку 1 можна записати в такий спосіб

$$\vec{A} = \vec{E}_{i\ddot{a}\ddot{a}}^1 + \vec{A}_{\ddot{a}\ddot{a}}^1, \quad (5)$$

у прошарку 2

$$\vec{A}^2 = \vec{E}_{i\ddot{a}\ddot{a}}^2. \quad (6)$$

Тут символом *над* позначені поля, які збуджені усередині прошарку зовнішніми, стосовно них, електромагнітними хвилями, а символом *від* відзначені поля, викликані розсіюванням на внутрішньому прошарку.

У результаті отримана система з двох рівнянь:

$$\begin{cases} \vec{A}^{(i)1} = \frac{\tilde{A}_1}{\Delta_1} \vec{A}_i^{(i)} + \frac{\tilde{A}_2}{4\pi\Delta_2} \left( \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} - 1 \right) \tilde{D} \vec{A}^{(0)1} W_1' \\ \vec{E}^{(0)2} = \frac{\tilde{A}_2}{\Delta_2} \vec{E}^{(0)1} \end{cases}, \quad (7)$$

де  $\vec{A}^{(i)1}$  і  $\vec{A}^{(i)2}$  - підлягаючі визначенню поля;

$\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \tilde{D}, \Delta_1, \Delta_2, W_1'$  - матриці і визначники, пов'язані з електрофізичними характеристиками і лінійними розмірами личинки.

Рішення системи (7) дозволяє знайти амплітуди електричних полів у кожному прошарку і визначити їхні величини для одержання пригнічуючого чи летального ефекту.

*Висновки.* Наведені вище результати дозволять провести розра-

хунок внутрішніх полів в прикореневих шкідниках та інших сільсько-господарських об'єктах в формі еліпсоїда для різних конкретних випадків. Окрім того, оскільки отримані вирази приведені до відносно простого виду, доступному для опису явищ, що відбуваються в середині розсіювача, то вони можуть бути використані на науковій практиці для отримання конкретних результатів.

#### Література

1. *Хандола Ю.М.* Обґрунтування та реалізація електрофізичного методу знищення літаючих шкідників сільського господарства: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.09.16 / *Ю.М. Хандола*; ХДТУСГ. – Х., 2002. – 16 с.
2. *Вендин С.В.* СВЧ дезинсекция семян бобовых: автореф. дис... канд. техн. наук : 05.20.02 / *С.В. Вендин*; МГАУ. – М., 1990. – 16 с.
3. *Федоров Н.Н.* Основы электродинамики / *Н.Н. Федоров*. – М.: Высшая школа, 1980. – 399 с.
4. *Хижняк Н.А.* Функция Грина уравнений Максвелла для неоднородных сред / *Н.А. Хижняк* // ЖТФ.- 1958.- Т.28, №7.- С.1592-1609.
5. *Стрэттон Дж.А.* Теория Электромагнетизма / *Дж.А. Стрэттон*; пер. с англ.- М.-Л.: ОГИЗ, 1948.- 541 с.

### ВЛИЯНИЕ СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЛИЧИНКИ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Вужицкий А.В.

**Аннотация** - работа посвящена основным аспектам теоретического исследования взаимодействия электромагнитного поля СВЧ - диапазона с тканями насекомых и определения рациональных параметров действующего поля для обезвреживания личинок вредителей.

### EFFECT OF MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD ON LARVA PESTS

A.Vuzhitskiy

#### Summary

Work is devoted to basic aspects of theoretical studies of the interaction of microwave electromagnetic field - the range of insect tissues and determination of rational parameters of the existing disposal field for the larvae of pests.



УДК 636.083.39

## ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРІВ ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ ПОКРИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

Червінський Л.С., д.т.н.,

Терновик В.А., інж.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Тел. (044) 227-19-42

**Анотація** - приведено результати та аналіз експериментальних досліджень спектрів люмінесценції шкіри і шерсті сільськогосподарських тварин.

**Ключові слова** - оптичне випромінювання, спектр люмінесценції, шерстинний покрив, тварини, ультрафіолетове опромінення.

*Постановка проблеми.* У біофізичних дослідженнях механізму та шляхів дії оптичного випромінювання на тварин важливою характеристикою, що дає інформацію про його вплив на організм, є люмінесценція. Інтенсивність, спектральний склад і поляризація люмінесценції дозволяють судити про активність дії збуджуючого випромінювання, енергетичні рівні взаємодії і первинний механізм перетворення оптичного випромінювання в біоструктурах організму тварини.

*Аналіз останніх досліджень.* Дослідження шляхів поглинання та перетворення оптичного випромінювання в тіло тварини, достатньо послідовно були розпочаті у 90-х роках минулого століття на базі лабораторії лазерної терапії Інституту онкології АН УРСР [2,3] та продовжені і систематизовані у останні роки в лабораторії проблемної фотобіології Національного університету біоресурсів і природокористування України [4,5,6]. В дослідженнях вивчалися інтенсивність і спектральний склад випромінювання люмінесценції видимого діапазону (від 400 до 680 нм) при збуджуючому випромінюванні в УФ області (від 310 до 380 нм) зразків шкіри і шерсті тварин різного виду, віку і порід на оптичній установці, зібраній на основі контактного люмінесцентного мікроскопу "Люам" КФ -1 із фотометричною насадкою типу ФМЭЛ-1. Як приймач випромінювання люмінесценції застосовувався високочутливий фотоелектронний помножувач ФЭУ-79. Сигнал із фотопомножувача поступав на підсилювач У5-7 і реєструвався гальванометром. У якості джерела збуджуючого випромінюван-

ня використовувалася лампа ДРШ-100. Для виділення збуджуючого УФ випромінювання в діапазоні 320 ...390 нм застосовувалися світлофільтри типів СЗС-21-2 і УФС-6-3. Для визначення спектрального складу випромінювання люмінесценції використовувався набір вузькополосних дифракційних світлофільтрів, що дозволяли вимірювати спектральні ділянки випромінювання шириною до 16 нм у діапазоні 400 ... 680 нм. Вимірювання люмінесценції проводились із ділянок шкіри або окремої шерстини діаметром не більшим  $6 \cdot 10^{-3}$  мм. Для підвищення точності вимірів поверхня на місці контакту з лінзою мікроскопа покривалася нефлюорисціуючою оливою.

*Формулювання мети статті.* Метою статті є дослідження спектральних люмінесцентних характеристик шерстинного покриву тварин з метою виявлення залежності цих характеристик від ділянки тіла, віку, статі тварин, пори року, а також від генетичних зв'язків і спадкових ознак, які мають важливе значення не тільки в процесі вирощуванні тварин, а і для селекції високопродуктивних тварин.

*Основна частина.* З метою визначення найбільш інформативної ділянки шерстини були проведені дослідження спектру люмінесценції різних ділянок шерстини з фолікулом (при збуджуючому випромінюванні 310..380 нм).

Результати таких досліджень на свіжій щетині, висмикнутій з фолікулом із зразка шкіри свині 12-ти місячного віку, показані на рис. 1.

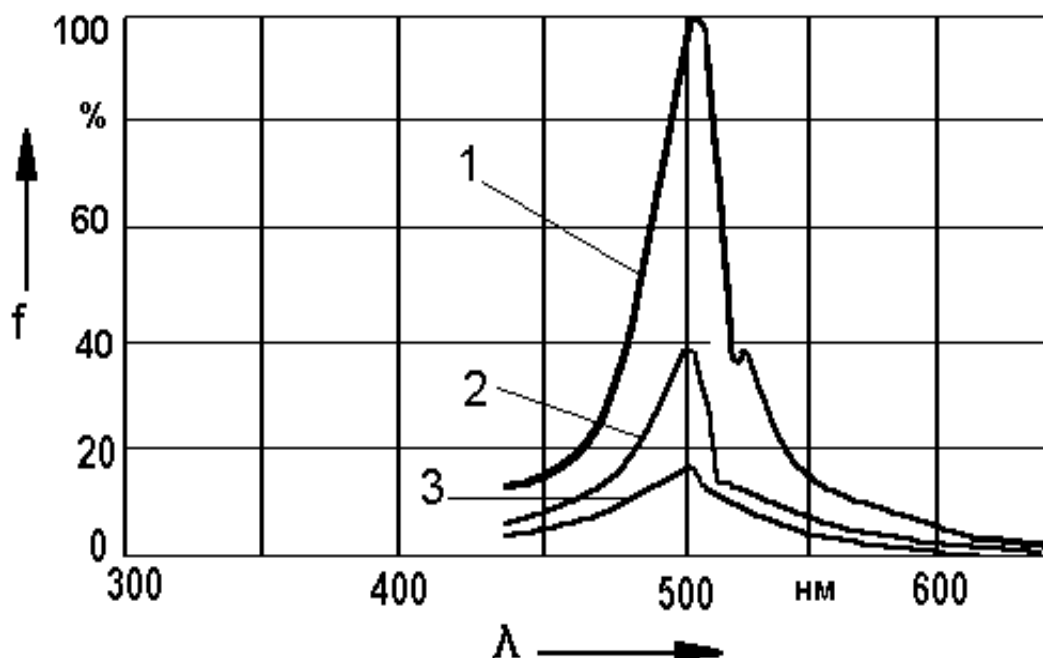


Рис.1. Спектральні залежності інтенсивності люмінесценції різних структурних елементів щетини свині: 1 – ділянка щетини з серцевиною; 2 – ділянка щетини без серцевини; 3 – місце виходу щетини із фолікула.

Із наведених кривих видно, що найбільшу інтенсивність має ділянка щетини на деякій відстані від виходу із шкіри, з серцевиною із омертвілих клітин. Це свідчить про те, що живі клітини фолікули поглинають енергію збуджуючого випромінювання, використовуючи її в хімічних реакціях, а не витрачають у вигляді випромінювання люмінесценції.

Дещо складніша спектральна картина спостерігається при визначенні люмінесценції зразків темнопорідних тварин, у яких клітини шкіри і шерсті насичені пігментом-меланіном. В таких дослідженнях відмічається значно нижча інтенсивність люмінесценції. Це пояснюється впливом специфічної структури меланіну, який легко перетворює поглинуту енергію у теплову (див. рис.2).

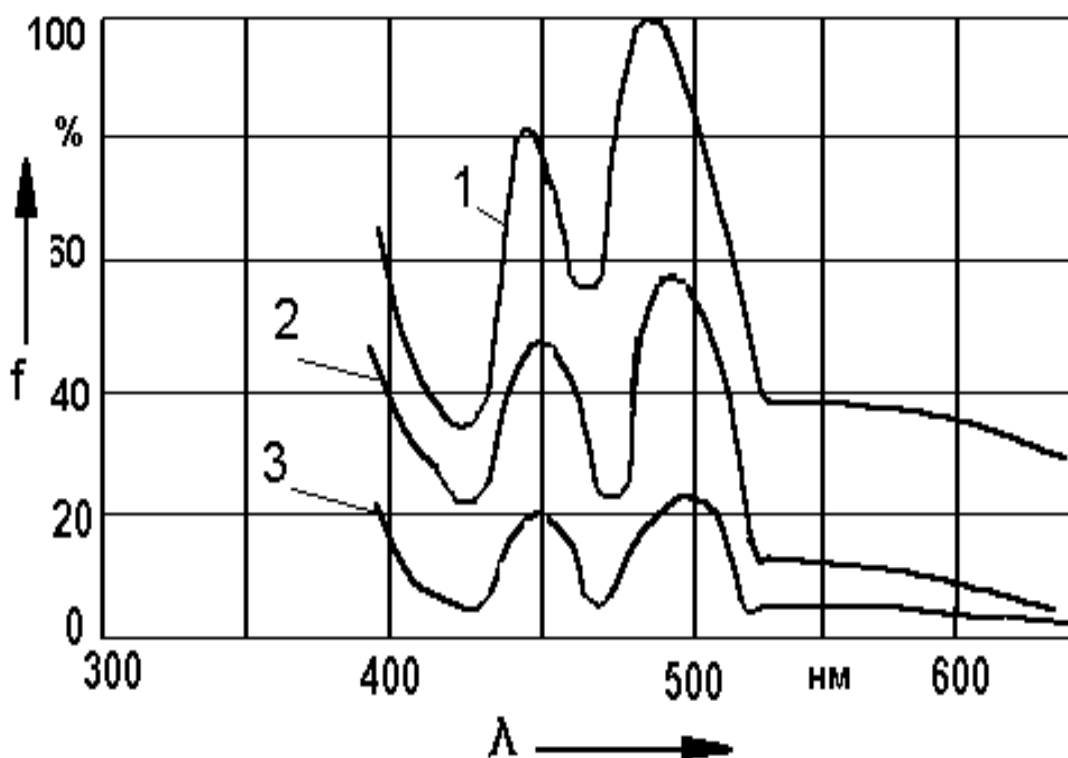


Рис. 2. Спектри люмінесценції шкіри тварин різної масті: 1 – із світлою (білою) шкірою; 2 – із коричневою шкірою; 3 – із чорною шкірою (при збуджуючому випромінюванні 310..380 нм).

В дослідженнях також відмічено, що спектри люмінесценції шкіряно-шерстинного покриву тварин значно залежать від спектру збуджуючого випромінювання. Із збільшенням довжини хвилі збуджуючого випромінювання в бік довшин довжин хвиль, зміщується і спектр люмінесценції. Прикладом є спектральні залежності, приведені на рис. 3. Дані залежності отримані під довшим збуджуючим випромінюванням.

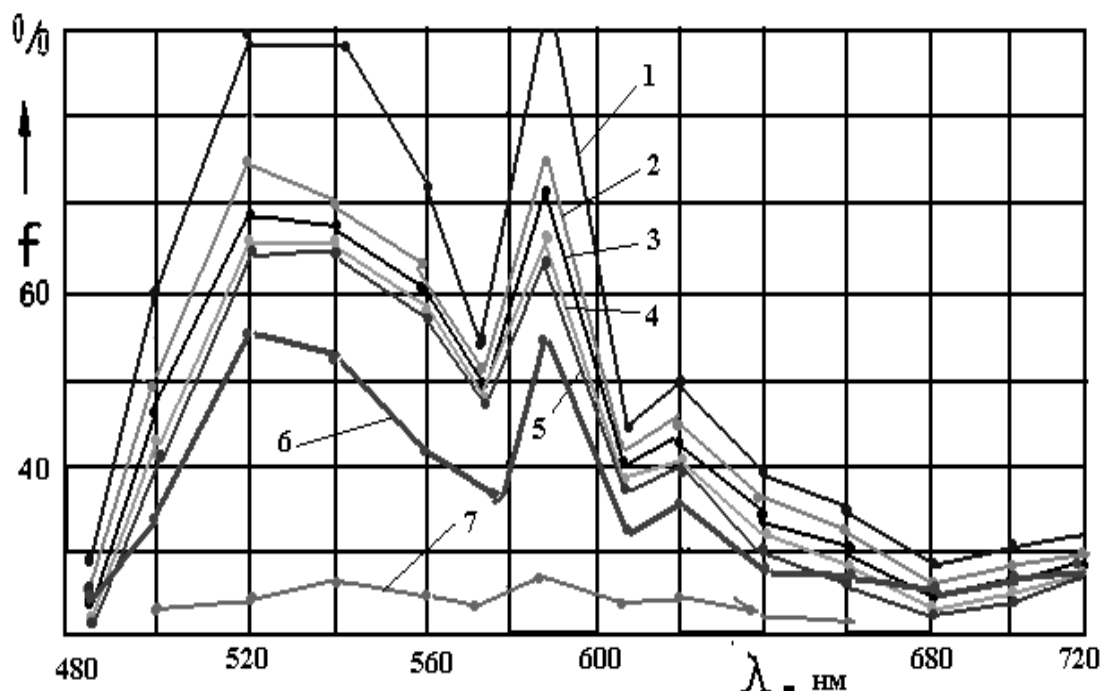


Рис. 3. Спектральні залежності інтенсивності люмінесценції шерсті сільськогосподарських тварин (при збуджуючому випромінюванні 360...440 нм):

1 – щетини білої свині, 4 міс.; 2 – щетини білої свині, 8 міс.; 3 – щетини білої свині, 12 міс.; 4 – теляти, 6 міс.; 5 – щетини білої свині, 2 роки; 6 – корови, 3 роки 7 – чорної щетини хряка, 3,3 років.

*Висновки.* Узагальнюючий аналіз спектральних кривих показує, що із збільшенням віку тварини підвищується інтенсивність люмінесценції поверхні шкіри. Причиною тому є збільшення товщини рогового прошарку епідермісу з омертвілих клітин, енергія поглиненого випромінювання якими в основному перетворюється у випромінювання люмінесценції і лише частково бере участь у фотохімічних реакціях, що відбуваються в клітинах під дією збудження падаючим випромінюванням.

#### Література

1. Левшин В.Л. Люминесценция и ее применение / В.Л. Левшин, Л.В. Левшин. - М. : Наука, 1972. - 183 с.
2. Шевель С.С. Действие ОИ на кожно-шерстный покров сельскохозяйственных животных / С.С. Шевель, Л.С. Червинский // Механизмы и оценка эффективности действия оптического излучения на биологические системы. Сб. Тр. АН СССР. - Пушино, 1985.- С.77-85.
3. Посудин Ю.И. Использование биохемиллюминесцентных и флуоресцентных методов в сельском хозяйстве / Ю.И. Посудин, Л.С. Червинский, В.И. Чирко // Биохемиллюминесценция в сельском хозяйстве. Сб. тр. межвуз. конф. – М., 1986. - С. 39-40.

4. Дослідження флуоресцентних характеристик волосяного покриття коня Пржевальського / Ю.І. Посудін, Л.С. Червінський, Н.І. Ясинецька, Т.Л. Жаркіх // Зб. наук. праць НАУ. – К, 1998. - Вип. 4. - С. 2-8.

5. Червінський Л.С. Оптичні характеристики шкіряно-шерстинного покриття тварин / Л.С. Червінський // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. Луцького держ. техн. унів. – Луцьк, 2001. – Вип. 9. – С. 120-124.

6. Червінський Л.С. Теоретичне дослідження механізму і шляхів дії енергії оптичного випромінювання на організм тварини / Л.С. Червінський // Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий. Сб. науч. тр. Керч. мор. технол. ин. – Керчь, 2002. – Вып. 3. – С. 224-230.

## **ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПОКРОВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

Червинский Л.С., Терновик В.А.

**Аннотация** - приведены результаты и анализ экспериментальных исследований спектров люминесценции покрова сельскохозяйственных животных.

## **STUDY OF LUMINESCENCE SPECTRA CLOAK OF FARM ANIMALS**

L. Chervinskiy, V. Ternovik

### *Summary*

**The results and analysis of experimental researches of spectra secondary irradiation of a cover of agricultural animals are given.**

УДК 631:362-36-53

## **АЛЬТЕРНАТИВНІ ЗАСОБИ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ МАСИ ЗЕРНА СИЛЬНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ПОЛЯМИ**

Берека О.М., д.т.н.,

Усенко С.М., інж.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Тел. (044) 527-87-36

**Анотація** – представлено установку для знезаражуючої обробки зернових в сильних електричних полях та обґрунтовано її технологічну придатність за продуктивністю.

**Ключові слова** - сильне електричне поле, озон, зернова маса, установка, продуктивність.

*Постановка проблеми.* Зерновий сектор України є стратегічною галуззю економіки держави, що визначає обсяги пропозиції та вартість основних видів продовольства для населення країни, зокрема продуктів переробки зерна і продукції тваринництва, формує істотну частку доходів сільськогосподарських виробників, визначає стан і тенденції розвитку сільських територій, формує валютні доходи держави за рахунок експорту. Зернова галузь є базою та джерелом сталого розвитку більшості галузей агропромислового комплексу та основою аграрного експорту.

Але матеріально-технічне забезпечення зерновиробництва та ефективність праці не відповідають світовим стандартам і потребам галузі. Відсутність достатніх фінансових ресурсів стримує впровадження новітніх технологій, використання високоякісного насіння, обмежує застосування інших ресурсів. Виробництво зерна стає все більш залежним від впливів погодних факторів. Зменшення об'ємів робіт по знезараженню зернової маси призводить до накопичення в ній мікроорганізми, які погіршують її якість.

Збільшення виробництва й підвищення якості продукції рослинництва можливо шляхом зменшення втрат врожаю від фітопатогенної мікрофлори та максимальному використанні потенційних біологічних можливостей насінневого матеріалу.

*Аналіз останніх досліджень.* Мікрофлора зернової маси складається майже повністю з анаеробних мікроорганізмів. Анаеробні мікроорганізми, представлені в ній дріжджами, деякими видами мукоро-

вих грибів і бактерій. Близько 85% збудників найбільш небезпечних хвороб злакових культур представлено грибами, з них 80% -токсичні. Особливо швидко зростає зараженість зерна злакових культур грибами, що утворюють токсини *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicilium*, *Mucor*, *Cladosporium* та ін. Ураження цими грибами виводять товарне зерно з категорії продовольчого, а при наявності токсинів, утворених цими грибами більше 5 мг на 1кг воно стає непридатним навіть для кормових цілей [1].

Властивість даних патогенів змінювати біохімічний склад зерна, а також забруднювати його мікотоксинами, створює серйозну проблему для підприємств харчової промисловості. Ситуація ускладнюється тим, що на сьогоднішній день не існує біологічно прийнятних і економічно ефективних способів детоксикації зерна. Під час зберігання (від 3 до 6 міс.) в несприятливих умовах поверхневе зараження зерна грибами може збільшитися в 35 - 40 разів, внутрішнє - в 3 - 4 рази. При цьому різко зростає зараженість комплексом *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*. Це викликає щорічно втрату 2-3 мільйонів тонн зерна і значне зниження біологічної повноцінності ще багатьох партій.

З метою попередження розвитку зернової мікрофлори існують хімічні, біологічні та фізичні методи. На цей час обробка зерна здійснюється переважно хімічними засобами. Але разом з досягненням позитивних результатів, використання хімічних засобів має ряд негативних наслідків, серед яких забруднення навколишнього середовища отрутохімікатами і їх накопичення як у ґрунті, так і у продукції рослинництва, що створює загрозу для здоров'я людей та тварин, трудомісткість при виконанні робіт [2]. Також існують ряд хвороб, по відношенню до яких хімічні препарати не можуть забезпечити належного ефекту. Це в першу чергу відноситься до фузаріозних хвороб та пліснявих грибів, що розвиваються при зберіганні. Крім того хімічні методи неможливо використовувати при обробці продовольчих партій зерна.

*Формулювання мети статті.* Метою роботи є технічна реалізація обробки зернової маси в сильних електричних полях, як альтернативі хімічним засобам впливу, а також обґрунтування технологічної придатності установки за показником її продуктивності.

*Основна частина.* Зважаючи на ці обставини, у передових країнах світу активно розвитку набуває екологічно чисте сільськогосподарське виробництво на основі зменшення використання пестицидів та розробки альтернативних методів обробки рослин. Насамперед, увага приділяється електрофізичним методам, які передбачають обробку насіння електромагнітним, іонізуючим, світловим, ультрафіолетовим, лазерним випромінюванням т. ін. Але ці методи не набули про-

мислового використання із за недостатньо чіткої відтворюваності отриманих результатів та низької ефективності у боротьбі зі збудниками хвороб насіння, а деякі є дуже енергоємними.

Для одержання ефективних результатів електрофізична обробка насіння повинна базуватися на двох групах факторів. Вплив на фізичні процеси безпосередньо в насініні, що призводить до біологічного стимулювання та вплив на мікроорганізми, які знаходяться на поверхні насіння, з метою знешкодження їхньої згубної діяльності.

Сильні електричні поля є одним із перспективних засобів впливу на насіння сільськогосподарських культур. Одними з напрямків застосування сильних електричних полів є передпосівна обробка насіння, обробка при зберіганні та переробці, вплив на рідини і живильні розчини тощо [3, 4].

Важливого значення для технологічного процесу обробки зернового матеріалу є встановлення, на кафедрі електроприводу та електротехнологій Національного університет біоресурсів і природокористування України, наявності іонізаційних процесів в повітряних включеннях зернової маси, яка розташована між плоскими електродами з підведеною до них високою напругою. Результатом іонізаційних процесів є утворення електросинтезом озону, який відомий своїми бактерицидними властивостями [5, 6].

Озонування, як метод знезаражування добре вивчено з санітарно – гігієнічної сторони. Він отримав схвалення санітарно – медичних установ всіх передових країн світу (США, Німеччини, Японія, Франція і т. д.) [7].

Озон реагує практично з усіма сполуками, що входять до складу живої клітини і діє на всі мікроорганізми руйнуючи мембрану та окислюючи протоплазму. Важливо зазначити, що після здійснення знезаражуючої дії озон розкладається не залишаючи продуктів розпаду. Праці з впливу озону на мікрофлору зерна свідчать про високу ефективність його дії, але існуючі технічні засоби і способи обробки не забезпечують потрібного ефекту при обробці.

На даному етапі розвитку цих технологій для обробки зернового матеріалу використовуються озонатори. Сучасні озонатори, в яких озон отримують за допомогою електричного розряду в повітрі, складається із генераторів озону, джерела живлення, допоміжного устаткування: системи очищення та сушки повітря, системи охолодження, компресора, системи повітропроводів, вимірювальних пристроїв. При подачі озону від генератора до камери обробки він частково розкладається, що призводить до значних втрат. Крім того такі способи обробки не забезпечують рівномірності контакту озону з продукцією. В ре-



зультаті такі установки мають низький ККД, що перешкоджає їхньому широкому впровадженню.

Встановлення процесу утворення озону у всьому об'ємі зернової маси відкриває нові технологічні можливості для знезаражувальної обробки зерна. Відпадає потреба в окремому озонаторі, як альтернативі хімічним препаратам. На кафедрі електроприводу та електротехнологій НУБіП України розроблено дослідну установку для знезаражуючої обробки зернової маси озоном [8]. Перевагою якої є утворення озону безпосередньо в зерновій масі під дією електричного поля високої напруги.

У результаті проведених досліджень встановлено, що запропонований спосіб дозволяє знешкодити близько 85% спор твердої сажки. Слід відзначити, що дослідження проводилися на пшениці із штучним фоном. Концентрація спор сажки становила близько 500 штук на пробу зерна. У природному фоні ця цифра значно менша (близько 10).

Функціональна схема установки представлена на рис. 1.

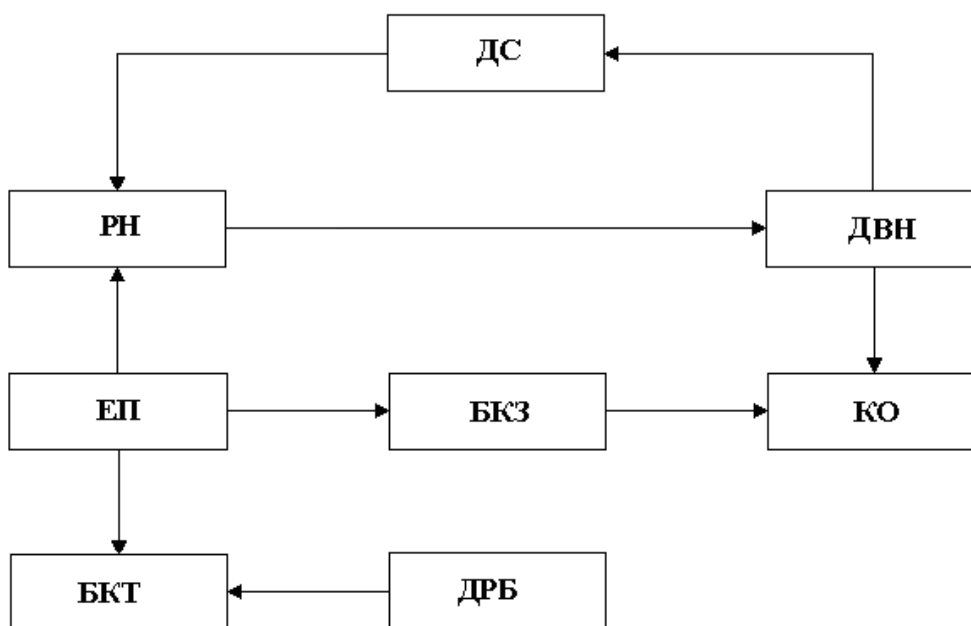


Рис. 1. Функціональна схема установки для знезаражуючої обробки зернових в сильних електричних полях: ЕП – електронний програматор; РН – регулятор напруги; ДВН – джерело високої напруги; ДС – датчик струму; КО – камера обробки; БКЗ – блок керування засувкою; БКТ – блок керування транспортерами; ДРБ – датчики рівня бункерів.

Одним із головних показників технологічної придатності установки є її продуктивність. Розглянемо продуктивність установки для

обробки зернової маси, функціональна схема якої приведена на рис. 1. Її можна визначити за формулою

$$Q = \frac{G}{t}, \quad (1)$$

де  $Q$  – продуктивність установки, кг/год;  
 $G$  – маса обробленого зерна, кг;  
 $t$  – тривалість обробки зернової маси, год.

Масу обробленого зерна визначаємо, враховуючи об'єм зернової маси, пропущеної через установку

$$G = k \cdot \gamma \cdot V, \quad (2)$$

де  $V$  – об'єм зернової маси, пропущеної через установку під час обробки, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – густина обробленого зерна, кг/м<sup>3</sup>;

$k$  – коефіцієнт заповнення об'єму зерном.

Об'єм зернової маси, що обробляється, буде залежати від поперечного перерізу камери обробки, швидкості проходження через неї зерна й часу роботи установки при обробці

$$V = v \cdot S \cdot t, \quad (3)$$

де  $v$  – швидкість проходження зерна крізь камеру обробки, м/год;

$S$  – площа поперечного перерізу камери обробки, м<sup>2</sup>;

Площа поперечного перерізу камери обробки знаходиться за виразом

$$S = n \cdot h \cdot l, \quad (4)$$

де  $n$  – кількість секцій камери обробки;

$h$  – відстань між електродами, м;

$l$  – ширина електрода, м.

Таким чином, враховуючи приведені вище, продуктивність розробленої установки буде визначатися за виразом

$$Q = k \cdot \gamma \cdot v \cdot S. \quad (5)$$

Побудована графічна залежність за отриманим математичним виразом наведена на рис. 2.

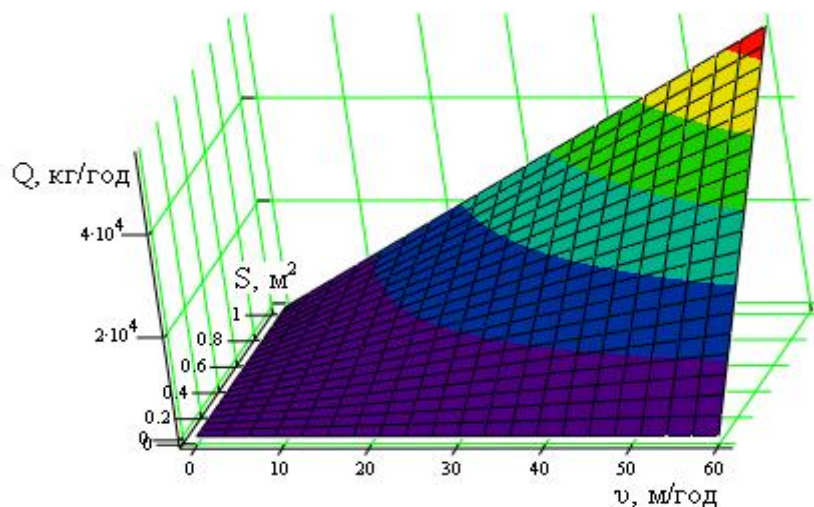


Рис. 2. Продуктивність установки з обробки зернової маси при зміні площі поперечного перетину камери обробки та швидкості руху в ній зерна.

*Висновки.* Основними складовими, які впливають на продуктивність установки, є швидкість руху зерна й площа поперечного перерізу камери обробки, тобто, чим вони більші, тим більша продуктивність. Ці параметри обмежуються лише потужністю джерела високої напруги, чим більша вихідна високовольтна напруга і допустимий струм, тим більшої продуктивності буде установка.

#### Література

1. *Кривошишин І.П.* Озон в промисловому птицеводстві / *І.П. Кривошишин.* - М. : Росагропромиздат, 1988. - 176 с.
2. *Кобець М.І.* Органічне землеробство в контексті сталого розвитку / *М.І. Кобець* // Актуальні питання аграрної політики : Зб. робіт 2003–2004 рр. – К., 2004. – С. 108–131.
3. *Бадретдинов Б.Ф.* Електротехнологія і урожайність сільськогосподарських культур / *Б.Ф. Бадретдинов, А.А. Тюр, Я.М. Каюмов* // Електрифікація сільського господарства. – Уфа : БГАУ, 2000. – Вип. 2. – С. 90-92.
4. *Берека О.М.* Пророщування пивоварного ячменю в електростатичному полі високої напруги / *Берека О.М., Л.С. Червінський, М.П. Салата* // Електрифікація та автоматизація сільського господарства : науково – виробничий журнал. – К. : НАУ, 2003. - № 2. – С. 9-12.
5. *Бородин І. Ф.* Развитие електротехнологии в сельском хозяйстве / *И.Ф. Бородин* // Механізація і електрифікація сільського господарства. – М. : Колос, 1983. – № 6. – С. 27-31.

6. *Александрова Н. Е.* Действие озона на плесени хранения зерна / *Н. Е. Александрова, Н.Е. Андропова, О.И. Плясухина, А.В. Алексеева* // Биохимия и качество зерна. – М. : ВНИИЗ, 1983. - Вып. 103. – С. 35–40.

7. Анализ динамики работ в области разработки технологий и оборудование озонирование / *А. М. Пугин* // Межвузовський научний збірник. Труды Башкирского государственного аграрного университета электрификации сельського хозяйства. – Уфа, 2000. -Вып. 2. – С. 44–49.

8. Пат. 84978 Україна МПК А 23 L 3/32, А 01 F 25/00. Пристрій для обробки продукції при зберіганні / *Берека О. М., Червінський Л. С., Салата М. П., Усенко С. М.* (Україна). – №. а 2007 03860 ; заявл. 06.04.2007 ; опубл. 10.12.2008, Бюл. №23. – 4 с.

### **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СПОСОБЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ СИЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ**

Берека О.М., Усенко С.М.

**Аннотация** – представлено установку для обеззараживающей обработки зерновых в сильных электрических полях и обосновано ее технологическую пригодность по продуктивности.

### **ALTERNATIVE METHODS DISINFESTATIONS OF GRAIN-GROWING MASS BY THE STRONG ELECTRIC FIELDS**

O. Bereka, S. Ysenko

#### *Summary*

**A fluidizer is presented disinfecting treatments grain-growing in the strong electric fields and grounded it technological fitness after the productivity.**

УДК 631.171:681.2.088

## ОБРОБКА КАРТОПЛІ МАГНІТНИМИ ПОЛЯМИ

Синявський О.Ю., к. т. н.,

Савченко В.В., інж.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. (063) 566-96-28

**Анотація** – в статті проаналізована дія магнітного поля на фізико-хімічні процеси, які протікають у бульбі картоплі. Обґрунтована методика визначення ефекту магнітної обробки картоплі за зміною потенціалу електродів 2-го роду. Наведені результати досліджень зміни рН та окислювально-відновного потенціалу картоплі при магнітній обробці та обґрунтовані оптимальні параметри обробки.

**Ключові слова** - магнітна обробка, рН, окислювально-відновний потенціал, біопотенціал картоплі, невизначеність вимірювань, магнітна індукція, знакозмінне магнітне поле.

*Постановка проблеми.* Застосування електротехнологій у рослинництві дає можливість на 15-20 % підвищити урожайність сільськогосподарських культур і на 17-20 % знизити втрати при зберіганні сільськогосподарської продукції.

Для підвищення ефективності вирощування картоплі необхідно впроваджувати енерго- та ресурсозберігаючі технології, серед яких однією з перспективних є магнітна обробка картоплі.

Впровадження технології магнітної стимуляції картоплі зумовлює створення електротехнічного комплексу, вибір параметрів обробки, які сприяють підвищенню урожайності і зменшенню втрат картоплі при зберіганні, що є актуальною проблемою.

*Аналіз останніх досліджень.* Нині в технологіях передпосадкової обробки картоплі найчастіше застосовується її прогрівання або пророщування на світлі. Проте в останні роки для стимуляції картоплі почали застосовувати різноманітні електрофізичні методи, серед яких найперспективнішим є магнітна обробка картоплі.

Проведені дослідження показали позитивний вплив магнітного поля на урожайність, ріст і розвиток картоплі. Встановлено, що при магнітній обробці насінневих бульб урожайність підвищується на 18 –

20 %, зменшується захворюваність рослин різноманітними хворобами, а втрати при зберіганні знижуються з 25 – 30 % до 4 – 5 %.

Проте не був встановлений механізм дії магнітного поля на бульбу картоплі, не визначений оптимальний режим обробки і конструктивні параметри відповідного обладнання.

*Формулювання мети статті.* Метою даної роботи є визначення впливу магнітного поля на фізико-хімічні процеси, які відбуваються у бульбі картоплі.

*Основана частина.* У бульбі картоплі протікають різноманітні хімічні та біохімічні реакції. При обробці речовин в магнітному полі зміна концентрації продуктів реакції прямо пропорційна коефіцієнту швидкості, який згідно з рівнянням Вант-Гоффа-Арреніуса визначається за формулою [1]

$$k = k_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right), \quad (1)$$

де  $k_0$  – передекспоненціальний множник;  $E_a$  – енергія активації;  $R$  – універсальна газова стала;  $T$  – температура.

Звідси

$$\lg k = \lg k_0 - \frac{2,3 \cdot E_a}{RT}. \quad (2)$$

Стимуляція картоплі відбувається при зростанні швидкості хімічних реакцій, що протікають у бульбі, тобто коли зростає коефіцієнт швидкості. Як впливає із рівняння Вант-Гоффа-Арреніуса, це можна здійснити або за рахунок підвищення температури, або зниженням енергії активації, впливаючи на неї магнітним полем.

Для визначення ефекту магнітної стимуляції необхідно мати методику інструментального визначення дози обробки, бо застосовувані нині методи її визначення за урожайністю або біометричними показниками в значній мірі залежать від кліматичних факторів, родючості ґрунтів, застосовуваної технології вирощування тощо [2].

Проведені дослідження показали, що найдоцільніше використовувати потенціометричні методи вимірювання. Застосування електродів 2-го роду дає можливість встановити зміну енергії активації при магнітній обробці речовин. Зміна потенціалу електрода визначається за рівнянням Нернста

$$\Delta\varphi = S_t (\lg f \cdot C_2 - \lg f \cdot C_1) = S_t (\lg C_2 - \lg C_1), \quad (3)$$

де  $S_t$  – крутість електродної характеристики;  $f$  – коефіцієнт активності,  $C_1$  – концентрація іонів до магнітної обробки;  $C_2$  – концентрація іонів після магнітної обробки.

Крутість електродної характеристики визначається за рівнянням

$$S_t = 2,3 \cdot \frac{R \cdot T}{z \cdot F}, \quad (4)$$

де  $R$  – універсальна газова стала;  $T$  – температура розчину;  $z$  – заряд іона;  $F$  – число Фарадея.

Оскільки при магнітній обробці речовин концентрації іонів пропорційні коефіцієнту швидкості реакції, то різниця логарифмів концентрації іонів визначаються виразом

$$\lg C_2 - \lg C_1 = \lg k_2 - \lg k_1, \quad (5)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт швидкості хімічної реакції до магнітної обробки;  $k_2$  – коефіцієнт швидкості хімічної реакції після магнітної обробки.

Тоді з урахуванням (2) і (4) можна записати

$$\Delta\varphi = 2,3^2 \cdot \frac{\Delta E_a}{z \cdot F} = A \cdot \Delta E_a, \quad (6)$$

де  $\Delta E_a$  – зміна енергії активації.

Оскільки більшість хімічних реакцій, які відбуваються у бульбах картоплі, є окислювально-відновними, то оцінювати зміну енергії активації доцільно за зміною окислювально-відновних потенціалів (ОВП) або біопотенціалів (БП)

$$\Delta OVP = \Delta BP = A \cdot \Delta E_a. \quad (7)$$

Визначити ефект магнітної обробки картоплі можна також за зміною рН. Зміна рН визначається виразом

$$\Delta pH = \lg f \cdot C_{H_2^+} - \lg f \cdot C_{H_1^+}, \quad (8)$$

де  $C_n$  – концентрація іонів водню.

Тоді з урахуванням (2) і (5) можна записати

$$\Delta pH = 2,3 \frac{E_{a1} - E_{a2}}{RT} = 2,3 \frac{\Delta E_a}{RT}. \quad (9)$$

Окислювально-відновний потенціал або рН вимірюють рН-метром-мільвольтметром або іономіром. Для вимірювання ОВП або біопотенціалу в картоплі скляною паличкою роблять отвір глибиною 10 мм, де розміщують допоміжний електрод, а платиновий вимірювальний електрод встромлюють у картоплю і приладом вимірюють різницю потенціалів вимірювального і допоміжного електродів. Для вимірювання рН у картоплі роблять отвір, діаметром 10 і глибиною 10–15 мм, для скляного вимірювального електрода і скляною паличкою отвір для допоміжного електрода. Потім приладом вимірюють величину рН.

Визначають різницю рН та ОВП (біопотенціалу) картоплі до магнітної обробки і після неї та порівнюють із значенням розширеної невизначеності вимірювань відповідних величин [3]. Якщо зміна ОВП при обробці перевищує 2 мВ, а рН – 0,03 одиниці, то можна стверджувати про вплив магнітної обробки на процеси, які відбуваються у картоплі.

При теоретичних дослідженнях процесів, які відбуваються у бульбі картоплі, скористаємося теорією зіткнень [1].

Розглянемо пару сферичних часток з радіусами  $r_1$  і  $r_2$ , які рухаються зі швидкостями  $v_1$  і  $v_2$  (рис. 1,а).

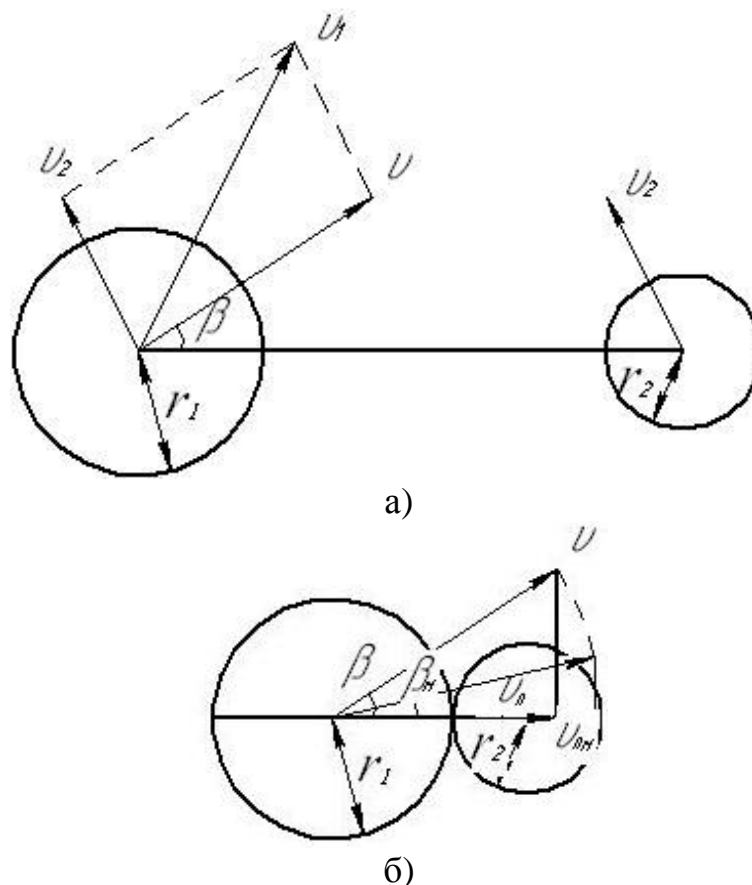


Рис. 1. Схема руху іонів (а) та діаграма зіткнень (б).



Вектор відносної швидкості становить

$$\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1, \quad (10)$$

В момент співударяння центри часток будуть знаходитися на відстані  $r_1 + r_2$  (рис. 2.1, б), а центр 1-ої частки – на поверхні зовнішньої сфери радіуса  $r_1 + r_2$  [1].

Дослідні дані з визначення констант швидкості реакції показують, що хімічні наслідки зіткнень залежать від кінетичної енергії відносного руху вздовж лінії центрів, тобто вона визначається нормальною складовою швидкості  $v_n$ , а тангенціальна складова не істотна при активації [1]

$$E_a = \frac{\mu v_n^2}{2}, \quad (11)$$

де  $\mu$  – зведена маса часток.

Нормальна складова швидкості визначається як

$$v_n = v \cdot \cos \beta, \quad (12)$$

При потраплянні іона в магнітне поле на неї діє сила Лоренца [4]

$$F = q \cdot B \cdot v \cdot \sin \alpha, \quad (13)$$

де  $q$  – заряд іона;  $B$  – магнітна індукція;  $v$  – швидкість руху іона;  $\alpha$  – кут між напрямом поля і рухом іона.

Сила Лоренца – це відцентрова сила, яка змінює тільки напрям руху іона, і не змінює його кінетичну енергію та швидкість за модулем, внаслідок чого іон рухається колом радіуса  $r$

$$F = \frac{mv^2}{r}. \quad (14)$$

При магнітній обробці речовин внаслідок дії сили Лоренца змінюється нормальна складова швидкості іона (рис. 1,б)

$$\Delta v_n = v_{nm} - v_n, \quad (15)$$

де  $v_{nm}$  – нормальна складова швидкості іона при магнітній обробці

$$v_{nm} = v \cdot \cos \beta_m, \quad (16)$$

де  $\beta_m$  – кут між вектором швидкості і лінією, яка з'єднує центри часток, при магнітній обробці.

Тоді зміна нормальної складової швидкості іона становитиме

$$\Delta v_n = v \cdot (\cos \beta_m - \cos \beta). \quad (17)$$

Із виразів (13) і (14) отримаємо вираз для визначення швидкості іона через параметри магнітного поля при  $\alpha=0$

$$v = r \cdot q \cdot B / m. \quad (18)$$

Тоді приріст нормальної складової швидкості іона визначатиметься за формулою

$$\Delta v_n = r \cdot q \cdot B \cdot (\cos \beta_m - \cos \beta) / m. \quad (19)$$

Як випливає з виразу (19), зміна нормальної складової швидкості іона залежить від магнітної індукції, виду іонів (їх маси і заряду) та кількості перемагнічувань, бо при реверсі змінюється орієнтація іонів (відповідно кут  $\beta_m$ ).

При обробці картоплі у магнітному полі із заданим числом перемагнічувань зміна нормальної складової швидкості іона

$$\Delta v_n = K \cdot B, \quad (20)$$

де  $K$  – коефіцієнт, який залежить від виду іонів та числа перемагнічувань.

Внаслідок зміни нормальної складової швидкості іонів зміниться кінетична енергія відносного руху часток вздовж лінії центрів

$$\Delta E_n = E_{nm} - E_n = \frac{\mu(v_n + \Delta v_{nm})^2}{2} - \frac{\mu \cdot v_n^2}{2}, \quad (21)$$

або

$$\Delta E_n = \frac{\mu \cdot \Delta v_{nm}^2}{2} + \mu \cdot v_n \cdot \Delta v_{nm}. \quad (22)$$

Із урахуванням (20) вираз (22) прийме вигляд

$$\Delta E_n = \frac{\mu \cdot K^2 B^2}{2} + K \cdot \mu \cdot v_n \cdot B. \quad (23)$$

Таким чином, зміна кінетичної енергії, відповідно, і коефіцієнта швидкості хімічної реакції при магнітній обробці картоплі залежить від величини магнітної індукції і нормальної складової кутової швидкості іонів. Оскільки зміна потенціалу електрода другого роду прямо пропорційна зміні кінетичної енергії, то зміна ОВП або біопотенціалу становитиме

$$\Delta OВП = \Delta БП = A \cdot \left( \frac{\mu \cdot K^2 B^2}{2} + K \cdot \mu \cdot v_n \cdot B \right). \quad (24)$$

При незмінній швидкості руху картоплі можна записати

$$\Delta OВП = \Delta БП = A_1 \cdot B^2 + A_2 \cdot B, \quad (25)$$

де  $A_1$  і  $A_2$  – коефіцієнти.

З урахуванням (9) зміна рН при магнітній обробці картоплі

$$\Delta pH = \frac{2,3}{RT} \cdot \left( \frac{\mu \cdot K^2 B^2}{2} + K \cdot \mu \cdot v_n \cdot B \right). \quad (26)$$

При незмінній швидкості руху картоплі зміна рН визначатиметься виразом

$$\Delta pH = A_3 \cdot B^2 + A_4 \cdot B, \quad (27)$$

де  $A_3$  і  $A_4$  – коефіцієнти.

Коефіцієнти, які входять у рівняння (25) і (27) аналітично визначити не можливо. Їх визначили на основі експериментальних даних.

Експериментальні дослідження виконувалися на експериментальній установці з електромагнітами. Знакозмінне магнітне поле створювалося чотирма індукторами, увімкненими зустрічно. Магнітну індукцію у повітряному зазорі індуктора регулювали у межах 0 – 45 мТл шляхом зміни напруги постійного струму, прикладеної до коту-

шок індуктора. Швидкість руху картоплі через індуктори становила у середньому 1,0 м/с. При цьому вимірювали зміну рН і окислювально-відновного потенціалу картоплі.

Залежність зміни ОВП картоплі при магнітній обробці від магнітної індукції показана на рис. 2. При зростанні магнітної індукції до оптимального для процесу обробки значення 30 мТл ОВП картоплі знижується, а потім починає зростати. Ця залежність описується рівнянням

$$\Delta OVP = 0,0272B^2 - 2,1362B. \quad (28)$$

Залежність зміни рН картоплі при магнітній обробці від магнітної індукції показана на рис. 3. При зростанні магнітної індукції до 30 мТл значення рН картоплі зростає, а потім починає зменшуватися. Залежність зміни рН від магнітної індукції описується рівнянням

$$\Delta pH = -0,0001B^2 + 0,0087B. \quad (29)$$

На кривих 2 і 3 (див. рис. 2 і 3) показані зміни відповідно ОВП і рН картоплі, виміряні через два тижні і місяць після магнітної обробки. Як впливає із представлених залежностей, ефект магнітної обробки картоплі зберігається не менше місяця після обробки.

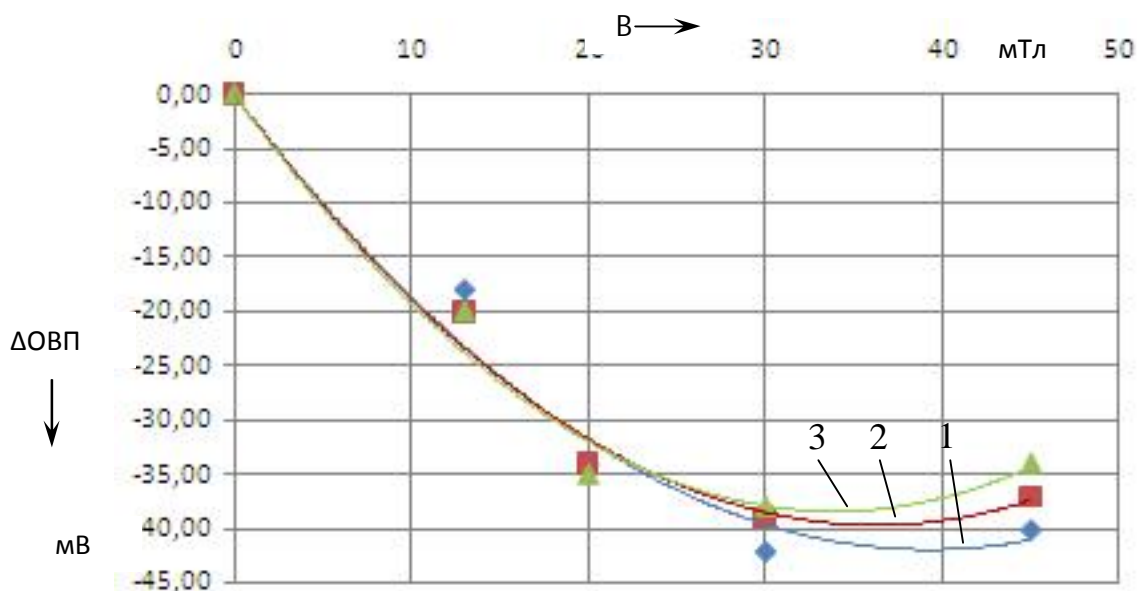


Рис. 2. Залежність зміни ОВП від магнітної індукції при магнітній обробці картоплі: 1 – в день обробки; 2 – через 2 тижні після обробки; 3 – через місяць після обробки.

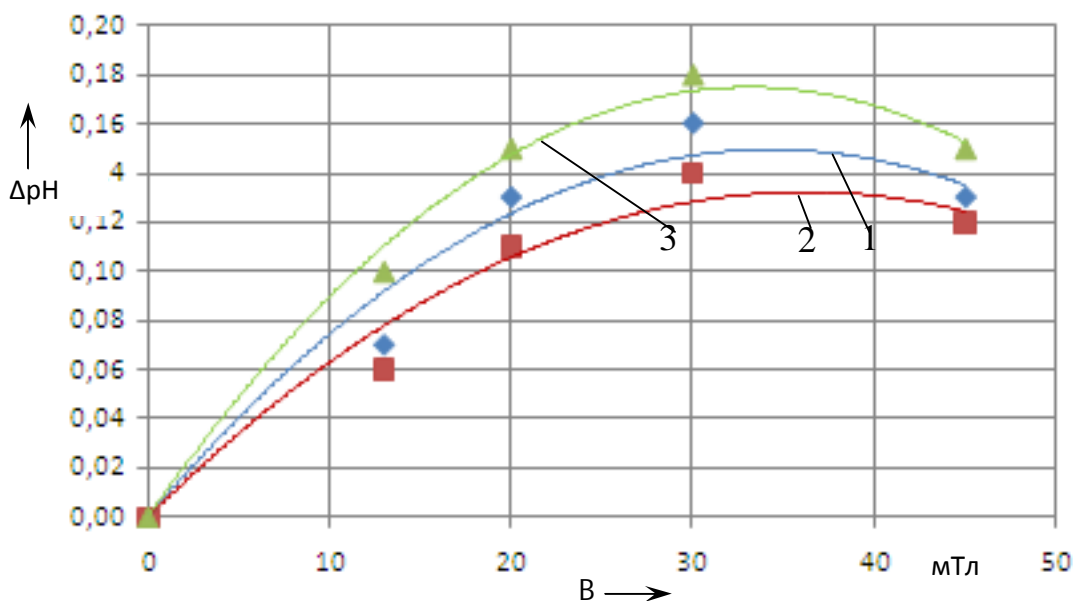


Рис. 2. Залежність зміни рН від магнітної індукції при магнітній обробці картоплі: 1 – в день обробки; 2 – через 2 тижні після обробки; 3 – через місяць після обробки.

*Висновки.* При магнітній обробці картоплі зростає швидкість хімічних реакцій внаслідок зменшення енергії активації.

Встановлено, що визначити ефект магнітної обробки картоплі можна електродами 2-го роду, зміна потенціалу яких пропорційна зміні енергії активації. Ефект магнітної обробки має місце тоді, коли зміна ОВП і рН при обробці перевищує невизначеності їх вимірювання, які відповідно складають 2 мВ і 0,03 одиниці.

Проведені теоретичні і експериментальні дослідження впливу параметрів процесу обробки картоплі в магнітному полі показали, що зміна ОВП, біопотенціалу та рН картоплі залежать від квадрату магнітної індукції, швидкості руху бульби та кількості перемагнічувань. Встановлені оптимальні режими магнітної обробки картоплі: магнітна індукція у центрі повітряного зазору 30 мТл, чотирикратне перемагнічування при швидкості руху транспортера 1 м/с.

#### Література

1. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / Б.П. Никольский, Н.А. Смирнова, М.Ю. Панов [и др.] ; под ред. акад. Б.П. Никольского. – Л. : Химия, 1987. – 880 с.

2. Проектирование комплексной электрификации / Л.Г. Прищеп, А.П. Якименко, Л.В. Шаповалов [и др.] ; под ред. Л.Г. Прищеп. – М. : Колос, 1983. – 271 с.

3. Савченко В.В. Визначення ефекту електромагнітної обробки картоплі / В.В. Савченко // Науковий вісник національного університе-

ту біоресурсів і природокористування України. – К. : 2010. – Вип. 153. – С. 138-144.

4. *Классен В.И.* Омагничивание водных систем / *В.И. Классен.* – 2-е изд. – М. : Химия, 1982. – 296 с.

## **ОБРАБОТКА КАРТОФЕЛЯ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ**

Синявский О.Ю., Савченко В.В.

*Аннотация* - проанализировано действие магнитного поля на физико-химические процессы, которые протекают в клубне картофеля. Обоснована методика определения эффекта магнитной обработки картофеля за изменением потенциала электродов 2-го рода. Приведены результаты исследований изменения рН и окислительно-восстановительного потенциала картофеля при магнитной обработке и обоснованы оптимальные параметры обработки.

## **TREATMENT OF POTATO THE MAGNETIC FIELDS**

O. Synyavskyu, V. Savchenko

### *Summary*

Operating of the electromagnetic field is analysed on physical and chemical processes which flow in the tuber of potato. The methods of determination of effect of magnetic treatment of potato are reasonable after the change of potential of electrodes of 2th family. Results over of researches of change of pH and redox of potato are brought at magnetic treatment and the optimal parameters of treatment are reasonable.

УДК 631:362-36-50

## МЕТОД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ АКТИВАЦІЇ ПОЛИВНИХ РОЗЧИНІВ ЗМІННИМ ПОЛЕМ

Перемот М.О., аспірант\*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Тел. (097)642-15-91

**Анотація** – у роботі розглянуто перспективи зміни фізико-хімічних властивостей водних розчинів після активації їх електромагнітним полем з метою підвищення врожайності рослин.

**Ключові слова** – продуктивність рослин, змінне електромагнітне поле, електропровідність, структура води, активація.

*Постановка проблеми.* Активація водних систем - направлена зміна властивостей води фізичними методами відкриває нові можливості в інтенсифікації багатьох технологічних процесів: підвищення продуктивності рослин і тварин, захист екологічного середовища від забруднення тощо.

Суть електромагнітної обробки води та водних розчинів поживних мінералів полягає в тому, що при русі цієї рідини в електромагнітному полі помітно змінюються багато її фізико-хімічні властивості, причому ці змінені властивості зберігаються протягом декількох годин.

В відомих дослідах по обробці в магнітному полі ефект активації води та водних розчинів найбільш яскраво виражений тільки в рідині, що рухається [1].

Проте, зміна властивостей омагніченої води в порівнянні з необробленою – це експериментально встановлений факт, омагнічена вода широко й ефективно застосовується на практиці для поліпшення кінцевих результатів багатьох біологічних і технологічних процесів [2].

*Аналіз останніх досліджень.* За останні десятиріччя особливо інтенсивно проводяться дослідження омагніченої води. Але одна справа – отримати експериментальні дані про властивості омагніченої води (таких даних нагромадилося досить багато), а інше – інтерпретувати й узагальнити їх, дати їм певне теоретичне тлумачення. Результати, отримані різними дослідниками, недостатньо відтворюються, перебувають у сильній залежності від напруженості й градієнта магнітного поля, швидкості й характеру руху води, типу й кількості домі-

---

© асп. Перемот М.О.

\*Науковий керівник - д.т.н., проф. Червінський Л.С.

шок, що знаходяться в ній, і від багатьох інших факторів, поки ще мало вивчених. Для одержання достовірних даних необхідно провести велику кількість експериментів у строго фіксованих умовах.

Серйозні лабораторні дослідження з вивчення впливу омагніченої води в рослинництві почалися в 1971 році.

Вплив омагніченої поливної води на ріст рослин вивчався І.В. Дардимовим, І. І.Брахманом і А.В. Криловим. Використання для поливу омагніченої води дозволило прискорити ріст на 10- 30% . Це можна пояснити тим, що при засвоюванні омагніченої води краще засвоюються живильні речовини із ґрунту (у тому числі і добрива) [3].

*Формулювання мети статті.* Метою даної роботи є підвищення ефективності засвоювання рослинами поживних речовин за рахунок обробки поливних розчинів змінним електромагнітним полем.

*Основна частина.* Експериментальні дослідження властивостей омагніченої води показують, що ряд фактів можна пояснити впливом домішок, однак є й такі, які із цих позицій пояснити важко. Наприклад, поліпшення кристалізації солей, особливо кальцієвих, в омагніченій воді багато дослідників пояснюють певні орієнтації в магнітнім полі парамагнітних окислів заліза, присутніх у воді кристалізації, що й створюють центри. Однак можна привести й інші приклади. Скажемо, поверхневий натяг розчину гексадицесульфату натрію (Na-GDC) у бідистиляті помітно зменшується після обробки цього розчину в змінному магнітному полі, причому зміна має синусоїдальну залежність від напруженості поля  $H$  і по абсолютній величині на порядок перевищує можливу помилку. Збільшення адсорбції поверхнево-активних речовин (ПАР) на межі рідина – газ утворюється не тільки після магнітної обробки розчину, але й після додавання ПАР до раніше омагніченого, дистилляту причому зменшення поверхневої напруги в цьому випадку може бути значним (6-8мН/м за даними В.І.Миненко). Ці результати лише магнітними властивостями домішок пояснити досить важко [4].

Зміна властивостей омагніченої води в порівнянні з необробленою – це експериментально встановлений факт, омагнічена вода широко й ефективно застосовується на практиці для поліпшення кінцевих результатів багатьох біологічних і технологічних процесів. Факторів, що впливають на ефект активації води під дією магнітного поля, настільки багато, що важко знайти єдиний теоретичний підхід до розуміння механізму цього процесу, звідси дискусії розглянутої проблеми. Наведемо два приклади висловлення. Академік В.Л.Гинзбург: «Вважаю, що ніяких специфічних магнітних властивостей у чистої води не існує. А є питання про магнітні домішки у воді й про вплив магнітного поля на поведінку цих домішок». Член – кореспондент АН СРСР Б.В.Дерягин: «Особливо сумно бачити, коли намагаються витлумачувати результати магнітної



обробки води намагнічуванням якихось домішок... В остаточному підсумку критерієм істини є практика».

В оброблених розчинах відзначається підвищена розчинююча здатність. Так, карбонати кальцію й магнію краще розчиняються в цій воді, ніж у звичайній. Можливо це причина ефективного видалення омагніченою водою накипу, основу якої становлять ці важко розчинні солі.

Іншою причиною може бути переважна кристалізація солей у товщі розчину, а не на стінках теплообмінників.

Помічено також збільшення розчинності кисню у воді, що пройшла магнітну обробку, причому відзначається підвищення хімічної активності цього газу. Такою «активацією» кисню в омагніченій воді багато дослідників пояснюють появу в неї бактерицидних властивостей, а також вплив цієї води на кінетику деяких хімічних реакцій. Можливо, що із цих позицій можна зрозуміти такі експериментальні факти, як утворення у омагніченій воді перекису водню або зміна швидкості розкладання цієї речовини у воді після її магнітної обробки.

В омагніченій воді в порівнянні з необробленою водою суттєво змінюються такі фізико-хімічні властивості, як електропровідність, діелектрична проникність, в'язкість, причому в окремих випадках має місце екстремальна залежність параметрів від напруженості поля [1].

Дослідження А.В.Карякиним та ін. омагніченої води методом інфрачервоної спектроскопії показало, що структура її впорядкована й близька до структур талої води. При цьому форма ІЧ-спектрів в області  $3600\text{см}^{-1}$  змінювалася тільки при омагнічуванні бі дистилляту, що містить розчинений кисень, у відсутності його змін в ІЧ-спектрах не спостерігалось. Звідси був зроблений висновок, що за перебудову структури води під дією магнітного поля в основному відповідальний розчинений кисень.

*Висновки.* 1. Обробка води і водних розчинів поживних речовин в магнітному полі спричиняє зміну їх фізико-хімічних властивостей пропорційно напруженості магнітного поля, тривалості та інтенсивності обробки;

2. Механізм впливу магнітного поля на структури води і водних розчинів потребує подальшого вивчення;

3. Дослідження фізико-хімічних властивостей води і водних розчинів в змінному електромагнітному полі дозволить поглибити знання про механізм дії та ефективність обробки з метою підвищення продуктивності рослин в спорудах захищеного ґрунту.

#### Література

1. *Аванесова А.А.* Использование электрохимических методов для обработки природных и сточных вод на теплоэнергетических установках / *А.А. Аванесова.* – Ставрополь : Ставроп. СтГТУ, 1998. – 90 с.

2. *Кружилин И.П.* Вакуумно-эжекционный метод активации подземных вод для повышения урожайности сельскохозяйственных культур / *И.П. Кружилин, Е.П. Боровой, О.Н. Вольская* // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - Саратов. : СГАУ, 2007. - №5. – С. 40 - 41.

3. *Большаков А.С.* Технологические свойства активированной воды / *А.С. Большаков, Л.А. Сарьгчева, А.А. Борисенко* // Пищевая технология. - 1992. - №2. - С.3-5.

4. *Борисенко А.А.* Классификация установок для электрохимического активирования жидкостей / *А.А. Борисенко, Е.А. Шаманаева* // Вестник Сев. Кав. ГТУ ; Сер. «Продовольствие». - Ставрополь, 2003. - Вып 6. – С. 119-123.

## МЕТОД ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ АКТИВАЦИИ ПОЛИВНЫХ РАСТВОРОВ ПЕРЕМЕННЫМ ПОЛЕМ

Перемот М.О.

***Аннотация*** - в работе рассмотрены перспективы изменения физико-химических свойств водных растворов после активации их электромагнитным полем с целью повышения урожайности растений.

## METHOD OF ELECTROMAGNETIC ACTIVATING OF WATERING SOLUTIONS WE WEED VARIABLES

M. Peremot

### *Summary*

The paper considers the prospects for physical and chemical properties of aqueous solutions after activating their electromagnetic field to improve plant yield.

УДК 31.18.278

## ВПЛИВ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ІЗ ВОДИ

Сисак С.О., аспірант \*

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Тел. (093) 616-44-62

**Анотація** - на основі розгляду існуючих технологій отримання водню із води, зроблений короткий порівняльний аналіз та висвітлені основні проблеми високої енергоємності і низької продуктивності існуючих технологій отримання паливного газу з води.

**Ключові слова** – електроліз, водно-паливна комірка, отримання водню, резонансна частота, електричні та акустичні коливання.

*Постановка проблеми.* Витрати енергоресурсів (нафта, газ, електроенергія) на опалення приміщень сільськогосподарських об'єктів залежать від багатьох факторів: кліматичних умов регіону, продуктивності технологічного обладнання, тощо. На даний час маємо невтішні прогнози – запаси природних ресурсів з кожним роком зменшуються, а ціни на них зростають. Використання вітрових та геотермальних електростанцій, енергії Сонця на нинішньому етапі розвитку залишаються перспективними напрямками, але з високою собівартістю і при їх спорудженні, в деяких випадках, порушують мікроклімат місцевості. Перспективним напрямом є видобування водню із води. Він також на даний час малопродуктивний і затратний, але на відміну від усіх інших не змінює мікроклімат і покращує екологію. Тому питання встановлення впливу електрофізичних властивостей на процес отримання водню із води є актуальним.

*Аналіз останніх досліджень.* В промисловості застосовують цілий ряд технологій розкладання води для отримання водню: хімічний, термохімічних, термічний, електроліз та інші, але всі вони володіють одним і тим же недоліком – в технологічному процесі отримання водню використовується дорога високопотенційна енергія. З позиції енерговитрат найбільш енергоємний – термохімічний спосіб [1], а найменш енергоємний – електроімпульсний метод Стенлі Мейєра. Існують перспективні, щодо впровадження у виробництво, технології видобування водню із води: за рахунок впливу інфразвукових

---

© асп. Сисак С.О.

\*Науковий керівник - д.т.н., проф. Червінський Л.С.

коливань певної частоти (генератор Казакова), метод концентрації низькопотенційної енергії (генератор Студеннікова) та інші.

*Формулювання мети статті.* Метою статті є обґрунтування доцільності впливу електрофізичних методів обробки на продуктивність виробництва водню із води.

*Основна частина.* На даний час водень застосовується в багатьох галузях промисловості (електронна, металургійна, харчова, скляна). В енергетиці водень застосовують лише в якості охолоджувального агента на електростанціях, в основному атомних. В якості палива водень тільки починають розглядати, але майже не застосовують.

Найбільш, на наш погляд, перспективна технологія і по застосовуваних фізичних ефектах, і по енерговитратам – електроімпульсна технологія Мейера. Після детального дослідження встановлено, що данну технологію необхідно вдосконалити. По-перше, необхідно створити механізм відводу газу, тому що газові бульбашки підвищують опір між електродами і витрачається більше енергії. По-друге, вдосконалити систему безпеки та сигналізації, тому що на даний час працююча комірka є вибухонебезпечна. По-третє, збільшити продуктивність комірки.

В створеній комірці відсутні характерні риси стандартних технологій видобутку водню:

- 1) Використовується тільки вода (без каталізаторів), що здешевшує технологію.
- 2) Власне, система працює без струму у воді.
- 3) При виробництві газу тепло не виділяється, що знижує затрати електроенергії.
- 4) Вироблений газ - газ Брауна (ННО), не диференційований водень і кисень, тому на його виробництво потрібно менше потужності.
- 5) Вся робота проводиться тільки потенційною напругою.

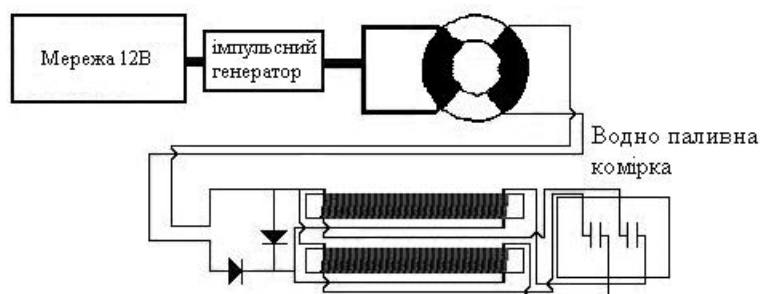


Рис. 1. Структура установки з видобутку водню на основі водно-паливної комірки.

Судячи з проведених пошукових експериментів, в системі ВПК (водно - паливної комірки) відбувається складний резонансний процес. Є електричний резонанс між індукторами (резонансні зарядні шо-

кові котушки), електричний резонанс у водному проміжку між електродами і, звичайно, акустичний резонанс між електродами. Акустичний резонанс спарений по фазі з електричним резонансом. Електричний резонанс спричиняє затримку фази між імпульсами до електродів, який має ефект неявного перебігу струму між електродами; акустичний резонанс може виробляти стійкі хвилі, що сприяють транспорту іонів. У сукупності, ці ефекти роз'єднують воду, «вириваючи електрони з води різницею потенціалів», виробляючи в процесі моноатомний водень (газ Брауна).

В даний час відомі такі основні ефекти, що впливають на хід процесу виділення водню із води: електроосмос, ефект Юргенса, магнітна обробка води, гідравлічні удари, кавітація, застосування інфразвукових та ультразвукових коливань, змінних частот електричного струму та магнітного поля.

Мають вплив на процес отримання воднево-кисневої суміші такі властивості води, які можна застосувати для підвищення продуктивності:

1) Водяні кластери найлегше змінюють свою структуру при інфразвукових частотах 1-15 Герц (коливань в секунду). Власні коливання молекул води знаходяться саме в цій області, і їх легше розділити на водень та кисень;

2) У дистильованій воді кластери практично електронейтральні. Однак їх електропровідність можна змінити. Якщо магнітно обробити воду, зв'язки між елементами кластерів будуть зруйновані. Якщо помістити у воду гранично малу кількість іншої речовини (хоч одну молекулу) - кластери почнуть "переймати" його електромагнітні властивості;

3) Мінімальне значення питомої теплоємності води виявлено при температурі 36,79°C. Виявилось, що при цій температурі здійснюються і мікрофазові перетворення в системі «рідина - кристал», тобто «вода - лід». Встановлено, що при зміні температури від 0 до 100°C вода послідовно проходить п'ять таких перетворювань. Назвали їх мікрофазовими, так як протяжність кристалів мікроскопічна, не більше 0,2 ... 0,3 нм. Температурні межі переходів - 0, 15, 30, 45, 60 і 100°C.

*Висновки.* Головна науково-технічна проблема водневої енергетики полягає в необхідності багаторазової інтенсифікації процесу отримання водню і паливного газу із води при різкому одночасному зниженні енерговитрат. Значні енерговитрати при отриманні паливного газу з води у відомих технологіях витрачаються на подолання міжмолекулярних зв'язків води в її рідкому агрегатному стані. На даний час в діючих установках частково застосовують електрофізичні властивості, але не в поєднанні з іншими, а поодинокі. Не беруться до уваги властивості води, які могли б покращити продуктивність процесу.

Для ефективної роботи установки необхідно дослідним шляхом перевірити і об'єднати оптимальну кількість ефектів як електричних так і гідравлічних та визначити їх найбільш ефективні параметри в комплексі застосування, щоб досягнути максимальної продуктивності при мінімальних затратах енергії.

#### Література

1. Термическое получение водорода из воды // Химическая энциклопедия. - М., 1988. - Т. 1. - С.401-403.

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ**

Сысак С. А.

*Аннотация* - на основе рассмотрения существующих технологий получения водорода из воды, сделан краткий сравнительный анализ и освещены основные проблемы высокой энергоемкости и низкой производительности существующих технологий получения топливного газа из воды.

## **INFLUENCE OF ELECTROPHYSICS PROPERTIES ON PROCESS RECEIPT OF HYDROGEN FROM WATER**

S. Sysak

#### *Summary*

**Based on review of existing technologies of hydrogen from water, made a brief comparative analysis and highlights the main problems of high energy and low productivity of existing technologies of fuel gas from water.**

УДК 332.3:631

## БІОФІЗИЧНІ ЗАКОНИ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Вороновська О.В., к.е.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619)42-21-29

**Анотація** - в статі проаналізовано еволюцію сільськогосподарської діяльності в аграрній сфері щодо вимог принципів сталого розвитку та законів біофізики.

**Ключові слова** - ентропія, енергія, екологія, біотрансформація, екосистема, синергетика.

*Постановка проблеми.* Сільськогосподарське виробництво представляє собою складну цілісну систему і в першу чергу біологічну систему відтворення енергії з участю природних, соціальних, економічних та технічних ресурсів. В Україні підготовлено Стратегію та Законопроект «Основні засади сталого розвитку України на 2010–2020 роки», за якими: сталий розвиток – це процес розбудови світу та держав на основі узгодження і гармонізації соціальної економічної й екологічної складових, змін у підходах до експлуатації ресурсів, напряму капіталовкладень, технічного розвитку та інституціональних змін, з метою задоволення потреб сучасних і майбутніх поколінь [8]. Це в свою чергу висуває нові вимоги що ведення сільськогосподарської діяльності.

*Аналіз останніх досліджень.* Активні дослідження даної проблеми висвітлено наукових працях В. Вернадського, В. Докучаєва, В. Жука, Ю. Одума, А. Кушнарьова, М. Руденка, І. Пригожина, С.Подолінського, О.М. Соляника, та багатьох інших вчених.

Проте, через певне узагальнення об'єктів дослідження, вони не ставлять та не вирішують проблеми узгодженості сільськогосподарської діяльності з принципами сталого розвитку та законами біофізики.

*Метою дослідження* даної статі є вивчення еволюції сільськогосподарської діяльності в аграрній сфері щодо вимог принципів сталого розвитку та законів біофізики.

*Основна частина.* Появі терміну «сталий розвиток» передували наукові праці засновника національної школи фізичної економії

С. Подолинського (1880 р.), який першим з'єднав «фізичне з економічним», класичне вчення В.І. Вернадського про біосферу та ноосферу, новаторські ідеї щодо цивілізаційного прогресу людства М.Руденка. Декларації першої конференції ООН з навколишнього середовища в Стокгольмі (1972 р.), наукові доповіді Римського клубу (1997 р.) окреслили зв'язок економічного і соціального розвитку з проблемами навколишнього середовища і сформулювали ідеї переходу цивілізації до стану «глобальної динамічної рівноваги».

С. Подолинський (1880 р.) стверджував, що економічні відносини в суспільстві мають координуватися не грошовими, а енергетичними величинами, зокрема долею енергетичного внеску Сонця в додаткову вартість, яку створює рослина. Дещо пізніше американський еколог Ю.Одум назвав енергію „екологічною валютою, якою можна вимірювати результати діяльності людини, включаючи втрати і досягнення, і що запаси цієї «валюти» на земній кулі витрачаються неефективно, а часто і зовсім марно” [1].

За О.М. Соляник, енергетичний підхід – це «інструмент наукового дослідження, в основу якого покладено поняття енергії як загальної міри різних видів руху та взаємодії, а також законів її збереження та трансформації» [7].

Енергетичний підхід в економічній теорії (фізична економія, за М.Руденком), сьогодні розглядається як термодинамічні засади економіки і є невід'ємним від загального контексту розвитку синергетики.

Синергетика — міждисциплінарна концепція самоорганізації складних систем у процесі їх еволюції. Саме біофізика – це наука про фізичні процеси, які проходять в біологічних системах різного рівня організації та про вплив на біологічні об'єкти різних фізичних факторів. Біофізика виявляє зв'язки між фізичними механізмами, які лежать в основі організації живих об'єктів та біологічними особливостями їх життєдіяльності.

Біофізика – наука міждисциплінарна і потребує знання фізики, біології, хімії, екології, медицини. Узагальнено вона вивчає особливості функціонування фізичних законів на біологічному рівні організації речовини.

Отже, йдеться про формування нової системи – «природа – суспільство – економіка – космос». Це в свою чергу ставить нові вимоги щодо ведення сільськогосподарської діяльності.

У свій час К. Маркс зазначав, що людина живе природою. Людина не може бути “недіяльною”. Тому стає очевидним, що протиставлення "людина - природа" не є абсолютним і має свої межі, які можуть бути доволі чітко фіксовані.



Діяльність людини в аграрному секторі економіки суттєво відрізняється від діяльності в інших сферах. В П(С)БО 30 «Біологічні активи» трактується: «Сільськогосподарська діяльність – процес управління біологічними перетвореннями з метою отримання сільськогосподарської продукції та/або додаткових біологічних активів» [2]. Управління біотрансформацією, в результаті якої проходить якісна зміна біологічних активів, створення для неї сприятливих стабільних умов (обробка ґрунту, достатній рівень поживних речовин, вологість, температура, світло та ін.) – відміна риса сільськогосподарської діяльності. Критерієм оптимального управління біологічними перетворення є не тільки отримання максимального рівня сільськогосподарської продукції, але й запобігання негативних дій на агросферу.

Згідно з концепцією ноосфери В.І. Вернадського, життєздатність біосфери цілком і остаточно залежить від людини та її господарювання. Враховуючи сучасні тенденції речовинно-енергетичного обміну людської цивілізації з біосферою, цей обмін у загальнопланетарному масштабі є від'ємним [5].

Людина в процесі свої діяльності змінювала природу швидше ніж її розуміла. Якщо в первісному стані (дикому) вона була злита з природою, то зі зміною образу життя людей, розділом суспільства на класи людство поступово перейшло на більш високу стадію (варварства), а потім вступило в період цивілізації.

«Цивілізація розпочиналася з виробництва надлишку селянської продукції» (чистого продукту) [7]. Вихорячи з цього означення М.Д.Руденка, розглянемо історичний аспект господарської діяльності.

Закінчився другий всесвітній форум з проблем людського розвитку в Йоганнесбурзі. Науковий загаль та громадські організації не чекали від нього чогось надзвичайного порівняно з тим, що відбувся в Ріо-де-Жанейро в 1992 році. Глобальні проблеми постійно і неухильно загострюються. Намагання узгодити бурхливі темпи розвитку людства з консервативною природою ще раз, але з більшою гостротою поставило запитання про мету та напрямки розвитку людської цивілізації.

Так, починаючи з 60-х років ХХ століття нове життя дістав термін «екологія». Він походить від грецьких слів *oikos* – дім, помешкання, місцеперебування, та *logos* – наука. Сучасні словники пропанують таке тлумачення: «Екологія – система знань про взаємовідносини організмів рослинного і тваринного світу в середовищі їх існування». Одне з найкращих визначень дав американський вчений Одум, який назвав її біологією навколишнього середовища (довкілля). Сьогодні екологія вивчає також взаємодію людини з біосферою, суспільного виробництва з навколишнім середовищем тощо [1].

В наукових працях широко висвітлюється словосполучення “взаємодія суспільства і природи”. Останнє не є абсолютним синоні-

мом першого, воно виділяє ту суттєву частину згаданої взаємодії, яка відноситься до суспільства й обумовлена його активністю. Відомо, що далеко не всі акти взаємодії природи та суспільства детерміновані соціумом. Історія свідчить про те, що природа іноді стає “ініціатором” цих взаємодій. Екологічна складова частина, виражає аспект відношення суспільства до природи, тобто уточнює певну частину загального змісту господарської діяльності, що включає в себе як суб’єкт-об’єктні так і суб’єкт-суб’єктні відношення і зв’язки. Оскільки діяльність має суб’єкт-об’єктну природу, то її доцільно розглядати як взаємодію суб’єкта (суспільства, людини) з оточуючим його природним середовищем, тобто екосистемою. Інакше кажучи, взаємодія суб’єкта (суспільства, людини) з екосередовищем є суттєвим чинником формування екосистем.

Екосистема – це система, що включає всі організми (сукупність популяцій рослин, тварин і мікроорганізмів) на даній території і взаємодіє з фізичним середовищем. Екосистеми діляться на природні та штучні (агроекосистеми), які створенні людиною (рис.1.).

Види екологічних систем	
Природні: відтворюють речовинно-енергетичний потік в системі без втручання людини, завдяки дії природних факторів	Агроекосистеми: низька вирівнюваність видів; невисока стійкість та сильна залежність від енергії, яку вносить в систему людина; короткі ланцюги споживання із -за незначного числа видів; незамкнутий кругообіг речовин внаслідок вилучення врожаю людиною
Основа функціонування екологічної системи – постійне надходження енергії	

Рис. 1. Види екосистем.

Агроекосистеми займають приблизно 10% всієї поверхні суші (біля 1,5 млрд. га), але при цьому надають людству 90% всієї харчової енергії.

Останнім часом виникла необхідність відрізнити сільськогосподарські екосистеми від агроекосистем. Під сільськогосподарською діяльністю людини розуміють поле, теплицю, грядку на городі, тваринницьку ферму, поселення (антропогенез). Для таких систем можуть бути характерними розімкненість кругообігу хімічних елементів і невелике різноманіття, що не є характерним для агроекосистем.

Екологічні системи, як і всі живі істоти, підпорядковані двом

фундаментальним законам природи: першому та другому законам термодинаміки.

Перший закон термодинаміки – енергія не зникає й не виникає. Вона переходить з однієї форми в іншу. Загальна сума енергії залишається постійною. Вимірюється енергія в ергах, джоулях, калоріях.

Другий закон термодинаміки – ефективність переходу енергії з однієї форми в іншу та ніколи не досягає 100 % (знижується її «якість»).

Усі системи прагнуть до мінімізації енергії. Цей закон інколи називають законом ентропії. Наприклад система «паливо – мотор – автомобіль - довкілля». Під час спалювання палива найбільша частина енергії розсіюється, переходить у хаос. Ентропія – це міра хаосу, міра неупорядкованості.

З екологічних позицій роль людини як біологічного виду в екосистемах полягає в тому, що вона бере таку ж саму участь в обміні речовиною й енергією як і будь-який інший біологічний вид.

На протязі всього історичного періоду господарська діяльність людини тільки споживає цю енергію, що й призвело до втрати 2 млрд. га родючих ґрунтів, перетворило їх у пустелі та непридатні для землеробства простори, так звані «бедленди». Це більш, ніж уся площа сучасного світового землеробства, яка складає приблизно 1,5 млрд. га. (рис. 2).

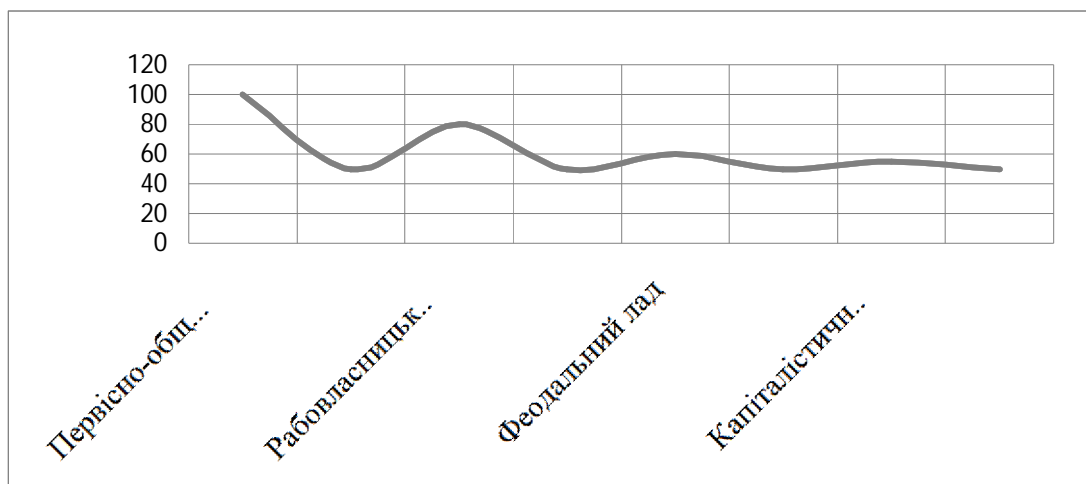


Рис. 2. Криві зниження та росту родючості ґрунту.

Отже, бачимо, що господарська діяльність людини з самого початку була антропогенною. В межах відведеного для кожного суспільно-економічного ладу відрізок часу цей лад існував більш-менш тільки до виснаження родючості ґрунту, рівень якого до кінця кожно-

го суспільного ладу вже не забезпечував людство достатньою кількістю продуктів харчування.

У речовинно-енергетичному балансі людства і природи не треба шукати позитив, цей баланс весь час буде збільшуватись на користь людини.

С цього приводу В. Вернадський писав, що сільськогосподарська діяльність людини « за 600 поколінь до нас вирішило все майбутнє людства. Змінюючи цим шляхом життя автотрофних зелених організмів на земній кулі, людина тим самим створила такий важіль для своєї діяльності, наслідки якої в історії планети були неліченими. Людина цим шляхом заволоділа живими речовинами, не тільки земельними рослинами, так як саме вони останні визначають життя всіх інших істот. Мало-по малу людина змінила живу речовину, згідно рішення та цілям свого розуму. Завдяки землеробству вона себе в своєму харчуванні звільнила від стихійної залежності від живої природи, але інші організовані істоти в цьому відношенні є безсилими придатками» [9].

Ігноруючи закони біології при використанні біологічних засобів в сільськогосподарській діяльності (які були у свій час широко розрекламовані) далеко не завжди приводило до покращення екологічного середовища. Зокрема, покладалися великі сподівання на модернові методи інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, які виявилися марними. Особливо це проявилось у відомому проекті “Зелена революція”, орієнтованому на країни, що розвиваються.

Зелена революція збільшила врожайність сільськогосподарських культур але різко підвищила енергомісткість сільського господарства за рахунок використання зрошування, добрив, пестицидів, антибіотиків та стимуляторів росту для тварин. Цим самим призвела екологічну кризу в аграрній сфері виробництва. Так, у Великобританії за останні 30 років у вісім разів збільшилося внесення азотних добрив, а урожайність підвищилась тільки на 50%.

В середині 1980 – х негативні наслідки Зеленої революції проявились у повній мірі, подальші нарощування вкладень антропогенної енергії в агроєкосистеми вже не давало віддачу. В цей період почався розвиток агроєкології. В 1986 р. на міжнародному симпозіумі в Римі була сформульована концепція «другої Зеленої революції». Її ідеологи робили ставку на розкриття внутрішнього біологічного потенціалу агроєкосистеми на всіх рівнях від рослини і тварини до всієї єдності агроєкосистеми, але по соціально-економічним причинам «друга Зелена революція» не спромоглася забезпечити стійкий розвиток аграрної сфери [4].

Всі революції, в агротехніці в тому числі, закінчувались однаково: ігнорування дії нових технологій на екосистему через 30-40 років

обертались посиленням ерозії ґрунтів, забрудненням поверхневих та ґрунтових вод, порушення стійкості екосистеми, серйозними захворюваннями населення та соціальними конфліктами.

Підсумки першого десятиріччя виконання "Порядку денного на ХХІ ст." були підбиті на "Саміті Землі" ("Ріо+10", який відбувся під егідою ООН у 2002 році в Йоганнесбурзі [3]. Десять років від Ріо-де-Жанейро до Йоганнесбурга показали, що глобальна програма змін, започаткованих у Ріо-де-Жанейро, адекватно не відобразилась в національних програмах розвитку і, тим паче, практично не втілилась в життя. Розвинені держави і держави, що розвиваються, продовжують жити за інерцією історично успадкованих поглядів і звичок. Вони розглядають своє майбутнє значною мірою як продовження сьогодення і пропонують тільки деякі додаткові заходи для боротьби із забрудненням та пов'язані з ресурсозбереженням. У доповіді Генерального секретаря ООН "Здійснення Порядку денного на ХХІ століття" зазначається, що одним із чинників, який зумовив недостатній прогрес у сфері сталого розвитку, був брак ресурсів, і спроби за минуле десятиліття сприяти йому і зупинити деградацію навколишнього середовища в цілому не були ефективними. Світове навколишнє середовище, як і раніше, залишається надто нестійким і вразливим, а існуючі заходи з його збереження дуже неефективні.

Отже, з моменту появи людського суспільства рушійною силою його розвитку є прагнення з економити енергію, не із-за високої свідомості людини, а із-за природної нестачі найбільш доступного джерела потенційної енергії – продуктів харчування.

*Висновки.* Отже, сільськогосподарська діяльність складає об'єктивне підґрунтя єдності минулого і сьогодення та без осмислення і усвідомлення досвіду минулого неможливий подальший старий розвиток сільськогосподарської діяльності. На практиці це означає, що людина повинна максимально наближати всі технології та інші форми природокористування до механізму формування речовинно-енергетичного обміну в природних екосистемах, додержуючись і біофізичних законів.

#### Література

1. *Одум Г.* Энергетический базис человека и природы: Пер. с англ. / Под ред. *Огурцова.* – М.: Прогресс, 1978. – 380 с.
2. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку №30 «Біологічні активи», затверджене наказом Міністерства України від 18.11.2005., №790.

3. Программа действий. Повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. – Женева: центр "За наше общее будущее", 1993. – 70 с.

4. Рио-де-Жанейро – Йоганнесбург: паростки ноосферогенезу і відповідальність за майбутнє / В.Я. Шевчук, Г.О. Білявський, Ю.М. Саталкін [та ін.]. – К.: Геопринт, 2002. – 118 с.

5. Руденко М.Д. Энергія прогресую. [Текст] / М.Д. Руденко. – Київ : Наукова думка. 1998. – 527 с.

6. Сільськогосподарська екологія. Навч. Посіб. Для ВНЗ / За заг. ред. В.О.Головка, А.З. Злотіна, В.Л. Мешкової. – Х.: Еспада, 2009. – 624 с

7. Соляник О.М. Энергетичний підхід у загальній системі еколого-економічних відносин / Автореф. дис. ... канд. екон. наук – Суми: СумДУ, 2004. – 20 с.

8. Стратегія сталого розвитку України: [Електрон. ресурс]. – Режим доступа : <http://ecolabel.org.ua/index.php?id=253/>

9. Труды по всеобщей истории науки / В.И.Вернадский. - 2-е изд. - М.: Наука, 1988, С. 38-39, 51-52.

## **БИОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Вороновская Е.В.

*Аннотация* - в статье проанализировано эволюцию сельскохозяйственной деятельности в аграрной сфере, согласно требованиям принципов устойчивого развития и законов биофизики.

## **THE BIOPHYSICAL LAWS IN AGRICULTURAL ACTIVITY IN CONDITIONS OF STEADY DEVELOPMENT**

E. Voronovskaya

### *Summary*

In clause is analyzed evolution of agricultural activity in agrarian sphere, agrees of the requirements of principles of steady development and laws of biophysics.

УДК 631.436-73.62

## ВЛИЯНИЕ СХЕМ РАСПОЛОЖЕНИЯ ФИЛЬТРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ ДВИГАТЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МТА

Вороновский И.Б., инж.,

Орел А.Н., к.т.н.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел. (0619) 44-02-74; (0619) 42-25-85

**Аннотация** – представлен анализ схем расположения фильтров энергетических средств МТА и их влияние на надежность двигателя в зависимости от загрязненности топлива.

**Ключевые слова** – дизельное топливо, надежность, износ, топливная система, фильтрующие элементы, загрязненность.

*Постановка проблемы.* Ведущим видом изнашивания прецизионных деталей топливоподающей аппаратуры является абразивный. Работоспособность топливной аппаратуры зависит от изношенности ее прецизионных деталей, в частности плунжерных пар. Состояние плунжерных пар в свою очередь зависит от исходного зазора в парах, их наработки, а также от эксплуатационных факторов. Поэтому повышения надежности энергетических средств МТА в значительной степени зависит от загрязненности дизельного топлива и схем соединения фильтрующих элементов топливных систем, позволяющих эффективно очищать топливо от воды и механических примесей.

*Анализ последних исследований.* Работы В.В. Антипова, М.А. Бабичева, Д.Ф. Гуревича, М.М. Ташпулатова, М.М. Хрущева, посвященные теории износа плунжерных пар, далеко не полно раскрывают большое многообразие сложных и скоротечных процессов, которые происходят при износе деталей плунжерных пар [1, 2, 3, 4].

В зависимости от условий эксплуатации МТА, концентрация пыли в воздухе колеблется в широких пределах и в некоторых районах юга Украины достигает  $5 \text{ г/м}^3$ . Это отрицательно влияет на работоспособность систем двигателя, в том числе на работоспособность топливной аппаратуры. При работе МТА при запыленности воздуха  $1,1 \dots 2,5 \text{ г/м}^3$  содержание загрязняющих примесей в топливе к моменту его выработки в 2-3 раза больше, чем при заправке.

*Формулирование цели статьи.* Целью статьи является модели-

рование надежности топливных систем разных типов с использованием графов их состояния применяя математическую модель марковского случайного процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.

*Основная часть.* Топливные фильтры двигателей не обеспечивают достаточной степени очистки топлива от механических примесей и воды, которые затем проникают к прецизионным деталям топливной аппаратуры. Вместе с тем загрязнению топлива способствует и то, что во время работы МТА в объёме бака создается разрежение и туда подсасывается пыль. То есть, в топливных баках имеет место "большое дыхание" при расходе топлива во время работы дизеля и "малое дыхание" при температурных расширениях топлива.

В топливных системах дизельных двигателей предусмотрена многоступенчатая очистка топлива: предварительная – при заправке топливного бака; грубая – в фильтрах грубой очистки на двигателе; окончательная (тонкая) – в фильтрах тонкой очистки на двигателе.

По количеству и расположению средств очистки топливные системы дизелей сельскохозяйственной техники можно разделить на три группы: с последовательным расположением фильтрующих элементов (рис. 1); с параллельным расположением (рис. 2) и комбинированным расположением фильтрующих элементов (рис. 3).

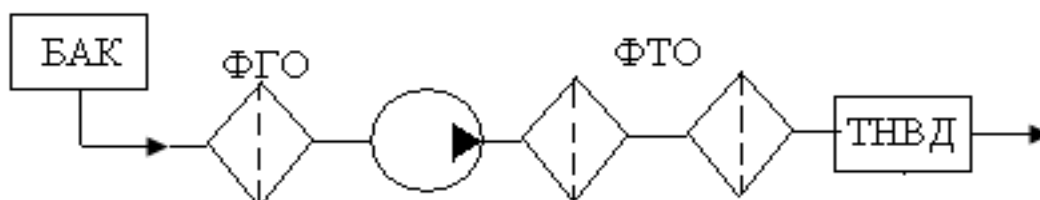


Рис. 1. Схема топливной системы с последовательным расположением фильтрующих элементов (ФГО – фильтр грубой очистки; ФТО – фильтр тонкой очистки; ТНВД – топливный насос высокого давления).

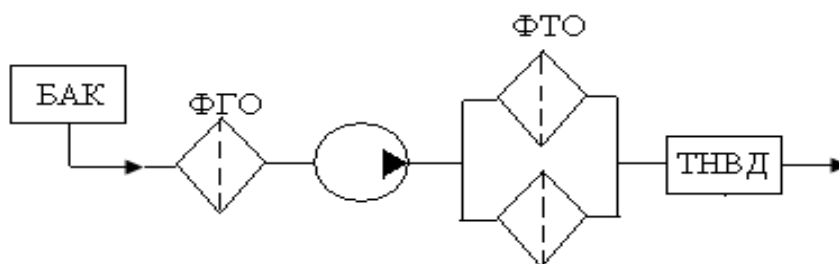


Рис. 2. Схема топливной системы с параллельным расположением фильтров тонкой очистки.



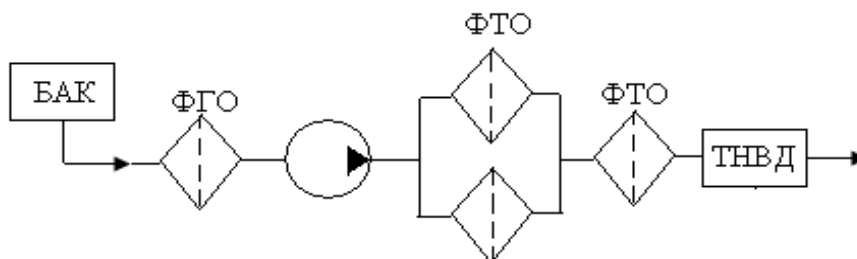


Рис. 3. Схема топливной системы с комбинированным расположением фильтров тонкой очистки топлива.

К первой группе, относятся топливные системы тракторов «Алис-Чалмер Д-17» (США), «Ченто-Феррари» (Италия).

Ко второй группе относятся системы тракторов и зерноуборочных комбайнов фирм «Кейс», «Катерпиллер», «Массей-Фергюсон 250-х», «Массей-Харрис 333», «Зетор-ЗОП», Т - 40, МТЗ - 82, К - 701.

К третьей группе относятся топливные системы трактора Т - 150К, зерноуборочных комбайнов Джон-Дир и др.

Выполним теоретическую оценку надежности различных типов топливных систем, представленных на рис. 1 – 3.

Топливную систему представим в виде графа состояний, который для 1 группы (рис. 1) будет иметь вид, представленный на рис. 4.

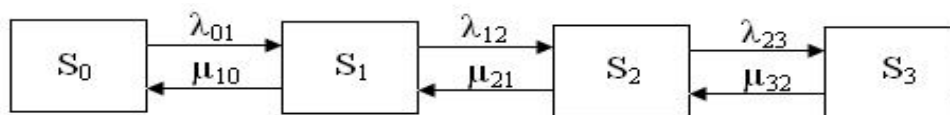


Рис. 4. Граф состояний топливной системы с последовательным соединением фильтров тонкой очистки:  $S_0$  – исправное состояние топливной системы;  $S_1$  – выход из строя фильтра грубой очистки;  $S_2, S_3$  – выход из строя фильтров тонкой очистки.

Примем, что поток отказов фильтров простейший и время между отказами в этом потоке распределяется по показательному закону и определяется параметрами интенсивности отказов

$$\lambda = 1/t_{\sigma}, \quad (1)$$

где  $t_{\sigma}$  – среднее время безотказной работы фильтра.

По стрелкам вправо систему из состояния в состояние переводят отказы ( $\lambda$ ), а по стрелкам влево – ремонты с интенсивностью восстановления ( $\mu$ )

$$\mu = \frac{1}{t_p}, \quad (2)$$

где  $t_p$  – среднее время восстановления исправного состояния заменой фильтра.

Применяя правило Колмогорова, запишем систему дифференциальных уравнений вероятностей для графа состояний (рис. 4):

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0}{dt} &= -\lambda_{01} p_0 + \mu_{10} p_1 \\ \frac{dp_1}{dt} &= \lambda_{01} p_0 - \lambda_{12} p_1 + \mu_{12} p_2 - \mu_{10} p_1 \\ \frac{dp_2}{dt} &= \lambda_{12} p_1 - \mu_{21} p_2 - \lambda_{23} p_2 + \mu_{32} p_3 \\ \frac{dp_3}{dt} &= \lambda_{23} p_2 - \mu_{32} p_3 \end{aligned} \right\} \cdot \quad (3)$$

Полагая левые части равными нулю, получим систему алгебраических уравнений предельных состояний. Используя нормировочное условие  $p_0 + p_1 + p_2 + p_3 = 1$ , а также условие, что при  $t=0$ ,  $p_0=1$ , получим выражения для определения вероятности нахождения топливных фильтров в исправном состоянии для первой группы

$$P_{0П} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{23}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{32}\mu_{21}\mu_{10}}}. \quad (4)$$

Вероятность отказа фильтра грубой очистки

$$P_{1П} = \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} P_{0П}. \quad (5)$$

вероятность отказа фильтра тонкой очистки, фильтр №2

$$P_{2П} = \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} P_{0П}. \quad (6)$$

вероятность отказа фильтра тонкой очистки, фильтр №3

$$P_{3П} = \frac{\lambda_{23}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{32}\mu_{21}\mu_{10}} P_{0П}. \quad (7)$$

Применяя аналогичный математический аппарат, получим формулы для определения вероятностей состояний топливной системы второй группы - с параллельным соединением фильтров тонкой очистки (рис. 2). Топливную систему второй группы (рис. 2), представим в виде графа состояний (рис. 5):

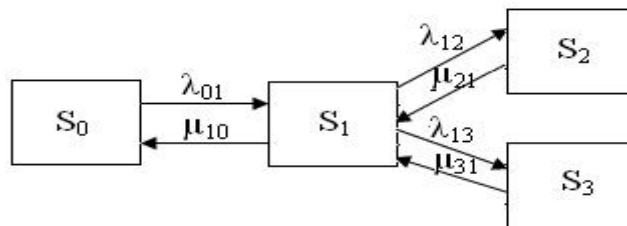


Рис. 5. Граф состояний топливної системи з паралельним соединением фильтров тонкой очистки.

Опустив математические преобразования, запишем окончательные формулы для определения вероятности нахождения системы в исправном состоянии

$$P_{0ПР} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}}} \tag{8}$$

вероятность отказа фильтра грубой очистки

$$P_{1ПР} = \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} P_{0ПР} \tag{9}$$

вероятность отказа фильтров тонкой очистки:

$$P_{2ПР} = \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} P_{0ПР} \tag{10}$$

$$P_{3ПР} = \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}} P_{0ПР} \tag{11}$$

Для системы с комбинированным расположением фильтров – третья группа (рис. 3), граф состояний представим в виде (рис. 6):

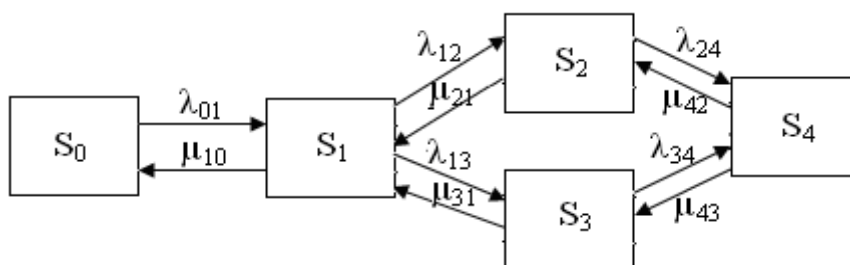


Рис. 6. Граф состояний топливної системи з комбинированным соединением фильтров тонкой очистки.

Окончательные формулы для определения вероятностей состояния имеют вид.

Вероятность нахождения в исправном состоянии

$$P_{0K} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{24}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{42}\mu_{21}\mu_{10}}}. \quad (12)$$

вероятность отказа фильтра грубой очистки

$$P_{1K} = \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} P_{0K}. \quad (13)$$

вероятность отказа фильтров тонкой очистки соединенных параллельно, №2 и №3:

$$P_{2K} = \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} P_{0K}, \quad (14)$$

$$P_{3K} = \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}} P_{0K}. \quad (15)$$

вероятность отказа фильтра тонкой очистки соединенного последовательно, №4

$$P_{4K} = \frac{\lambda_{24}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{42}\mu_{21}\mu_{10}} P_{0K}. \quad (16)$$

В качестве альтернативы рассмотрим разветвленную схему соединения дополнительных фильтров тонкой очистки включенных параллельно, которая представлена на рис. 7:

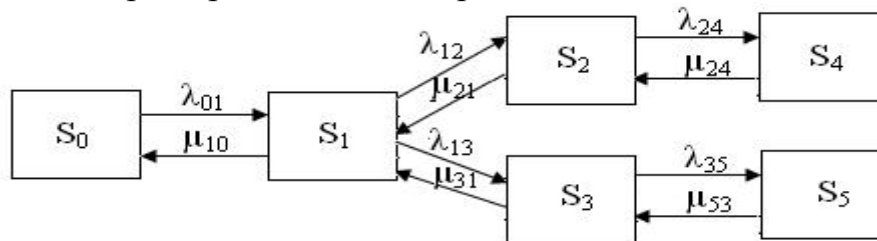


Рис. 7. Граф состояний разветвленной топливной системы с дополнительными фильтрами соединенными параллельно.

Согласно приведенного графа состояний для топливной системы представленной на рис. 7 получим следующие формулы.

Вероятность нахождения системы в исправном состоянии

$$P_{0P} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{24}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{42}\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{35}\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{53}\mu_{31}\mu_{10}}}. \quad (17)$$

вероятность отказа фильтра грубой очистки

$$P_{1P} = \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} P_{0P}. \quad (18)$$

вероятность отказа фильтров тонкой очистки №2 и №3:

$$P_{2P} = \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} P_{0P}, \quad (19)$$

$$P_{3P} = \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}} P_{0P}. \quad (20)$$

вероятность отказа фильтра тонкой очистки №4 и №5:

$$P_{4P} = \frac{\lambda_{24}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{42}\mu_{21}\mu_{10}} P_{0P}, \quad (21)$$

$$P_{5P} = \frac{\lambda_{35}\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{53}\mu_{31}\mu_{10}} P_{0P}. \quad (22)$$

Выполним теоретический расчет вероятностей различных схем расположения фильтров топливных систем по формулам (4 - 22) при единых начальных условиях: - сроки замены фильтров один раз в сезон (шесть месяцев), т.е.  $\lambda=1/6$ , при этом интенсивность воздействия на фильтры распределяется неравномерно. Например, для топливной системы на рис. 1, фильтр грубой очистки подвергается максимальному воздействию загрязнения, т.е.  $\lambda_{01}=3/6$ , а последующие два фильтра тонкой очистки с интенсивностью  $\lambda_{12}=2/6$ ,  $\lambda_{23}=1/6$ .

Интенсивность восстановления распределяется аналогично:

$$\mu_{32}=1/1=1; \mu_{21}=2/1=2; \mu_{10}=3/1=3.$$

из расчета, что время на замену одного фильтра составляет один час.

Подставляя приведенные интенсивности  $\lambda$  и  $\mu$  в формулы (4 - 22), получим вероятности нахождения топливных систем различных схем расположения фильтров (рис. 1 - 7), в исправном состоянии  $p_0$  и вероятности выхода из строя фильтров  $p_{1...5}$ .

Результаты расчета представим таблично (табл. 1).

Таблиця 1 - Результаты расчета вероятностей исправного состояния  $p_0$  и вероятностей отказов фильтров  $p_1...5$ .

Схема соединения фильтров в топливной системе	Вероятность исправного состояния системы $p_0$	Вероятность отказа ФГО, $p_1$	Вероятность отказа ФТО №1, $p_2$	Вероятность отказа ФТО №2, $p_3$	Вероятность отказа ФТО №3, $p_4$	Вероятность отказа ФТО №4, $p_5$
Последовательное соединение фильтров	0,835	0,139	0,023	0,0038	-	-
Параллельное соединение фильтров	0,7	0,175	0,058	0,058	-	-
Комбинированное соединение фильтров	0,816	0,136	0,022	0,022	0,0036	-
Разветвленное соединение с дополнительными фильтрами тонкой очистки соединенными параллельно	0,813	0,135	0,022	0,022	0,0036	0,0036

Анализ табл. 1 позволяет сделать следующие выводы:

1. Максимальной вероятностью нахождения фильтров в исправном состоянии обладает система с последовательным соединением фильтров, ( $p_0=0,835$ ).

2. Увеличение количества фильтров тонкой очистки и включение их в схему топливоподачи параллельно, не увеличивает вероятности исправного состояния системы, такой путь является мало эффективным.

3. Максимальную вероятность отказа из всех фильтров имеет фильтр грубой очистки, особенно при параллельном соединении фильтров тонкой очистки ( $p_1=0,175$ ), а затем, на порядок меньше, фильтры тонкой очистки.

Исходя из полученных теоретических данных, можно сделать вывод, что наиболее эффективной системой расположения фильтров следует считать последовательное соединение, состоящее из фильтра-водотделителя (фильтра грубой очистки) и двух фильтров тонкой очистки (ФТО) топлива [5, 6].

Используя полученные значения можно оценить вероятность исправного состояния топливной системы  $p_0$ , вероятность отказа фильтра-водотделителя (ФВ)  $p_1$  и тонкой очистки  $p_2, p_3$ , которые соединены последовательно.

Для расчета вероятностей воспользуемся полученными формулами изложенными ранее.

Исходные данные для расчета.

Интенсивность восстановления (замены) фильтров  $\mu$  не изменилась, так как не изменилось время на демонтаж и монтаж фильтров, следовательно,  $\mu_{32}=1$ ;  $\mu_{21}=2$ ;  $\mu_{10}=3$ .

Интенсивность отказов изменилась, так как время безотказной работы увеличилось в 2 раза:

$$\lambda_{10}=3/12; \lambda_{12}=2/12; \lambda_{23}=1/12.$$

Подставляя полученные значения в формулу (4) получим вероятность нахождения фильтров в исправном состоянии

$$p_{0\Pi} = \frac{1}{1 + \frac{0,25}{3} + \frac{0,25 \cdot 0,166}{3 \cdot 2} + \frac{0,125 \cdot 0,166 \cdot 0,083}{3 \cdot 2 \cdot 1}} = 0,922 \cdot$$

Вероятность отказа фильтра-водотделителя, формула (5)

$$p_{1\Pi} = \frac{0,25}{3} 0,922 = 0,0765 \cdot$$

вероятность отказа ФТО №2, формула (6)

$$p_{2\Pi} = \frac{0,25 \cdot 0,166}{3 \cdot 2} 0,922 = 0,00063 \cdot$$

вероятность отказа ФТО №3, формула (7)

$$p_{3\Pi} = \frac{0,25 \cdot 0,166 \cdot 0,083}{3 \cdot 2 \cdot 1} 0,922 = 0,000529 \cdot$$

*Выводы.* Как следует из приведенных расчетов применение разработанного фильтра-водоотделителя увеличивает вероятность исправного состояния топливной системы с  $p_0=0,835$  до  $p_0=0,922$ .

При этом необходимо разработать мероприятия по повышению эффективности работы фильтра-водотделителя, улучшив фильтрующие, коагулирующие и водоотталкивающие свойства. Такие мероприятия позволят уменьшить вероятность отказа ФТО, обеспечив их надежную работу около 1500 моточасов (выполнение ТО-3) [5, 6].

#### Литература

1. *Антипов В.В.* Износ прецизионных деталей и нарушение характеристики топливной аппаратуры дизелей / *В.В. Антипов.* -2-е изд. – М. : Машиностроение, 1992.-Т.1. - 816 с.

2. Гуревич Д.Ф. Основы теории износа плунжерных пар / Д.Ф. Гуревич // Автомобильная промышленность, 1968. – № 2. с. 20-24.
3. Тишпулатов М.М. Обеспечение работоспособности топливоподающей аппаратуры дизелей / М.М. Тишпулатов. – Ташкент: Фан, 1990. - 128 с.
4. Григорьев М.А. Обеспечение надежности двигателей / М.А. Григорьев, В.А. Донецкий. – М.: Стандарты, 1978. -324 с.
5. Деклараційний патент України. Фільтр-водовіддільник / В.М. Кюрчев., І.Б.. Вороновський - № 66522. Опубл. 17.05.04., Бюл. № 5. - 4 с.
6. Деклараційний патент України. Фільтр-водовіддільник / І.Б. Вороновський, Б.І. Вороновський - № 5544. Опубл. 15.03.05 р., Бюл. № 3. – 4 с.

## **ВПЛИВ СХЕМ РОЗТАШУВАННЯ ФІЛЬТРІВ НА НАДІЙНІСТЬ ПАЛИВНИХ СИСТЕМ ДВИГУНІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ МТА**

Вороновський І.Б., Орел О.М.

**Анотація** – наданий аналіз схем розташування фільтрів енергетичних засобів МТА та їх вплив на надійність двигунів в залежності від забрудненості дизельного палива.

## **INFLUENCE OF LAYOUT OF FILTERS CHARTS ON RELIABILITY OF FUEL SYSTEMS OF ENGINES OF POWER FACILITIES OF MTA**

I. Voronovsky, A. Orel

### **Summary**

**The analysis of layout of filters of power facilities of MTA and their influence charts is presented on reliability of engine depending on muddiness of fuel.**



УДК 620.92

## БІОГАЗОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В АПК

Ющенко Л.П., к.с.-г.н.

*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

Тел. (067) 660-50-41

**Анотація** - запропоновано установка для отримання біогазу шляхом метанового зброджування органічних відходів.

**Ключові слова** - біогаз, метан, органічні відходи, енергетика.

*Постановка проблеми.* В даний час у широкому науковому плані проводяться дослідження та початкові виробничі випробування новітніх біотехнологій по переробці органічних відходів в агропромисловому комплексі.

Встановлено, що в результаті ферментації з сільськогосподарських та інших промислових відходів, які містять целюлозу, цукри, можна одержувати біогаз (метан), концентровані органічні добрива та значно покращувати екологічні показники навколишнього середовища.

*Аналіз останніх досліджень.* В останні роки біогазові установки застосовуються на свинофермах, птицефабриках, отримують розповсюдження в індивідуальних присадибних господарствах [1].

По даним інформативних джерел загальна кількість промислових біогазових установок на території ЄС складає близько 750 одиниць, з них найбільше знаходиться у Німеччині, в Австрії, Італії, Швейцарії, Данії.

По місткості біореактори мають самі різні показники від одного до десятків тисяч кубічних метрів.

*Формулювання мети статті.* Ферментація у невеликих камерах, без додаткового підігріву системи, де сировиною можуть бути гноївка та комунальні відходи, - можлива в країнах з високою середньою температурою навколишнього середовища та іншими, ніж у розвинених країнах, структурами сільського господарства. Ферментаційні камери місткістю 4 – 12 м<sup>3</sup>, що обслуговують одне або декілька господарств, найбільш популярні у країнах Африки та Азії. Біогаз, що виробляється в малих системах задовольняє енергетичні потреби господарств, служить для приготування їжі та освітлення приміщень. Найбільша кількість таких установок (8 мільйонів ферментаційних камер) знаходиться в Китаї.

*Основна частина.* Фізико-механічні властивості стоків гною залежать в основному від умов утримання тварин на фермі і способів прибирання гною (механічний, самопливний або гідрозливний) і змінюються в межах: вологість 76,8–98,3%, зольність 14–22%. Об'єми стоків визначаються кількістю тварин, що одночасно утримуються на фермі, і сягають 44–468 м<sup>3</sup> на фермах ВРХ і 37–2580 м<sup>3</sup> на свинарських фермах. Частка метану у газах, які являють собою продукт метанової ферментації гноївки, залежить від її виду. Біогаз зі свинної гноївки складається з 70–80% метану, великої рогатої худоби – з 55–75%, а пташиної – з 60–80% метану. Іншу частину складають: двоокис вуглецю у кількості 20–45%, водень - 1–3%, кисень - 0,5–1%, а також сірководень і азот (на рівні 1–5%). Ємність метантенків на фермах, розрахована як величина, зворотна нормі добового завантаження з урахуванням коефіцієнта об'ємного розширення і густини стоків гною, коливається в широких межах. Наприклад, для ферм на 400 голів ВРХ молочного напрямку при зброджуванні в мезофільному режимі необхідно мати метантенк ємністю від 950 до 19530 м<sup>3</sup>, у термофільному — від 425 до 9765 м<sup>3</sup>. Утворений в результаті метанової ферментації біогаз є джерелом теплової або електричної енергії. Енергетична цінність біогазу залежить від частки метану і в середньому складає 17 – 23 МДж/м<sup>3</sup> (табл. 1). З одного метра кубічного гноївки можна отримати близько 20 м<sup>3</sup> біогазу енергетичною цінністю 20 – 25 МДж/м<sup>3</sup>. Після виділення з біогазу двоокису вуглецю шляхом розчинення його у лужній воді, можна отримати газ з вмістом до 95% метану, тоді його енергетична цінність зростає до 36 МДж/м<sup>3</sup>. Очищений метан є неотруйним горючим газом без кольору і запаху. У звичайних умовах метан важко зріджувати. Швидкість переміщення полум'я у біогазі не перевищує 50 м/с. Біогаз у суміші з повітрям вибухонебезпечний, якщо його частка становить 5–15%. Він має октанове число біля LO≈125. Не очищений біогаз має характерний запах ферми або болота, завдяки чому його витік можна легко відчутти.

Таблиця 1 – Фізичні властивості біогазу та його компонентів.

№ п/п	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Складові біогазу				Біогаз (60% CH <sub>4</sub> і 40% CO <sub>2</sub> )
			Метан CH <sub>4</sub>	Двоокис вуглецю CO <sub>2</sub>	Водень H <sub>2</sub>	Сірководень H <sub>2</sub> S	
1	Об'ємна частка	%	55-70	27-44	1	3	100
2	Теплота згоряння	МДж/м <sup>3</sup>	35,8	-	110	22,3	17 – 23
3	Температура запалення	°С	650-950	-	585	-	650-950
4	Критичний тиск	МПа	4,7	7,5 -304	1,3	89	7,5-8,9
5	Критична температура	°С	190,5	1,98	0,09	373	190,5
6	Нормальна щільність	г/см <sup>3</sup>	0,72	468	31	1,54	1,2
7	Критична щільність	г/см <sup>3</sup>	162	2,5	0,07	349	320
8	Відносна щільність (до повітря)	-	0,55			1,2	0,83

В Україні обсяги виробництва біогазу з агропромислової сировини можна оцінити на рівні 1,6 млн. тон умовного палива. Враховуючи сучасні технологічні можливості використання зеленої маси в якості вихідної сировини для одержання біогазу, потенціал біогазового палива можна вважати істотно більшим. Встановлено, що вихід метану з біомаси з одного гектара в середньому дорівнює виходу метану з органічних добрив від 8-18 голів ВРХ. За попередніми оцінками з сировинної бази України, при частковому використанні ріллі і пасовищ для вирощування біомаси та органічних відходів тваринницьких комплексів, можна одержувати енергії у кількості до  $2 \cdot 10^{10}$  МДж/рік.

Широке використання біогазу розпочалось на початку двадцятих років минулого століття, після розробки Імгоффом технології безперервного виробництва біогазу з очисних комунальних стоків. Перша установка для отримання газу зі стоків була побудована неподалік від Гааги. Проте, вона не забезпечувала переробки органічних відходів сільськогосподарської продукції, що містять більше целюлози. У 1942 році в Алжирі професори Дуцеллер та Ісманн запатентували установку для виробництва біогазу із гною з періодичною системою роботи, без засобів підігрівання сировини. Енергетичні труднощі повоєнного періоду сприяли поширенню нової технології автономного енергозабезпечення. За короткий проміжок часу в Північній Африці, Італії та Франції було побудовано майже 1000 установок типу Дуцеллер – Ісманн для ферментації твердого гною. Пізніше, в останній чверті ХХ століття, в багатьох країнах Європи відновились інтенсивні експериментальні пошуки ефективної технології метанової ферментації, що дає можливість виробництва біогазу з різної сировини сільськогосподарського походження. В результаті широкомасштабних досліджень було створено технологію безкисневої переробки сільськогосподарських відходів, що відома сьогодні в усьому світі. Її реалізація у різних регіонах має свою специфіку. В Європі, внаслідок низьких температур, застосовують додаткове підігрівання для забезпечення необхідної температури метанової ферментації. У більшості випадків використовують комплексні системи, що виробляють з біогазу одночасно теплоту та електроенергію, проте їх недоліком є високі одиничні інвестиційні витрати.

У порівнянні з іншими носіями енергії, біогаз вирізняється своєю перспективністю, особливо, для сільської місцевості.

В інституті Охорони природи і біотехнологій на кафедрі біоенергоконверсій і біотехсервісу НУБіПу України розроблена присадибна біогазова установка для переробки органічних відходів (гною ВРХ, свиней, птиці, рослинного походження і ін.) в якісні добрива з

одержанням біогазу (метану), який може успішно використовуватися в енергетичному забезпеченні садиби.

Протягом 2010-11 років інститут і кафедра неодноразово були учасниками міжнародних екологічних форумів, виставок «Екологія - 2011», «Україна аграрна 2011». За вагомий внесок у роботу III Міжнародної виставки Всеукраїнською екологічною лігою їх нагороджено дипломом міжнародного екологічного форуму «ДОВКІЛЛЯ-2010».

Загальний вигляд установки



### **Основне обладнання:**

Біогазовий реактор - 1, газгольдер - 2, компресор - 3, резервуари для накопичування біогазу - 4, вимірювальні прилади - 5, електропускозахисна арматура - 6.

Рис.1. Загальний вигляд установки.

*Висновки.* Технічні та експлуатаційні показники:

Ємність реактора – 250 дм<sup>3</sup>; кількість розчину для зброджування - 200 дм<sup>3</sup>; оптимальна температура зброджування - 35...45 °С; виділення газу за добу - 0,2 м<sup>3</sup>.

Складові газу - CH<sub>4</sub>=50...65%; CO<sub>2</sub> =20...25%; H<sub>2</sub>S = 3...5%; O<sub>2</sub>=0,5...1%. Газгольдер – водяний, ємність накопичування біогазу - 0,1...0,2 м<sup>3</sup>.

Для перекачування газу використовується компресор. Тиск газу в резервуарах повинен підтримуватися на такому самому рівні, як у загальноприйнятих газових мережах.

## Література

1. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло та ін. – К.: ЦТІ „Енергетика і електрифікація”, 2004. – 256 с.
2. Гелетуха Г.Г. Обзор технологий газификации биомассы / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 1998. – N. 2, С.21-29.
3. Гелетуха Г.Г. Обзор технологий генерирования электроэнергии, полученной из биомассы при ее газификации / Г.Г. Гелету-ха, Т.А. Железная // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 1998. – N. 3, С. 3-11.
4. Energy for the Future: Renewable Sources of Energy. White Paper for a Community Strategy and Action Plan. Bruxelles, 1997, 53 p.
5. *Dominioni F. C.* The White Paper / *F. C. Dominioni* // Renewable Energy Journal. - 1997, N 7. - P.7-10.
6. *Obernberger I.* Decentralized Biomass Combustion: State of the Art and Future Development / *I. Obernberger* // Biomass and Bioenergy. - 1998, vol.14, N 1, , pp. 33-56. Alakangas E. Statistical Survey on Renewable Energy Sources in Finland // Renewable Energy Sources in Finland. Alterner Newsletter.-1998, N 8, pp. 5-6.

**БИОГАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК**

Ющенко Л.П.

**Аннотация** – предложена установка для получения биогаза путем метанового сбраживания органических отходов.

 **BIOGAS TECHNOLOGIES ARE IN ACC**

L. Yushenko

*Summary*

**A fluidizer is offered receipt of biogas by methane fermentation of organic wastes.**

УДК 658.345

## ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Лисенко Ю.А., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-14-38

**Анотація** - стаття присвячена проблемі якості навчання з питань охорони праці, включає в себе статистичні дані по кількості нещасних випадків у АПК, аналіз причин травматизму та пропозиції щодо покращення рівня проведення навчання.

**Ключові слова** – нещасні випадки, виробничий травматизм, навчання з питань охорони праці.

*Постановка проблеми.* За оперативними даними в Україні в 2010 році загальна кількість нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, склала 11698, із них зі смертельним наслідком – 644 випадки [1]. Агропромисловий комплекс (АПК) посідає третє місце по загальній кількості нещасних випадків серед 15 галузей народного господарства (9,42% від загального числа) і друге місце за кількістю смертельних нещасних випадків (15,83% від загального числа). Це обумовлено тим, що в цьому секторі економіки зайнята чверть працюючих у країні. Дані по кількості нещасних випадків у АПК [1] представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Статистичні дані по кількості нещасних випадків у АПК.

Роки \ Кількість	Взагалі	З летальним наслідком	У т. ч. групових	Із них з летальним наслідком
2009	1238	112	61	5
2010	1102	102	69	13

Навчання з охорони праці є однією з основних запобіжних заходів по скороченню виробничого травматизму. Реальна частка навчання охорони праці в зниженні частоти нещасних випадків становить 22,3% [3].

*Аналіз останніх досліджень.* Основними причинами нещасних випадків у АПК є організаційні, зокрема порушення виробничої й трудової дисципліни, порушення вимог безпеки праці під час експлуатації обладнання, устаткування, механізмів, порушення правил дорожнього руху, допуск до роботи без навчання та перевірки знань з охорони праці або неякісне навчання [2].

Російські вчені визначили, що на частку виробничого травматизму, який стався в перші п'ятнадцять днів початку сезонних робіт у сільському господарстві припадає не більше 13-14% нещасних випадків [3]. Отже, нещасні випадки зазначеної групи можна знизити за рахунок підвищення якості інструктажів і навчання на 30-50% [3].

*Формулювання мети статті.* Враховуючи значну роль навчання з питань охорони праці у зниженні рівня виробничого травматизму, необхідно визначити шляхи поліпшення якості навчання.

*Основна частина.* Для підвищення якості й ефективності навчання з охорони праці необхідно:

- створення відповідних умов для проведення регулярного планомірного навчання й гарантованого фінансового забезпечення;
- забезпечення навчальних організацій учбово-методичною й спеціальною літературою;
- здійснення контролю якості навчання й цільового використання коштів.

Ефективне функціонування системи навчання неможливо без забезпечення мотивації засвоєння знань і формування повної орієнтовної основи працезахоронної діяльності.

Розглянемо основні складові системи навчання з охорони праці (рис.1).

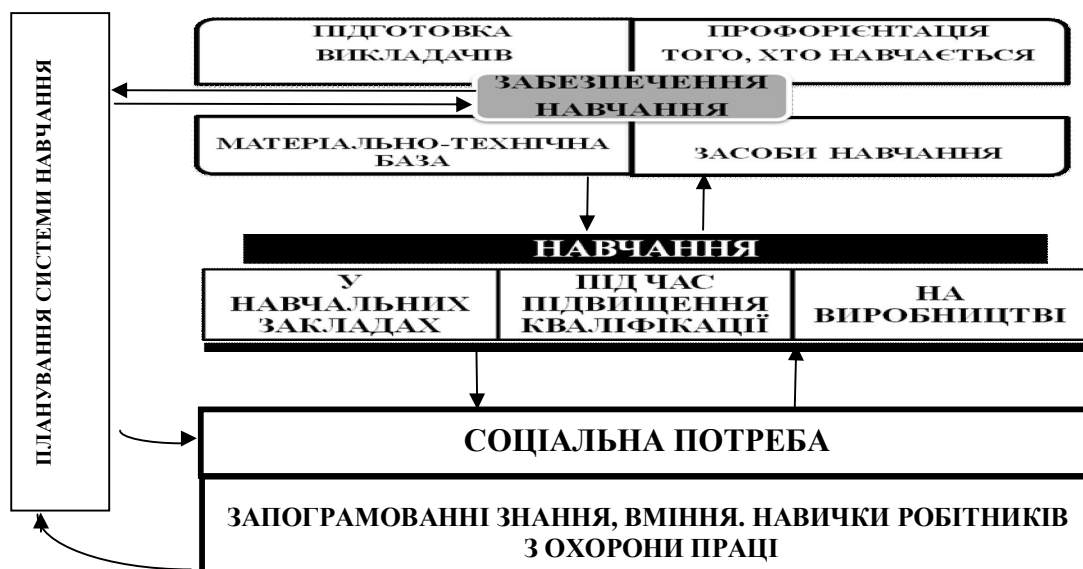


Рис. 1 – Система навчання з охорони праці.

Система навчання може підготувати працівника до виконання певних посадових функцій з погляду реалізації соціального аспекту значення охорони праці, давши йому необхідний набір оновлених знань, навичок. Однак, сучасні вимоги модернізації й розвитку економіки, виробництва припускають необхідність постійного рішення нових завдань і нестандартних проблем. Для їхнього успішного вико-

нання поряд з дієвістю законодавчих норм і правил є важливим розвиток загальної культури охорони праці як серед роботодавців, так і серед працівників, чому в чималій ступені можуть і повинні сприяти зміст навчання і якісний викладацький склад навчальних організацій.

До викладача пред'являються підвищені вимоги, він повинен бути не просто носієм і передавачем інформації, а ще й дослідником, експертом, технологом підготовки й передачі знань. Роль викладача в процесі навчання неоціненна, адже наскільки компетентний фахівець, настільки він зуміє донести сутність навчального матеріалу, і в такому обсязі, щоб на практиці було якомога менше безвихідних ситуацій, при яких зазвичай і виникають небажані наслідки. Хороший фахівець повинен мати достатній обсяг знань і навичок, необхідних для того, щоб його діяльність була ефективною, мати лекторський досвід і вміти доступно донести інформацію.

Рівень навчання керівників служб охорони праці тісно пов'язаний з показниками виробничого травматизму, які зростають при зниженні рівня освіти. Аналіз інформаційних матеріалів показує, що рівень травматизму в господарствах, де навчання проводиться формально, у перші 15 днів після його проведення, більш, ніж у 10 разів вище в порівнянні з господарствами, де навчання проводиться неформально [2].

Якість підготовки фахівців з охорони праці, якість навчання не з'являється раптово. Її необхідно планувати. Планування якості навчання пов'язане з осмисленням і переглядом головних напрямків освітніх послуг, які надаються навчальними організаціями, та їхньої відповідності запитам ринку праці в сфері забезпечення компетентними й кваліфікованими кадрами.

Для поліпшення якості навчання з охорони праці можна застосувати не тільки традиційні методи, а й сучасні види навчання – модульне, дистанційне тощо, а також з використанням технічних засобів: аудіовізуальних, комп'ютерних навчально-контрольних систем, комп'ютерних тренажерів. Використання комп'ютерної техніки, наявності програми та навчальних матеріалів, дозволить проводити навчання й перевірку знань згідно технологічного процесу виробництва на підприємстві. Але в цьому випадку слід звернути увагу на працівників, які не володіють комп'ютером та провести для них додаткове навчання.

Поліпшення навчання можна здійснювати за допомогою навчальних тренінгів. На тренінгах працівники вчаться моделювати різні виробничі ситуації й крок за кроком визначати алгоритм відображення, оцінки та запобігання (усунення, зниження) ризиків на виробництві. Активна співпраця в групах дає змогу присутнім поділитися досвідом та відчути єднання при виконанні спільних дій, що є дуже важливим при виникненні небезпечних ситуацій у процесі роботи. Не менш корисним буде (при можливості) й знання та досвід працівників з ін-



ших підприємств однієї галузі.

Керівництво підприємства може організувати проведення навчання різними методами, але за однієї умови: усі вони повинні бути направлені на поліпшення якості засвоєних знань з охорони праці працівниками.

Неабияке значення має й яскраве оформлення наочних посібників, стендів та таблиць у кабінетах охорони праці. Необхідно також проводити тематичні виставки-конференції в сфері безпеки та охорони праці, спеціалізовані виставки засобів індивідуального захисту, поповнювати бібліотеку новою літературою, посібниками, примірниками інструкцій.

Також важливо враховувати психологічні аспекти впливу на працівника, для підвищення його самосвідомості з метою збереження здоров'я та життя в процесі праці, підвищенням рівня знань з охорони праці. Моральним засобом впливу можна вважати, наприклад, листи попередження родині працівника, щодо порушення ним правил техніки безпеки.

Велике значення має колективний договір, в якому повинні бути передбачені комплексні заходи щодо досягнення нормативів безпеки, гігієни праці, за допомогою компенсацій, виплат і пільг, крім обов'язкових встановлених законодавством. Наприклад, нарахування преміальних коштів за результатами перевірки знань з охорони праці працівників. Адже матеріальна зацікавленість - суттєвий стимул у додержанні вимог відповідних нормативно-правових актів з охорони праці та кращому засвоєнні питань з охорони праці при навчанні. Хоча успішна робота в цьому напрямі прямопропорційно залежить від економічних показників підприємства, цей напрямок при застосуванні може принести свої економічні дивіденди. Адже те що добре для працівника, те добре й для підприємства.

Як метод також може використовуватися складання контракту, згідно з якого кожного хто порушить вимоги безпеки, буде негайно звільнено без будь якої компенсації. Можна завірити, що після звільнення декількох працівників, ніхто не ризикне халатно відноситися до навчання з питань охорони праці, а також переступити через вимоги безпеки, отримані під час навчання та проведення інструктажів. Та й раптові перевірки допоможуть тримати персонал у необхідному «тонусі» [2].

І звичайно шкоду завдає таке навчання, яке проводиться для «галочки» та обмежується лише видачею посвідчень про перевірку знань з питань охорони праці. Таке відношення до роботи рано чи пізно спричиняє прикрі наслідки. Робітникам потрібно нагадувати про додержання вимог безпеки до початку робіт, а не після скоєння нещасного випадку. Бо в основі 75-80% нещасних випадків на виробництві лежать організаційні причини [4], що безпосередньо проростають з психології людини, її світогляду, звичок. У результаті чого незважаю-

чи на детальні інструкції з охорони праці, працівники не сприймають їх як життєву необхідність. Говорячи про навчання, його зміст, значення та ефективність, слід зазначити, що воно не повинно бути сухим. Потрібно зробити його інформативним, цікавим, захоплюючим та виховним, у ньому повинна бути душа.

*Висновки.* Використання сучасних методів та стимуляції працівників до навчання, дозволить покращити якість навчання з питань охорони праці, що гарантовано зменшить кількість нещасних випадків у АПК.

#### Література

1. На допомогу спеціалісту з охорони праці/Додаток до журналу «Охорона праці», № 32011 р. – 64 с.
2. Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки України (Держгірпромнагляд) [Електронний ресурс]. Офіційна веб-сторінка. - Режим доступу: [www.dnpr.kiev.ua /index.php](http://www.dnpr.kiev.ua/index.php)
3. Актуальные аспекты системы обучения безопасности труда в АПК / Ю.Г.Шестаков, И.А.Хуснутдинов, А.Ф.Визиренко, Е.В.Полехина // Организация и учебно-методическое обеспечение обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций. – М.: ФГУ «ВЦОТ» Росздравица, 2007. – С.112-117.
4. Колесник С. «Хто не ризикує, той спокійно працює» / С. Колесник // Журнал «Охорона праці», №9, 2007 р. – С. 18-20

### ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ПО ВОПРОСАМ ОХРАНЫ ТРУДА

Лисенко Ю.А.

**Аннотация** - статья посвящена проблеме качества обучения вопросам охраны труда, включает в себя статистические данные по количеству несчастных случаев в АПК, анализ причин травматизма и предложения по улучшению уровня проведения обучения.

### WAYS OF IMPROVEMENT OF QUALITY OF TRAINING CONCERNING THE LABOUR SAFETY

Y. Lysenko

#### *Summary*

Article is devoted a problem of quality of training to labor safety questions, includes the statistical data by quantity of accidents in agrarian and industrial complex, the analysis of the reasons of a traumatism and the offer on improvement of level of carrying out of training.

УДК 621.577: 620.92

## ТЕПЛОВІ НАСОСИ – ШЛЯХ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІТРОТЕПЛОВИХ УСТАНОВОК

Жарков В.Я., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-31-59

**Анотація** – показані можливості теплових насосів для підвищення ефективності використання вітрової енергії.

**Ключові слова** – енергія, теплові насоси, робоче тіло, цикл Карно.

*Постановка проблеми.* На опалення і гаряче постачання витрачається близько третини палива. Разом з тим американські вчені вважають, що витратити високоякісну електричну енергію на отримання низькопотенційної теплоти протирічить здоровому глузду. Низькопотенційну теплоту необхідно отримувати від відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії (ВНДЕ) – за рахунок енергії Сонця, вітру, біомаси тощо. Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010—2015 роки передбачає «зменшення частки природного газу та нафтопродуктів, заміщення їх іншими видами енергетичних ресурсів, насамперед отриманими з альтернативних джерел енергії, та вторинними енергетичними ресурсами» [1]. Зокрема, для теплопостачання фермерських і селянських господарств можуть використовуватися розроблені і запатентовані в ТДАТУ вітротеплові установки, що безпосередньо перетворюють енергію вітру в теплову енергію [2]. У зв'язку з наведеним особливу увагу привертають теплові насоси (ТН), які за рахунок незначної первинної енергії дають змогу підвищити потенціал низькотемпературних джерел до необхідного рівня [3].

*Аналіз останніх досліджень.* Теплові насоси, як буде показано далі, є хорошими енергозберігаючими пристроями: вироблювана ними екологічно чиста енергія приблизно в 1,5 рази дешевше енергії, одержуваної від спалювання газу, в 3 - 4 рази дешевше електроенергії, а термін служби таких насосів (практично не вимагають технічного обслуговування, а лише періодичної профілактики) становить 15 - 25 років [2-4].

Ці переваги теплових насосів отримали належну оцінку у промислово розвинених країнах світу, де в даний час кількість теплових насосів, що знаходяться в експлуатації, перевищила 30 млн. За про-

гнозами Світового енергетичного комітету, частка систем опалення з використанням ТН, які є найбільш поширеними в світовому теплопостачанні, до 2020 р. зросте до 75%.

Перший тепловий насос розробив англійський фізик Вільям Томсон у 1852 році і назвав його помножувачем тепла [5]. Теплові насоси (підвищувальні термотрансформатори) – це пристрої, які сприймають теплоту довкілля для подальшого передавання її тілу з вищою температурою. Характерною рисою ТН є те, що він не виробляє тепло, а переносить його з низького рівня на високий. Отже, тепловий насос – це пристрій, який дає змогу передати теплоту від холоднішого тіла до більш нагрітого, використавши додаткову енергію.

Прикладом носіїв такої теплоти може слугувати нагріте повітря із систем вентиляції та кондиціонування, або теплі побутові і промислові стічні води, що мають температуру приблизно 20–40°C. Тому важливим є аналіз різних конструкцій теплових насосів і знаходження оптимальних рішень та галузей застосування [3].

*Формулювання мети статті.* Метою роботи є аналіз та систематизування різних конструкцій теплових насосів для їх поєднання з вітротепловими установками з метою підвищення ефективності останніх.

*Основна частина.* Головна сфера застосування теплових насосів – це нагрівання теплоносія для систем опалення й гарячого водопостачання будівель.

Теплові насоси розрізняють за способом перетворення теплоти. Типи теплових насосів, підрозділяють на парокомпресійні, газокompресійні, сорбційні, пароежекторні й термоелектричні. Часто теплові насоси розділяють за видом робочого агента (фреонові, аміачні, повітряні тощо) і типом теплоносіїв, які віддають і сприймають теплоту (повітря – повітря, вода – повітря, вода – вода тощо) [3-5]. Найбільшого поширення набули парокомпресійні теплові насоси, де як робочий агент використовується фреон або його суміш [3,4].

Принцип дії ТН базується на реалізації зворотного термодинамічного циклу [5]. У ТН робочий агент здійснює зворотний термодинамічний цикл, в результаті якого забезпечуються безперервне відведення енергії від холодного джерела і передача її теплоносію з більш високою температурою за рахунок підведення зовнішньої енергії до компресора.

Для оцінки енергетичної ефективності ТН використовується коефіцієнт перетворення (КОП), що представляє собою відношення теплоти, що віддається тепловому споживачу, до витраченої роботи приводу компресора. Величина КОП залежить від різниці температури джерела і споживача, ступеня оборотності циклу, термодинамічних властивостей робочого тіла та інших факторів і на практиці знахо-

дяться в межах 1,5...6,0. Це означає, що на одиницю витраченої електричної енергії, тепловому споживачеві передається в 1,5...6 разів більше теплової енергії.

Джерелами низькопотенційної теплоти є атмосферне повітря, вода природних водойм, ґрунт, ґрунтові води, сонячна радіація, а також джерела теплоти, що виникли в результаті діяльності людини, тобто вторинні низькопотенційні енергоресурси (ВЕР) [3].

Досвід експлуатації мільйонів ТН у різних країнах світу підтверджує, що на сьогоднішній день вони, без сумніву, є альтернативною енергорозатратним теплогенераторам, що традиційно використовуються в децентралізованих системах тепло- і холодопостачання житлово-комунального сектора.

У США та Японії для опалення та кондиціонування повітря широкое застосування отримали реверсивні ТН класу «повітря-повітря». У США щорічно виробляється близько 1 млн. ТН. У Японії - близько 3 млн. ТН.

Найбільші ТН експлуатуються у Швеції та країнах Скандинавії. У Швеції 50% всього опалення забезпечують ТН. Із 110 тисяч теплонасосних станцій, які працювали у Швеції в 2000 році, близько ста мали потужність 100 МВт і більше, а найбільш потужний в світі ТН з встановленою тепловою потужністю 320 МВт успішно працює в Стокгольмі, використовуючи в якості низькотемпературного джерела теплоту Балтійського моря при середньорічній температурі 8°C.

З 2001 року в Швейцарії в кожному третьому новозбудованому будинку встановлюються ТН. На кожні два квадратні кілометри території Швейцарії встановлений один ТН.

На жаль, якщо в розвинених країнах рахунок працюючих ТН ведеться на мільйони або сотні тисяч, в Україні працюють поодинокі установки, створені, в основному, на елементній базі холодильного устаткування, що ввозиться з країн Західної Європи.

Отже, у всіх країнах СНД і також в Україні існує серйозне відставання у питаннях дослідження і практичного впровадження теплонасосної техніки. В Україні ТН випускалися серійно Мелітопольським заводом холодильного машинобудування - нині ВАТ «Рефма» [4].

Теорія теплових насосів дає змогу оцінити обмеження можливостей ТН, оскільки ці обмеження накладаються не тільки технічними проблемами, але також і законами природи. Параметри, що визначають термодинамічний стан: температура, тиск, питомий об'єм, ентальпія і ентропія [5].

У 1824 р. Карно вперше використав термодинамічний цикл для опису процесу, і цей цикл залишається фундаментальною основою для порівняння з ним і оцінювання ефективності теплових насосів [5].

Тепловий насос можна розглядати як обернену теплову машину.

Теплова машина одержує тепло від високотемпературного джерела і скидає його за низької температури, віддаючи корисну роботу. Тепловий насос вимагає витрати роботи для отримання тепла за низької температури і віддачі його за вищої (рис. 1).

Можна легко показати, що якщо обидві ці машини обернені (термодинамічні процеси не містять втрат тепла або роботи), то існує кінцева межа ефективності кожної з них, і в обох випадках це є відношення  $Q_H/W$ , де  $Q_H$  – теплопродуктивність за високою температурою,  $W$  – потужність приводу [5].

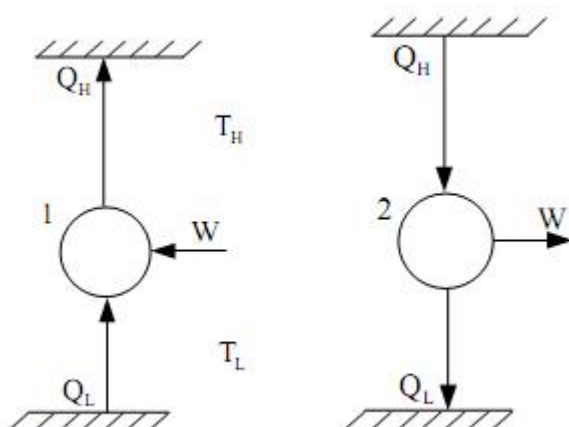


Рис. 1. Термодинамічна схема теплового насоса і теплового двигуна:

1 – тепловий насос;

2 – тепловий двигун;

$T_H$  – висока температура;

$T_L$  – низька температура.

Це відношення дуже важливе. У разі теплової машини воно записується у вигляді  $W/Q_H$  і називається термічним ККД, а для теплового насоса воно записується у вигляді  $Q_H/W$  і називається коефіцієнтом перетворення (КОП). Його необхідно відрізнити від аналогічного відношення  $Q_L/W$ , вживаного в холодильній техніці і званого надалі  $КОП_{\text{охол}}$ . Оскільки  $Q_H = W + Q_L$  виходить

$$\text{КОП}_K = \text{КОП}_{\text{охол}} + 1. \quad (1)$$

Цикл Карно на рис. 2 показує робочий процес ідеальної теплової машини. Стрілки показують напрям процесу для теплового насоса. Тепло ізотермічно підводиться за температури  $T_L$  і ізотермічно відводиться за температури  $T_H$ . Стиснення і розширення виконують при постійній ентропії, а робота підводиться від зовнішнього двигуна [5]. Використовуючи визначення ентропії і закони термодинаміки, можна показати, що КОП для циклу Карно має вигляд

$$\text{КОП}_K = \frac{T_H}{T_H - T_L} + 1 = \frac{T_H}{T_H - T_L}. \quad (2)$$

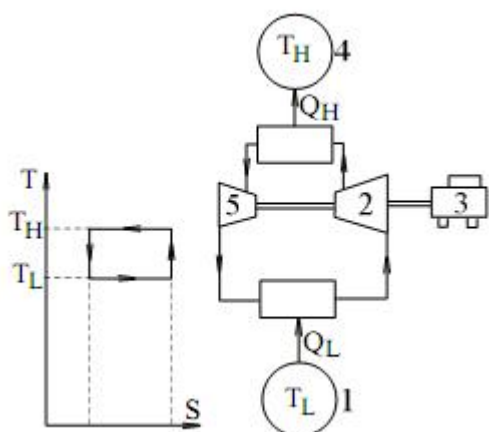


Рис. 2. Ідеальний теплонасосний цикл Карно: 1 – джерело тепла; 2 – компресор; 3 – привідний двигун; 4 – споживач тепла; 5 – розширювальна машина.

Найбільш поширеними і технічно досконалыми сьогодні є ТН з механічною компресією робочого тіла (газ, пара, повітря) [3].

З метою наближення до простого циклу Карно, а фактично

це означає – з метою створення практично корисного теплового насоса, необхідно прагнути до підведення тепла за умов, близьких до ізотермічних. Для цього підбираються робочі тіла, що змінюють агрегатний стан за необхідних температур і тисків. Вони поглинають тепло під час випаровування і віддають під час конденсації.

Ці процеси утворюють ізотерми циклу. Цикл з механічною компресією пари і його зображення на  $T-S$  (температура – ентропія) діаграмі показані на рис. 3.

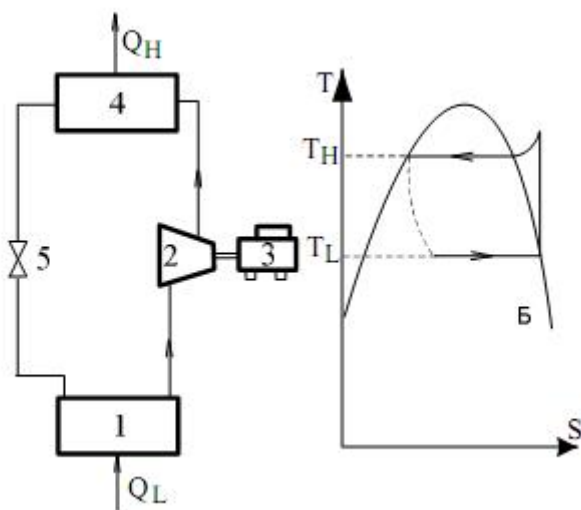
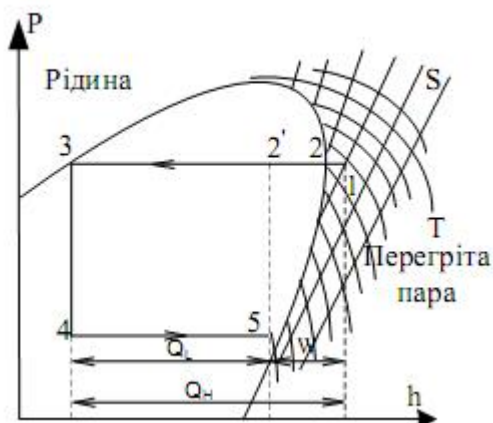


Рис. 3. Парокомпресійний цикл: 1 – випаровувач; 2 – компресор; 3 – привідний двигун; 4 – конденсатор; 5 – дросельний клапан; 6 – погранична крива.

Розглянемо цикл тільки з сухою компресією пари і розширенням в дросельному клапані. Зазвичай цей клапан є або регульованим соплом або отвором, або капілярною

трубкою. Вибір між ними визначається вимогами в регулюванні. Відсутність розширювальної машини в циклі означає, що деяка кількість корисної роботи втрачається і КОП зменшується. Процес розширення в соплі незворотний, він показаний пунктиром на  $T-S$ -діаграмі (див. рис. 3). Зазвичай він розглядається як адіабатичний, тобто такий, що відбувається без підведення або відведення тепла у разі розширення робочого тіла. Тепер розглянемо цикл іншим способом за допомогою вживаної на практиці для парокомпресійних циклів діаграми тиск – питома ентальпія ( $p-h$ ), що показано на рис. 4 [5].

Рис. 4. Ідеальний парокомпресійний цикл.



і 3 відбувається конденсація за постійної температури. Звідси очевидно, що теплообмінний апарат, в якому відбувається конденсація (конденсатор), завжди повинен бути розрахований на прийом перегрітої пари. Адіабатичне розширення показано на  $p$ - $h$ -діаграмі вертикальною прямою 3-4, і в цьому одна з причин зручності такої діаграми. Для розрахунку циклу необхідно знати стан робочого тіла тільки на вході в компресор і виході з нього. Випаровування відбувається за постійного тиску і температури між точками 4 і 5. Суміш, яка входить у випарник, містить значну частину пари, іноді до 50% за масою, і ця частина робочого тіла вже не бере участі в випаровуванні і поглинанні тепла. Між точками 5 і 1 відбувається ізоентропійне стиснення сухої пари. На практиці його реалізувати не можна, але тут ми розглядаємо ідеалізований цикл. Його ефективність менша, ніж у циклу Карно внаслідок безповоротності розширення.

Є друга перевага  $p$ - $h$ -діаграми. Оскільки на горизонтальній осі відкладається ентальпія, вона допускає прямий відлік  $QH$ ,  $QL$  і  $W$ . Діаграма дозволяє відразу оцінити значення КОП. Для отримання високого КОП значення  $QH$  повинно бути велике, а  $W$  (робота стисання) повинна бути мала. Придатність того або іншого робочого тіла можна швидко оцінити відповідно до його  $p$ - $h$ -діаграми [2].

Розглянемо типові величини, характерні для теплового насоса, який використовується з метою відновлення тепла. Можливі показники реального циклу зв'язані з показниками циклу Карно. Нехай існує виробництво, в якому використовується промивна вода. Воду помістити в бак за температури  $65^{\circ}\text{C}$  і після використання її скидають за температури  $35^{\circ}\text{C}$ . Призначення теплового насоса полягає у відновленні тепла скидної води і використання його для підтримки температури водяного бака.

Максимальний КОП за Карно визначається за формулою (2)



$$\text{КОП}_K = \frac{273 + 65}{65 - 35} = 11,3.$$

Тепер розрахуємо, що можна отримати на практиці. Спочатку потрібно вибрати температури випаровування і конденсації. Вони залежать від розміру теплообмінників, які пропонується встановити. Як типові значення можна прийняти  $T_H = 75^\circ\text{C}$  і  $T_L = 15^\circ\text{C}$ . Відмітимо, що у випаровувачі потрібна більша різниця температур, тому що вода, яка скидається, повинна бути охолоджена від  $35^\circ\text{C}$  до, наприклад,  $20^\circ\text{C}$ , з метою отримати корисне тепло. даному випадку в якості робочого тіла взято холодоагент R12, а його p-h-діаграма показана на рис. 5.

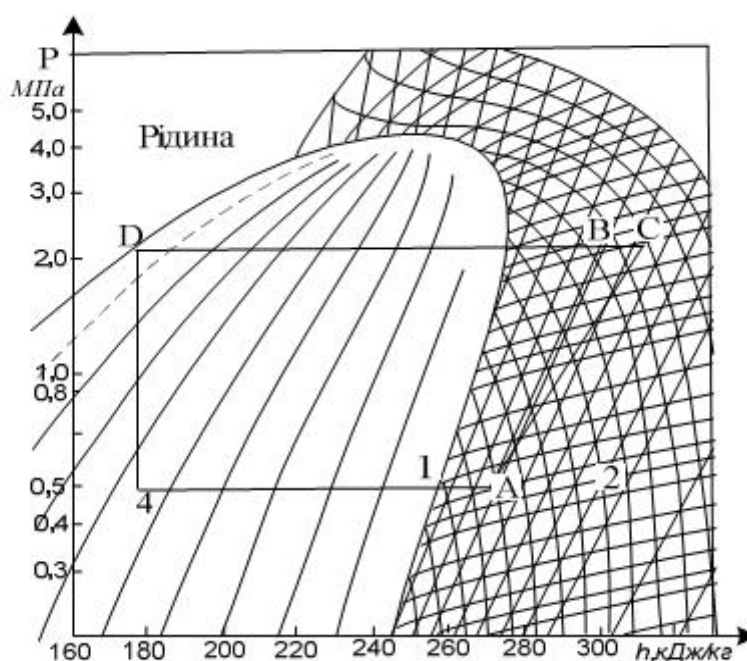


Рис. 5. Парокомпресійний цикл на холодоагенті R12: 1 – лінія насичення; 2 – ізотерми.

Робочий цикл починається із стискання. Приймемо необхідне перегрівання пари на вході компресора  $20^\circ\text{C}$  і позначимо його стан точкою А. Її знаходимо продовженням лінії постійного тиску, відповідної випаровуванню при  $15^\circ\text{C}$  ( $0,49 \text{ МПа}$ ) до перетину з ізотермою  $35^\circ\text{C}$ . У точці А питома ентальпія становить  $271 \text{ кДж/кг}$ . Провівши по ізентропі лінію до перетину з ізобарою  $2,1 \text{ МПа}$ , яка відповідає температурі конденсації  $75^\circ\text{C}$ , одержуємо умови на виході ізентропічного компресора в точці В з питомою ентальпією  $300 \text{ кДж/кг}$ . Дійсні умови на виході з компресора в точці С розраховуються за допомогою ізентропічного ККД [5]

$$\eta_{із} = \frac{h_B - h_A}{h_C - h_A}. \quad (3)$$

І, як наслідок, при  $\eta = 0,7$ ,  $h_C = 312$  кДж/кг і точка  $C$  наноситься на графік рис. 5. Зміну ентальпії в конденсаторі і відповідну точку  $D$  при  $h_D = 177$  кДж/кг знаходимо на перетині ізобари конденсації з лівою прикордонною кривою, нехтуючи при цьому спадом тиску під час теплообміну.

Для реального циклу КОП знаходиться за формулою [5]:

$$\text{КОП} = \frac{h_C - h_D}{h_C - h_A}. \quad (4)$$

$$\text{КОП} = \frac{312 - 177}{312 - 271} = 3,29.$$

Крім того, потрібно врахувати ще механічний КПД компресора, який потребує витрати додаткової роботи. Повний КОП  $= 3,29 \cdot 0,95 = 3,1$ .

Результати порівняльного аналізу зведені у таблицю 1.

Таблиця 1 - Порівняльні характеристики циклів теплового насоса.

Цикл теплового насоса	КОП
цикл Карно	11,3
Цикл Карно з урахуванням втрат у теплообмінниках	4,8
Цикл з урахуванням термодинамічних втрат	3,3
Цикл з урахуванням механічних втрат	3,1

Як бачимо, на величину КОП значний вплив мають різного типу втрати, а отже, якість виготовлення технологічного обладнання. Тому для збільшення величини КОП необхідно під час проектування забезпечувати оптимальний характер, який дає лінія втрат за цього температурного режиму.

*Висновки.* Теплонасосні установки в 1,5...6,0 разів підвищують ефективність використання вітротеплових установок. При цьому вітрова двигун використовується тільки в якості приводу теплового насоса, який перекачує низькопотенційну теплоту, наприклад, з землі до приміщення, що обігрівається.

#### Література

1. Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010—2015 роки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 1 березня 2010 року, №243.

2. *Жарков В. Я.* Вітротеплові установки з дисковими магнітопроводами / *В. Я. Жарков* // Наукові праці ДонНТУ.-Вип.16(142), серія гірничо-електромеханічна. -Донецьк : ДонНТУ, 2008.-С.106-111.

3. Геліовітроенергетичні установки з тепловими насосами// Вітроенергетика та докільля / *Л.І. Грачова, Г.І. Груба, В.Т. Плакида, В.Я. Жарков, П.О. Петренко; за ред. Л.І. Грачової.* - Сімферополь: Таврія, 2007.- 520 с.

4. *Турин А.В.* Тепловые насосы – путь к энергосбережению / *А.В. Турин* // Энергосбережение.-2003.-№8.-С. 17-20.

5. *Рей Д.* Тепловые насосы/ *Д. Рей, Д. Макмайкл.* Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1982. -282 с.

## **ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ – ПУТЬ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОТЕПЛОВЫХ УСТАНОВОК**

Жарков В.Я.

***Аннотация*** – показаны возможности тепловых насосов для повышения эффективности использования ветровой энергии.

## **HEAT PUMPS - THE WAY TO INCREASE EFFICIENCY WINDTHERMAL SETTING**

V. Zharkov

### ***Summary***

**The possibilities of heat pumps for more efficient use of wind energy.**

УДК631.158:658.3

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЦТВА З УРАХУВАННЯМ КОЕФІЦІЄНТІВ ТРАВМАТИЗМУ**

Рогач Ю.П., к.т.н.,

Лущенко В.Л., к.т.н.,

Гранкіна О.В., к.т.н.,

Головін С.В., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-14-38

**Анотація** - в статті наведено методику та визначено порядок оцінки безпеки виробництва. В статті доведено, що для постійної підтримки високого рівня безпеки робіт, забезпечення їх нешкідливості, сприятливості умов праці необхідно здійснювати заходи, що дозволяють оцінювати стан безпеки виробництва у всіх галузях національного господарства на всіх рівнях виробничої діяльності, корегувати їх у необхідних випадках.

**Ключові слова** – безпека виробництва, коефіцієнт травматизму, алгоритм, інтегрований показник, позиція підприємства.

*Постановка проблеми.* Оцінювання безпеки виробництва завжди має на увазі певну мету, яка визначає, по-перше, термін оцінювання (так званий «горизонт оцінювання»), і, по-друге, точність, якої вимагають щодо результатів оцінювання на певному інтервалі часу. Наслідком цього є необхідний ступінь деталізації уявлень про стан процесів, розгляд яких поставлено за мету.

Реальні процеси, наявні у виробництві, незрівнянно складніші, ніж будь-які інтелектуальні побудови їх дослідників, і тому абстрактне пророчення як самоціль не має значної цінності. Використання ж деякої мети - пророцтво (поняття доцільності безпосередньо до конкретного дослідження) з урахуванням багатьох припущень і обмежень, дає змогу побачити оцінювання як наукове бачення. Необхідними етапами наукового дослідження будь-якого процесу, наявного у виробництві, в тому числі і прогнозуванням його еволюції є такі:

- відбудова моделі процесу, який досліджується;
- відтворення меж, які є характерними для дослідження самого

процесу в термінах побудови моделі, формулювання мети дослідження.

Сумісна реалізація визначених етапів дає змогу побудувати моделі досліджуваного процесу. Важливо розуміти, що модель може мати як формальний вигляд (задаватися деякими математичними відношеннями), так і описову структуру, яка задає тільки основні закономірності, що реально спостерігають.

Для оцінювання безпеки виробництва в умовах «довгострокового прогнозу» використання математичних методів у «чистому вигляді» надто проблематичне. Визначені методи слід використовувати на певних етапах оцінювання. В цьому разі найбільш прийнятним є метод експертних оцінок. Метод експертних оцінок дає змогу передбачити подальші напрямки удосконалення старих машин, механізмів, технологічних процесів чи розробку нових, а також на основі цього визначати рівень, характер, тяжкість та інші можливі показники травматизму.

Внаслідок визначення подальшого розвитку техніки і технології сільськогосподарського виробництва, оцінку характеру і рівня травматизму доцільно вести за двома напрямками. Перший — це вишукування діючих аналогів у нових технічних рішеннях і визначення прогнозу травматизму з використанням статистичної обробки відомих даних в умовах використання існуючих рішень. Друге - (напрямок в умовах відсутності аналогів) — визначення травмуючих факторів нового обладнання і технологічних процесів за допомогою методу скоректованих думок, з послідовним їх ранжируванням. Тут слід також урахувати, що народження нових рішень, які спрямовані на подальше придушення визначеної виробничої небезпеки чи шкоди, може викликати появу нових небезпек (чи шкідливостей) іншого виду. Тому на цьому етапі необхідно виявити недоліки нових рішень, визначити їх значимість з погляду можливого травмування.

Кожна людина, кожний індивід для забезпечення своїх життєво необхідних потреб здійснює певний вид трудової діяльності. Така діяльність людини супроводжується потенційною небезпекою і може призводити до травм, захворювань, погіршення самопочуття, інших негативних наслідків. Тому для мінімізації таких негативних явищ в процесі трудової активності людини розробляються і закріплюються методологічні основи оцінювання безпеки виробництва. Проблема захищеності працюючого населення, удосконалення методів організації охорони праці на підприємстві, в установі, організації є актуальною на сьогоднішній день.

*Аналіз останніх досліджень.* Оцінювання безпеки виробництва й ефективності заходів для її поліпшення є однією з основних задач управління охороною праці. Всі види господарської діяльності так чи

інакше впливають на рівень безпеки виробництва, підвищуючи чи знижуючи його. Науковцями Гадзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О., Заверуха Н. М., Зацарний В.В та іншими були проведені дослідження оцінки безпеки виробництва та ефективності заходів по покращенню охорони праці на суб'єктах підприємницької діяльності [3], [4].

Такі дослідження носили вибірковий характер по відношенню до галузей діяльності, тому даний напрямок вимагає подальшого вдосконалення по оцінці безпеки виробництва.

*Формулювання мети статті.* Дослідження факторів впливу на стан охорони праці та визначення порядку оцінки безпеки виробництва.

*Основна частина.* Даний метод базується на вибірних коефіцієнтах травматизму, тенденціях їх зміни та відповідної інтерпретації, що дає змогу робити порівняльний аналіз окремих виробництв з точки зору безпеки праці та загрози здоров'ю працюючих.

Алгоритм дії при використанні методу.



Рис. 1. Алгоритм дії при використанні методу.

Визначення коефіцієнтів травматизму, віднесеного до об'єму продукції проводиться таким чином.

Коефіцієнт частоти травматизму  $W_0$  – середньоарифметична величина коефіцієнтів частоти травматизму на виробництві (всього).  $W_{0i}$  – на виробництві у конкретному році.

$$W_o = \frac{\sum_{i=1}^n W_{oi}}{n}, \quad (1)$$

де  $n$  – кількість років, що аналізуються.

Значення коефіцієнту  $W_{oi}$  можна розрахувати за формулою

$$W_{oi} = \frac{Q}{T} \cdot 100000, \quad (2)$$

де  $Q$  – кількість нещасних випадків на виробництві за роками, всього;

$T$  – об'єм виробництва, тис.т.

Коефіцієнт частоти травматизму  $W_C$  – середньоарифметична величина коефіцієнтів частоти з важкими наслідками на виробництві ( $W_{ci}$ ) за роками:

$$W_C = \frac{\sum_{i=1}^n W_{ci}}{n}, \quad (3)$$

де  $n$  – кількість років, що аналізуються.

Значення коефіцієнту  $W_{ci}$  можна розрахувати за формулою

$$W_{ci} = \frac{C}{T} \cdot 100000, \quad (4)$$

де  $C$  – кількість важких нещасних випадків на виробництві за роками, всього;

$T$  – об'єм виробництва продукції, тис.т.

Коефіцієнт частоти травматизму  $W_S$  – середньоарифметична величина коефіцієнту частоти травматизму зі смертельними наслідками на виробництві ( $W_{si}$ ) за роками

$$W_S = \frac{\sum_{i=1}^n W_{si}}{n}, \quad (5)$$

де  $n$  – кількість років, що аналізуються.

Значення коефіцієнту  $W_{si}$  можна розрахувати за формулою

$$W_{si} = \frac{S}{T} \cdot 100000, \quad (6)$$

де  $S$  – кількість смертельних нещасних випадків за роками, всього;

$T$  – об'єм виробництва продукції, тис. т.

Показник тенденції зміни коефіцієнту частоти травматизму (всього)  $W_o^T$  визначається на підставі значень коефіцієнтів травматизму (всього) на 100 тис.т. продукції в аналізованому періоді. Його значення відповідає значенню направляючого коефіцієнту формули прямої лінії

$$y = ax - b, \quad (7)$$

яка визначені на підставі цих коефіцієнтів.

Коефіцієнти  $a$  і  $b$  визначаються таким чином:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sum (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}, \quad (8)$$

де  $\bar{y}$  - середні значення.

Інтегрований коефіцієнт частоти травматизму  $Z$  визначається як сума раніш визначених коефіцієнтів  $W_0, W_C, W_S, W_o^T$ .

$$Z = W_0 + W_C + W_S + W_o^T. \quad (9)$$

Середній інтегрований коефіцієнт частоти для всього підприємства ( $W$ ) визначається як середньоарифметична величина інтегрованих коефіцієнтів частоти окремих виробництв за аналізуемий період

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{K}, \quad (10)$$

де  $K$  – кількість виробництв на даному підприємстві.

Визначення індивідуального (для підприємства) показника стану безпеки в аспекті загрози здоров'ю працюючих ( $P$ ) проводяться як зрівняння середнього інтегрованого коефіцієнту травматизму для всього підприємства ( $W$ ) і інтегрованого показника травматизму, визначеного для даного виробництва ( $Z$ )

$$P = \left(1 - \frac{W}{Z}\right) \cdot 100. \quad (11)$$

Більш високий показник  $P$  говорить про більш високу позицію підприємства в рейтингу з точки зору безпеки.

*Висновки.* Отже, для постійної підтримки високого рівня безпеки робіт, забезпечення їх нешкідливості і сприятливості умов праці необхідно здійснювати заходи, що дозволяють оцінювати стан безпеки виробництва у всіх галузях народного господарства і на всіх рівнях виробничої діяльності, корегувати їх у необхідних випадках. Виконання цих функцій покладається на органи нагляду і контролю в області охорони праці.

#### Література

1. Загальна документація, що регулює організаційні функції з охорони праці при створенні підприємства та в процесі його діяльності // Охорона праці. – 2006. – №1. – С. 4–18.
2. Рекомендації щодо побудови системи управління охороною праці на виробництві. Затв. наказом МНС України №398 від 27.06.2006 р.
3. Гадзюк М.П. Основи охорони праці : підручник / М.П. Га-



дзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. - 2-ге вид. - К. : Каравела, 2004. - 408 с.

4. Желібо Є.П. Безпека життєдіяльності / Є.П. Желібо, Н.М. Заверуха, В.В. Зацарний. – К. : Каравела, 2003. – 328 с.

5. Лесенко Г.Г. Підготовка документів для оцінки ступеня професійного ризику виробництва / Г.Г.Лесенко // Охорона праці. – 2004. – №5. – С 12–36.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРАВМАТИЗМА**

Рогач Ю.П., Лущенко В.Л., Гранкина Е.В., Головин С.В.

*Аннотация* - в статье исследована методика и определен порядок оценки безопасности производства. В статье показано, что для постоянной поддержки высокого уровня безопасности работ, обеспечения их безвредности, благоприятности условий труда необходимо осуществлять мероприятия, которые позволяют оценивать состояние безопасности производства во всех областях национального хозяйства на всех уровнях производственной деятельности, корректировать их при необходимости.

## **DEFINITION OF THE ESTIMATION OF SAFETY OF MANUFACTURE TAKING INTO ACCOUNT TRAUMATISM FACTORS**

U. Rogach, V. Lushchenkov, E. Grankina, S. Golovin

### *Summary*

In article the technique is investigated and the order of an estimation of safety of manufacture is defined. In article it is shown that for constant support of high level of safety of works, maintenance of their harmlessness, usefulness of working conditions it is necessary to carry out actions which allow to estimate a manufacture security status in all areas of a national economy at all levels of industrial activity, to correct them if necessary.

УДК 631.354

## СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОБЧІСУВАННЯ НА КОРЕНІ

Рогач Ю.П., к.т.н.,

Шегеда К.О., аспірант,

Шегеда А.В., аспірант,

Шокарев О.М., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-20-74

**Анотація** – технологічний процес збирання зернових культур методом обчісування на корені розглядається як система «оператор-комбайн обчісувального типу-середовище». Розглядається проблема урівноваження поперечних коливань різального пристрою.

**Ключові слова** – обчісування рослин на корені, система «оператор-комбайн обчісувального типу-середовище», безпека, вібрація, різальний пристрій.

*Постановка проблеми.* Стратегічно важливою сільськогосподарською галуззю для України є виробництво зерна, економіка якої на пряму залежить від технічного рівня та стану машинно-тракторного парку. Але саме в парку зернозбиральної техніки на сьогодні склався критичний стан. Оскільки він майже на 70-80% складається з застарілих комбайнів, ресурс яких фактично вичерпаний. Тому в сучасній політиці корінних змін у сфері агропромислового комплексу України особливе місце займає розвиток вітчизняного комбайнобудівництва та освоєння виробництва нової високоєфективної зернозбиральної техніки. До нових технологій відносяться і комбайнове збирання зернових культур та рису методом обчісування на корені. Розробки такого способу ведуться у Таврійському агротехнологічному університеті [1].

Особливість даного способу є у тому, що обчісувальний пристрій, що прикріплений до комбайну замість жнивarki, виконує обмолот зернових культур на корені з наступним збором та доопрацюванням обчесаного вороху у комбайні. Незернова частина врожаю (обчесані стеблини) у молотильно-сепарувальний пристрій комбайна

не потрапляють, в результаті чого досягається істотне підвищення пропускної здатності комбайна.



Рис. 1. Зернозбиральний комбайн обчисувального типу з різальним пристроєм.

Переваги даного способу перед традиційним прямим комбайнуванням полягають у наступному: підвищення продуктивності збирання зернових культур; зменшення витрат зерна та його травмування; зменшення енергоємності комбайна; скорочення строків збирання та звільнення поля під врожай майбутнього року. Впровадження нового комбайну обчисувального типу дозволяє знизити матеріалоемність та підвищити техніко-економічні і технологічні показники. Але при цьому залишаються відкритими питання поліпшення умов праці при експлуатації комбайна обчисувального типу.

Особливістю процесу збирання зернових культур методом обчисування на корені є те, що він здійснюється в умовах чинників виробничого середовища, які постійно змінюються, що є продуктом природних процесів і, зокрема, виробничої діяльності оператора. У той же час, в силу фізіологічних та економічних причин, можливості адаптації оператора і комбайна до природних коливань параметрів виробничого середовища досить обмежені.

Неузгодженості, що виникають між елементами технологічної системи «оператор-комбайн обчисувального типу-середовище» (О-К-С) призводять до різкого зростання числа їх відмов, що знижує безпеку процесу збирання зернових культур і, як наслідок, - безпеку оператора мобільної сільськогосподарської машини. Відомо, що безпека технологічної системи «О-К-С» залежить від факторів небезпеки, закладених в кожній з її підсистем, тобто в операторі, комбайні та середовищі. Кожна з підсистем охоплює велику кількість факторів небезпеки. Однак, до теперішнього часу відсутня система оцінки ризику травмування оператора технологічної системи «О-К-С» при виконанні процесу збирання зернових культур методом обчисування на корені. Звідси випливає, що дослідження і вдосконалення методів і засобів підвищення безпеки технологічної системи «О-К-С» в процесі збирання зернових культур методом обчисування на корені є актуальною проблемою, вирішення якої має важливе народногосподарське значення.

*Формулювання мети статті.* У статті розглянуті окремі і взаємопов'язані дії елементів системи «оператор-комбайн обчисувального типу-середовище» в процесі збирання зернових культур методом обчисування на корені, які впливають на його безпеку і є основними факторами ризику травмування оператора зернозбирального комбайна.

За критерії ефективності використання комбайна обчисувального типу по поліпшенню умов праці передбачається:

- підвищення безпеки праці;
- полегшення праці обслуговуючого персоналу;
- зниження вібрацій та шумів;
- зниження запилювання;
- підвищення культури праці.

Тому необхідно підвищити безпеку процесу збирання зернових культур за рахунок удосконалення технологічної схеми «комбайн обчисувального типу» та обґрунтування конструктивних параметрів обчисувального модуля шляхом удосконалення технологічної схеми:

- розробки моделі приводу різального апарату, який забезпечує повне врівноваження пристрою, що виключає вібрацію та шуми, полегшує обслуговування апарату;
- обґрунтувати геометричні параметри заднього кожуха обчисувального пристрою з метою зниження габаритів модуля та запиленості під час роботи;
- розробити модель пристрою для контролю глибини занурення обчисувального модуля в хлібостій, що дозволяє підвищити культуру безпеки праці.

*Аналіз останніх досліджень.* Для різання обчесаних стебел найбільш компактним і технологічно надійним є сегментний пальцьовий

різальний апарат зі зворотно-поступальним рухом ножа, а для очищення зони різання використовується транспортуючий механізм, який виконано у вигляді контуру нескінченного ланцюга із закріпленими на ньому граблинами, які розташовано над різальним апаратом паралельно площині сегментів. Переорієнтування зрізаних стебел забезпечується нанесенням по ним бічних ударів нижче центру ваги [2].



Рис. 2. Різальний пристрій сегментного типу с транспортуючим механізмом.

*Основна частина.* Значна кількість факторів, які впливають на надійність і безпеку процесу збирання зернових культур, їх складний характер і складні взаємозв'язки, різних оціночних критеріїв та значимості роблять необхідним застосовувати системний підхід до їх вивчення. Технологічний процес збирання зернових культур методом обчисування на корені включає підсистеми «середовище», яке представлено факторами навколишнього і виробничого середовища, «комбайн», який виконує процес збирання зернових культур методом обчисування на корені, і «оператор», який являється центральним організуючим і керуючим елементом.

Система «О-К-С», виконуючи певні функції з обмолоту зернових культур на корені, зі скошування обчисаних стебел, має вхідні і вихідні фактори (Рис.3).



Рис. 3. Основні джерела та фактори небезпек в технологічній системі «оператор» - «комбайн обчисувального типу» - «середовище» (О-К-С).

Вхідні фактори характеризуються умовами функціонування системи «О-К-С», які включають в себе особливості культури, що збирається, стан культури в момент збирання, стан поля и доріг. До вихідних факторів слід віднести: параметри надійності і безпеки системи «О-К-С», які включають результати роботи системи, тобто продуктивність і ризик травматизму

оператора мобільної сільськогосподарської машини.

На надійність і безпеку функціонування технологічної системи «О-К-С» впливають умови навколишнього і виробничого, організаційно-технологічні і експлуатаційно-технологічні фактори.

При сталому режимі технологічного процесу оператор, як правило, візуально визначає стан вихідних параметрів, і у випадку виходу їх за певні величини корегують режимні параметри роботи машини. Для підтримання надійності і безпеки функціонування системи «О-К-С» до її управління підключаються організаційні і експлуатаційні служби.

В штатній ситуації візуально або за допомогою приборної інформації оператор може визначити порушення технологічного процесу і, як наслідок, виникнення аварійних ситуацій і своєчасно усувати їх. При нештатних ситуаціях, наприклад при раптовому виявленні перешкоди або відмові гальмівної системи оператор зазнає нервову перенапругу і може зробити помилкові дії, які приводять до зниження безпеки технологічного процесу.

При розгляді підсистеми «оператор» в системі «О-К-С», з позиції інформаційної взаємодії всіх елементів враховуються лише ті фактори, які впливають на хід технологічного процесу, несуть потік інформації, чітко сприйняття якого і визначення правильності дії характеризують безпеку системи.

За кількістю і якістю інформації, що надходить від системи «О-К-С» можна констатувати, що її достатньо багато і вона складна, оператор повинний мати професійну придатність і високу кваліфікацію для чіткого сприйняття інформації і правильного виконання керуючих впливів. Природні можливості оператора обмежені, і повний прийом потоку інформації в зв'язку з незадовільною наявністю засобів відображення інформації і контролю також обмежені.

Цьому можна припустити, що основними причинами низької безпеки процесу збирання зернових культур являється: відсутність автоматичного контролю за режимними параметрами технологічного процесу; обмеження можливості якісного виконання впливів з управління рухом машини і регулювання технологічного процесу; недостатня професійна придатність і кваліфікація операторів машин для управління складною системою «О-К-С».

Для підвищення безпеки процесу збирання зернових культур дуже важливо вивчити особливості взаємодії системи «О-К-С». Для оцінки безпеки взаємодії елементів системи «О-К-С» необхідно обґрунтувати оціночний критерій і визначити його теоретичні і експериментальні залежності з показниками професійної кваліфікації оператора, пристосованості (ергономічності і безпечності) машини до технологічного керування в штатних і нештатних ситуаціях виробничого середовища. При цьому показники оцінки підсистем «оператор», «комбайн обчисувального

типу» и «середовище» повинні описуватись кількісними характеристиками, які зіставляються між собою [3].

Конструктивні елементи комбайна в свою чергу є вхідними параметрами. Наприклад, конструкція обчисувального пристрою впливає на запиленість повітря в кабіні, а різальний пристрій з механізмом укладки у валок зрізаних і обчесаних стеблин впливає на акустичний та вібраційний фон.

При використанні малогабаритного вище згаданого різального пристрою виникає проблема урівноваження поперечних коливань.

При рівномірному обертанні кривошипного механізму приводу ніж та інші деталі різального апарату мають змінні за напрямком прискорення. Сили інерції, які виникають при цьому, спричиняють динамічний тиск у механізмах. Цей тиск передається на весь різальний пристрій, що викликає струшування та коливання.

При цьому поперечне переміщення різального пристрою ( $S_{mn}$ ) можна визначити із виразу

$$S_{mn} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{m_n}{m_{pn}} \cdot \sqrt{(2S - e_o - e_1)(e_o + e_1)}, \quad (1)$$

де  $m_n$  - маса ножа, кг,  $m_n=9$ ;

$S$  - хід ножа, мм, 76;

$e_o$  - ширина верхньої кромки сегменту, мм, 10;

$e_1$  - ширина протирізальної частини пальця, мм, 16;

$t$  - час, який дорівнює півперіоду коливань, с;  $t = \pi/\omega$ ;

$m_{pn}$  - маса різального пристрою, кг, 90.

Розрахунки показують, що поперечне переміщення серійної жатки для прямого комбайнування складає 0,8 мм, тоді як для різального пристрою комбайна обчисувального типу на порядок вище – 10 мм.

При поперечному переміщенні пристрою на 10 мм значно зростає ймовірність проковзування стеблин за рахунок збільшення поперечного відгину стеблин, що негативно відображується на втрахах незернової частини врожаю.

З попереднього можна зробити такі висновки: щоб зменшити поперечне переміщення різального пристрою треба урівноважити сили інерції за рахунок використання різального апарату на основі нескінченного ланцюга.

Визначивши величину інерційної сили ножа, можна вирішити цілий ряд проблем, пов'язаних зі зниженням вібрацій у пристрої, розрахунком окремих деталей на міцність, визначенням тиску у кінематичних парах.



За значенням сил інерції є можливість судити про енергетичні затрати на подолання їх опору.

Потрібна для цієї мети потужність визначається за формулою:

$$N = \frac{m_n \cdot \omega^3}{4\pi} \cdot (2S - \epsilon_o - \epsilon_1) \cdot (\epsilon_o + \epsilon_1), \quad (2)$$

де  $\omega$  - циклічна частота коливань ножа,  $\text{с}^{-1}$

*Висновки.* Таким чином, представлений системний підхід у дослідженні безпеки процесу збирання зернових культур методом обчисування на корені виявив групи факторів безпеки, взаємозв'язок і взаємодії підсистем «комбайн обчисувального типу», «оператор» та «середовище».

Аналітичний опис взаємозв'язків і взаємодій підсистем «комбайн», «оператор» та «середовище» вказує на наявність в системі «О-К-С» об'єктивної закономірності між критерієм ризику травмування операторів зернозбиральних комбайнів обчисувального типу і показниками виробничого та навколишнього середовища, професійної кваліфікації оператора, пристосованості комбайну до технологічного управління у штатних і позаштатних ситуаціях.

Основними напрямками вдосконалення комбайну є розробка різального апарату на основі нескінченного ланцюга.

Використання такого апарату зменшить коливання різального пристрою та вібрацію в кабіні комбайна.

Обґрунтування параметрів заднього кожуха обчисувального пристрою і заміна його на герметичний дозволить зменшити запилювання в кабіні комбайна. Поток пилу при обчисуванні проходить крізь комбайн і не підвищує небезпеку оператора.

Важливим моментом по вдосконаленню комбайна обчисувального типу є розробка конструкції пристрою для контролю глибини занурення обчисувального модуля, використання якого в свою чергу приведе до полегшення праці обслуговуючого персоналу та підвищення культури праці.

#### Література

1. Разработать технологические процессы и основные рабочие органы рисоуборочного комбайна и полевой уборочной машины, основанных на принципе обмолота растений на корню // Заключительный отчет по НИР / Мелитоп. институт мех. сел. Хоз ; № ГР02910041798. – Мелитополь, 1990. – 60 с.

2. Шокарев О.М. Обґрунтування технологічної схеми та основних параметрів різального пристрою рисозбирального комбайну

обчисувального типу. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. - Луганськ. : ЛНАУ, 2002. - 22 с.

3. *Аверьянов Ю.И.* Повышение безопасности процесса уборки зерновых культур на основе совершенствования системы «оператор-машина-среда». Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. - Челябинск. : ЧСАУ, 2006. – 265 с.

### **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОЧЁСЫВАНИЯ НА КОРНЮ**

Рогач Ю.П., Шегеда Е.О., Шегеда А.В., Шокарев А.Н.

*Аннотация* - технологический процесс уборки зерновых культур методом очёсывания на корню рассматривается как система «оператор-комбайн очёсывающего типа-среда». Рассматривается проблема уравнивания поперечных колебаний режущего устройства.

### **APPROACH OF THE SYSTEMS TO RESEARCH OF SAFETY OF PROCESS OF COLLECTION OF GRAIN-CROPS BY METHOD OF OBCHISUVANNYA ON ROOTS**

J. Rogach, K. Shegeda, A. Shegeda, A. Shokarev

#### *Summary*

The technological process of collection of grain-crops on roots is examined the method of obchisuvannya as a system «operator-combine of obchisuval'nogo tipu-seredovische». The problem of balancing of transversal vibrations of cutting device is examined.

УДК 331.4(075)

## ПІДХОДИ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ ПРАЦЕОХОРОННОГО НАВЧАННЯ В АПК

Войналович О.В., к.т.н.,

*Національний університет біоресурсів і природокористування  
України*

Петров В.В., к.т.н.,

Зоря М.В., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-14-38

**Анотація** - запропоновано сучасні підходи для підвищення ефективності працезохоронного навчання. Розроблено організаційні засади проведення етапів такого навчання.

**Ключові слова** - охорона праці, працезохоронне навчання, ефективність навчання.

*Постановка проблеми.* На питання, чи ефективним є навчання з охорони праці, яке як один з профілактичних працезохоронних заходів щорічно у досить великих обсягах фінансує Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України (ФССНВВПЗ України), однозначну відповідь дати важко. Щорічні звітні дані про підсумки такого навчання, які надають обласні управління ФССНВВПЗ України, показують, що тисячі спеціалістів з охорони праці різних підприємств, організацій і установ успішно здали відповідні іспити та отримали посвідчення про належний рівень знань з охорони праці. Правління ФССНВВПЗ України у свій час затвердило Програму навчання та тематичний план (з 9 тем), яких в основному дотримуються Навчально-методичні центри з охорони праці, що проводять навчання як за кошти ФССНВВПЗ України, так і за кошти підприємств.

На жаль, у більшості випадків на цьому вплив ФССНВВПЗ України на якість проведення навчання з охорони праці закінчується. Практично відсутні методичні матеріали для проведення навчання з питань охорони праці, підсумкової перевірки знань, об'єктивні дані досліджень щодо ефективності такого навчання.

Як правило, навчання з питань охорони праці – це лише лекції, часто за відсутності наочності, без застосування сучасних засобів представлення матеріалу. Проведення лекцій не передбачає практичного навчання слухачів, які до того ж не забезпечені навчально-методичними посібниками.

І якщо для керівників підприємств важливим є засвоєння організаційних засад та усвідомлення власних обов'язків з охорони праці, то для спеціалістів з охорони праці (а також осіб, на яких наказом покладено виконання таких обов'язків) вкрай необхідно під час навчання отримати практичні навички та вміння щодо порядку розслідування нещасного випадку чи професійного захворювання, організації проведення медичних оглядів, працезахоронного навчання різних категорій працівників, контрольних-наглядових заходів з питань охорони праці та ін.

*Аналіз останніх досліджень.* Певні зауваги можна вказати також щодо наповнення працезахоронного навчання [1, 2]. В основу навчання з охорони праці закладено тезу про необхідність через кожні 3 роки повторювати матеріал практично у незмінюваному вигляді. Але ж спеціалісти з охорони праці, на яких зорієнтовано навчання під егідою ФССНВВПЗ України, мають принципово різний рівень знань з питань охорони праці, працезахоронний світогляд та стаж роботи в охороні праці. Мета навчання у них теж різна [3].

Одних, а це здебільшого фахівці з великим стажем роботи у галузі охорони праці, цікавлять нововведення і зміни у працезахоронному законодавстві та їх обґрунтовані пояснення, вони бажають оновити свій багаж знань з охорони праці та проконсультуватися з тих практичних питань, з якими їм доводиться стикатися у повсякденній роботі.

Інші сподіваються протягом тижня вивчити охорону праці практично з нульового рівня, адже їх призначення наказом керівника підприємства на посаду спеціаліста з охорони праці за сумісництвом часто зумовлено безпосередньо проведенням навчання на безкоштовній основі у Навчально-методичному центрі з охорони праці (НМЦ з охорони праці).

А декому потрібно отримати лише відповідне посвідчення, адже вони не усвідомили соціально-виробничого аспекту охорони праці. Для них охорона праці не є важливим елементом діяльності підприємства і сприймається лише як зайвий тягар чи клопіт.

*Формулювання мети статті.* Показати методичні підходи, які можуть бути використані для підвищення ефективності навчання з питань охорони праці, та розробити організаційні засади проведення окремих етапів такого навчання.

*Основна частина.* Потрібно зрозуміти, що працезахоронне навчання принципово має відрізнятися від всякого іншого, адже від його

ефективності безпосередньо залежить життя і здоров'я людей. Це не пафос, а об'єктивна реальність. І якщо в інших галузях підвищенням кваліфікації працівників займаються відповідні установи на рівні інститутів, то навчання з охорони праці віддано на відкуп навчальним центрам, яким нині навіть не потрібно отримувати ліцензію.

Особливо потрібно звернути увагу на ефективність навчання членів постійно-діючих комісій з перевірки знань з охорони праці. Як правило, це головні спеціалісти та керівники середньої ланки підприємств, яким нібито і немає часу займатися питаннями охорони праці, тим більше вчитися. Але саме від них залежить статус охорони праці у районі загалом і на окремих підприємствах. Саме для цієї категорії працівників потрібно запропонувати найбільший відсоток самостійної роботи під час вивчення нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП) та інших працезохоронних документів, але натомість надати певні навчально-методичні матеріали.

Не секрет, що на багатьох підприємствах АПК охорона праці фінансується за залишковим принципом, проявом чого є те, що професійні ризики та рівні виробничого травматизму в галузі суттєво перевищують загальноєвропейські. Згідно із залишковим принципом здебільшого здійснюється фінансування навчання з питань охорони праці керівників підприємства, спеціалістів з охорони праці, членів постійно-діючої комісії з перевірки знань з охорони праці працівників підприємства. Тому більшої ваги набуває навчання з охорони праці за рахунок коштів ФССНВВПЗ України.

Отже, постало нагальне питання удосконалення підходів щодо організації працезохоронного навчання у бік підвищення його ефективності. Таке навчання не повинно залишатися у сфері інтересів лише ФССНВВПЗ України, до його проведення повинні докласти зусиль як керівники підприємств і організацій, так і керівники районної та обласної ланок управління (РДА, ОДА).

Навчання з охорони праці має бути структурованим і поєднувати у відповідних пропорціях залежно від категорії слухачів лекції, практичні заняття (бажано у вигляді ділових ігор), самостійну роботу у вигляді освоєння запропонованого методичного матеріалу та виконання індивідуальних завдань, консультацій (індивідуальних чи у вигляді круглих столів) і лише тоді атестацію (залік) набутих знань і умінь. Далі у стислій формі викладено підходи щодо організації вказаних видів навчання з питань охорони праці.

**І.Лекції.** Проведенню лекцій повинно передувати ознайомлення слухачів з викладеним у стислій формі матеріалом лекції. Для цього потрібно розробити короткий лекційний курс з охорони праці, де з короткими поясненнями має бути викладено зміст відповідних НПАОП у вигляді рисунків, схем, таблиць, графіків тощо. Цей наочний матері-

ал потрібно також сформувати у вигляді презентацій, які можна буде показувати за допомогою ПК і мультимедійного проектора на екрані відповідного розміру. Доцільно ілюструвати лекційний матеріал показом кінороликів (фільмів) працезахоронної тематики. Створення сценаріїв таких кінороликів (фільмів) потрібно покласти на фахівців з охорони праці (зокрема кафедр з охорони праці та безпеки життєдіяльності вузів) з великим досвідом роботи у галузі та творчим підходом до викладання.

**II. Практичні заняття (ділові ігри).** Метою практичних занять з охорони праці є набуття практичних навичок з таких працезахоронних тем: користування первинними засобами пожежогашіння, перевірка роботи сповіщувачів про пожежу, надання першої долікарської допомоги та ін. Звичайно практичне заняття повинно бути забезпечено відповідними НПАОП, наочними матеріалами, макетами, моделями чи натурними об'єктами.

До найбільш ефективних форм практичного навчання належать ділові ігри (ДГ), які мають допомогти спеціалістам з охорони праці та посадовим особам підприємств набути організаційних навичок у галузі охорони праці. Серед них доцільно активно використовувати наступні:

1. ДГ «Проведення розслідування нещасного випадку на виробництві».
2. ДГ «Проведення розслідування професійного захворювання (отруєння)».
3. ДГ «Організація навчання з охорони праці на підприємстві».
4. ДГ «Організація проведення атестації робочих місць за умовами праці на підприємстві».
5. ДГ «Організація проведення медичних оглядів працівників, зайнятих на шкідливих та важких роботах».
6. ДГ «Організація проведення перевірки з питань охорони праці у виробничих підрозділах підприємства».
7. ДГ «Організація проведення перевірки стану пожежної безпеки на підприємстві».
8. ДГ «Організація проведення наглядових заходів з охорони праці»
9. ДГ «Виявлення небезпек та шкідливостей на робочих місцях» та ін.

Суть проведення ділових ігор з охорони праці полягає у наступному. Учасників ділової гри розподіляють на декілька підгруп, у кожній підгрупі з числа слухачів призначають посадових осіб підприємства АПК (директора, інженера з охорони праці, головних спеціалістів та керівників середньої ланки). Залежно від теми ділової гри її учасники також можуть моделювати діяльність державного

інспектора Держгірпромнагляду, страхового експерта відділення виконавчої дирекції ФССНВВПЗ України, державного інспектора пожежної охорони, лікаря районної санепідемстанції та ін. Розроблення похвилинного плану проведення ділової гри дозволяє за відповідної підготовки учасників та викладача провести ділову гру стисло з максимальним навчальним ефектом.

Як практичні заняття також можна розглядати проведення «майстер-класів з охорони праці», коли викладач безпосередньо на підприємстві, де проходить навчання, показує, як у повному обсязі організувати, наприклад, первинний інструктаж на певному робочому місці та правильно його оформити. Або на цьому ж робочому місці виявити потенційні небезпеки та шкідливості і запропонувати заходи для їх усунення.

### ***III. Самостійна робота (виконання індивідуальних завдань).***

Як вид самостійної роботи можна запропонувати слухачам розробити окремі документи, які регламентують питання охорони праці на підприємстві: інструкції, тексти інструктажів, переліки, листи, повідомлення тощо. Для цього слухачі мають бути забезпечені типовими формами цих документів у комп'ютерній формі, тобто має бути організовано робоче місце спеціаліста з охорони праці на базі ПК з відповідним документальним наповненням. Майбутнє охорони праці в оперативному обліку та швидкому знаходженні інформації, а тому роботу спеціаліста з охорони праці без ПК через декілька років будуть сприймати як архаїзм.

Підвищення працезахоронного світогляду на інформаційній комп'ютерній базі має стати основою навчання з охорони праці всіх категорій слухачів.

***IV. Консультації (проведення круглих столів).*** Навчання з охорони праці потрібно вважати закінченим лише тоді, як всі слухачі отримають обґрунтовані відповіді на запитання, з якими вони прийшли до НМЦ з охорони праці. Тому ФССНВВПЗ України повинен доручати проведення навчання з охорони праці не за принципом найнижчої вартості навчання, а лише тим навчально-методичним центрам з охорони праці, в яких працюють фахівці з достатньо великим досвідом роботи в охороні праці, а у навчальний процес впроваджено відповідну інформаційну працезахоронну базу.

Потрібно зазначити, що законодавство з охорони праці досить мінливе, а якщо порівняти окремі НПАОП, то воно містить певні протиріччя. Роз'яснення окремих питань охорони праці, які можна знайти у науково-виробничій літературі, часто настільки переповнені посиланнями на пункти окремих НПАОП, що докопатися до суті питання надзвичайно важко. Через це консультації з охорони праці, на-

дані у ході навчання викладачами, а інколи й слухачами, часто стають чи не єдиним джерелом достовірної інформації.

Тому всі лекційні, практичні та інші форми навчання повинні закінчуватися запитаннями, які навіть можуть не стосуватися безпосередньо теми заняття. Староста, якого група слухачів вибирає на період навчання, повинен вести не лише журнал відвідування, який щоденно візує викладач та організатори навчання, а й коротко записувати запитання та надані роз'яснення.

Форма навчання у вигляді круглих столів дозволяє слухачам обмінятися досвідом роботи у галузі охорони праці, налагодити інформаційні зв'язки між підприємствами з працезохоронних питань, виявити недоліки в організації охорони праці на підприємстві.

***V.Перевірка набутих знань з охорони праці.*** В основу складання заліку після проходження навчання з охорони праці потрібно закласти принцип: «соромно серед колег бути невігласом з питань охорони праці». Необхідно запровадити підхід, коли слухача, який не виявив відповідних працезохоронних знань, буде проатестовано повторно тільки через 5-10 днів підготовки.

У роботі комісій з перевірки знань з охорони праці слухачів, які проходили навчання за кошти ФССНВВПЗ України, мають брати участь державний інспектор Держгірпромнагляду, страховий експерт відділення виконавчої дирекції ФССНВВПЗ України та інші районні спеціалісти з охорони праці. Щоб оцінити набуті знання з питань охорони праці необхідно розробити тестові завдання, які б дозволяли виявляти рівень знань з усіх тем навчання. Перспективним є використання комп'ютерних екзаменаторів, але лише таких, де в основу оцінення знань покладено не заучування текстів НПАОП, а їх розуміння.

Після закінчення навчання обов'язковим має стати заповнення слухачами анкет про якість проведення навчання, де окремими пунктами повинно бути оцінено: - корисність та інформативність навчання; - глибину отриманих знань; - наочність представлення навчального матеріалу; - методичну забезпеченість; - компетентність викладачів; - їх педагогічну майстерність та ін.

ФССНВВПЗ України має виступити з ініціативою створення баз даних щодо проходження навчання з охорони праці керівниками підприємств та районних установ, спеціалістами з охорони праці, членами постійно-діючих комісій з перевірки знань з охорони праці.

Враховуючи обмеженість коштів, які щорічно ФССНВВПЗ України виділяє на проведення навчання з охорони праці, потрібно розглянути питання щодо запровадження більш жорстких критеріїв розподілу цих коштів, спрямовуючи їх винятково для навчання спеціалістів з охорони праці, які працюють на штатній основі, та членів



постійно-діючих комісій з перевірки знань з охорони праці тих підприємств, які фінансуються з бюджету.

Разом з тим окрему увагу потрібно зосередити на навчанні з охорони праці посадових осіб середньої ланки, які безпосередньо відповідають за рівень безпеки праці на робочих місцях і повинні досконало знати відповідні працезахоронні нормативи. Залучення до навчання під егідою ФССНВВПЗ України цієї категорії працівників можна здійснити під час проведення практичних занять та ділових ігор на підприємствах.

*Висновки.* Навчання з охорони праці, яке організують за кошти ФССНВВПЗ України, має бути багатоетапним:

I етап. Розроблення навчально-методичного забезпечення навчання з охорони праці: навчально-наочних посібників, презентацій, ділових ігор, кінороликів (фільмів), тестових завдань тощо. Важливим є розроблення комп'ютеризованого робочого місця спеціаліста з охорони праці, побудованого на засадах всебічного представлення документації з охорони праці на галузевому рівні.

II етап. Складання у районах списків навчальних груп за професійним, галузевим чи іншим принципом. Зокрема, професійний принцип передбачає окреме навчання: - керівників підприємств (установ) та членів постійно-діючих комісій підприємств з перевірки знань з охорони праці; - спеціалістів з охорони праці; - керівників середньої ланки.

III етап. Ознайомлення слухачів з навчальною програмою, тематичним планом навчання з охорони праці, організаційними засадами його проведення. Читання лекцій, забезпечення слухачів навчально-методичними матеріалами, розподіл тем індивідуальних завдань та рефератів. Інформаційне забезпечення (інструкціями, положеннями та іншими НПАОП в електронній формі) робочих місць спеціаліста з охорони праці для різних галузей економіки.

IV етап. Проведення практичних занять на підприємствах району із залученням до практичного навчання з охорони праці працівників цих підприємств. Проведення круглих столів на працезахоронну тематику, актуальну для підприємств району. Забезпечення необхідною документацією консультацій з охорони праці. Ознайомлення з позитивним досвідом працезахоронної роботи на підприємствах району. Обговорення підсумків виконання самостійної (індивідуальної) роботи слухачами.

V етап. Атестація знань слухачів з питань охорони праці, складання протоколу засідання районної постійно-діючої комісії з питань охорони праці, вручення слухачам посвідчень державного зразка про належний рівень знань з охорони праці. Заповнення слухачами анкет про організаційно-навчальне забезпечення навчання.

## Література

1. *Файнбург Г.З.* Обучение по охране труда отдельных категорий застрахованных. Новая примерная программа / Г.З. Файнбург // Безопасность и охрана труда, 2009. - № 2. – С. 17 – 24.
2. *Гаврилюк В.І.* Теорія і практика організації навчання з питань охорони праці для посадових осіб підприємств АПК / В.І.Гаврилюк, О.В.Войналович, В.В.Петров // Науково-технічна підтримка державного нагляду за охороною праці та промисловою безпекою: Збірник статей. – К.: ННДПБОП, 2010. – С. 33 – 35.
3. *Войналович О.В.* Сучасні підходи щодо організації інтенсивного навчання з питань охорони праці / О.В.Войналович, Д.А.Дерев'янка, О.А.Шевчук / Збірник наукових праць 10-ї міжнародної науково-методичної конференції «Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика», К.: Центр учбової літератури, 2011. – Т.1. - С. 116 – 121.

## ПОДХОДЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ ПО ВОПРОСАМ ОХРАНЫ ТРУДА В АПК

Войналович А.В., Петров В.В., Зоря М.В.

**Аннотация** – предложено современные подходы для повышения эффективности обучения по вопросам охраны труда. Разработаны организационные принципы проведения этапов такого обучения

## APPROACHES FOR IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF TRAINING FOR SAFETY AT WORK IN AGRICULTURE

O. Voynalovich, V. Petrov, M. Zorya

### *Summary*

The modern approaches for improve the effectiveness of training for safety at work in agriculture are offered. The organizational principles of stages of such training are prepared

УДК631.158:658.3

## ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК

Рогач Ю.П., к.т.н.,

Луценков В.Л., к.т.н.,

Гранкіна О.В., к.т.н.,

Головін С.В., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-14-38

**Анотація** - в статті обґрунтована необхідність комплексного підходу при вирішенні проблеми забезпечення безпеки праці, яка може бути реалізована на практиці створенням та функціонуванням СУОП.

**Ключові слова** – розробка, система управління охороною праці, принципи, концепція, моделі, обставини.

*Постановка проблеми.* Система управління охороною праці (СУОП) – частина загальної системи управління організацією, яка сприяє запобіганню нещасним випадкам та професійним захворюванням на виробництві, а також небезпеки для третіх осіб, що виникають у процесі господарювання, і включає в себе комплекс взаємопов'язаних заходів на виконання вимог законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці.

СУОП організовується таким чином, щоб здійснювалось адекватне та постійне управління з урахуванням усіх факторів, що впливають на стан охорони праці, і орієнтується на проведення запобіжних дій, що унеможливають виникнення небезпечних ситуацій, але при цьому, у випадку їх виникнення, вона повинна своєчасно реагувати на них та усувати їх.

Сутність системи управління охороною праці полягає в тому, що профілактика травматизму та професійних захворювань переводиться на якісно новий, значно вищий – дотравматичний рівень – профілактику небезпечних ситуацій.

Основні цілі функціонування СУОП досягаються:

- установленням прав, відповідальності, обов'язків і зацікавленості всіх категорій працівників за рівень безпеки праці;
- організації ефективної системи навчання з питань охорони праці;
- здійснення безперервного і дійсного моніторингу та аудиту за

станом умов праці на робочих місцях;

- запровадження єдиної методики оцінки ступеню безпеки виробництва;

- стимулювання виконавців робіт за досягнуті результати.

Організаційна структура СУОП базується на існуючій системі управління сільськогосподарським виробництвом і є підсистемою системи управління виробництвом, метою якої є створення комплексної системи профілактики небезпечних ситуацій.

Характерною рисою сучасного періоду розвитку сільського господарства є поява підприємств недержавної форми власності, управління якими має свої особливості.

Все це вимагає і перегляду основних підходів при розробці системи управління охороною праці на підприємствах АПК, чому і присвячена дана стаття.

*Аналіз останніх досліджень.* СУОП за даними [1, 2, 4, 6] визначається як регламентована нормативними та організаційно-методичними документами діяльність підприємств (організацій, установ) щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних та санітарно-побутових заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я та високої працездатності людини в процесі праці.

Разом з тим, наказом Мінпраці від 22.10.2001 року № 432 була затверджена Концепція управління охороною праці, яка встановила, що управління охороною праці – це підготовка, прийняття та реалізація правових, організаційних, науково-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Проте, міжнародний стандарт OHSAS 18001–99 “Система менеджменту охорони здоров'я та безпеки персоналу. Вимоги.” визначає, що СУОП – це загальна система менеджменту підприємства, яка забезпечує управління ризиками в галузі охорони здоров'я та безпеки праці, пов'язаними з діяльністю підприємства [3].

*Формування мети статті.* Різничитання та необхідність адаптації нормативно-правових актів з охорони праці до міжнародних норм і стандартів вимагає не тільки розробки Положення щодо побудови СУОП на підприємстві, але і зміни підходів до формування нормативно-правової бази з цих питань.

*Основна частина.* У сучасній практиці управління охороною праці мають місце декілька моделей реалізації їх на практиці.

Аналіз цих моделей говорить про те, що, не дивлячись на їх деяку різницю у структурній побудові, вони збігаються, по крайній мірі, за типовим (ключовим) складом: планування, контроль, аналіз, оцінка, функціонування тощо. Але сучасні моделі більше акценту надають та-

ким категоріям, як політика, процесо-орієнтований підхід, наявність процесів оцінки ризику – аналізу, управління документами. Ці поняття були вперше введені для визначення менеджменту якості і, в подальшому, отримали розвиток в системах зі забезпечення екологічної, промислової і професійної безпеки.

У сучасній концепції управління має місце ще одна відмінність від традиційних методів, яка полягає у використанні, так званого процесного підходу, який базується на стандартах серії ISO 9000.

Враховуючи все це при розробці системи управління охороною праці, треба спочатку визначитися, яка з моделей ближче за своєю ідеологією, за можливостями реалізації заявлених цілей, більше відповідають характеру виробництва, якою нормативно-правовою базою і якими спеціалістами, професійно готовими до впровадження сучасних систем управління володіє підприємство і прийти до однієї адекватній за структурою і змісту моделі. При цьому може бути декілька варіантів при розробці (переробці) систем. Якою вона може бути або яку взяти за основу для побудови своєї системи управління – право кожного підприємства, тому що нові моделі носять рекомендаційний характер.

Підприємства, які вже мають систему управління охороною праці, можуть здійснювати поетапний перехід до більш досконалих моделей, наприклад, на основі функціонально-процесного (процесно-функціонального) підходу, який одночасно суміщає у собі реалізацію функцій на управлінському рівні і управління виробничими процесами.

Підприємства, на яких СУОП відсутня, можуть будувати свої системи на основі сучасних підходів. Крім того, при проектуванні СУОП треба враховувати наступне.

По-перше, у наступний час важливе значення надається питанням відповідальності бізнесу за його діяльність, у тому числі, і у сфері забезпечення безпеки. Тому, при розробці СУОП слід враховувати також стандарт SA-8000, який визначає питання соціальної відповідальності власника за безпеку і здоров'я робітників.

По-друге, систему управління професійною безпекою доцільно розробляти відразу з урахуванням інших локальних систем, які визначають промислову і екологічну безпеку.

По-третє, система управління професійною безпекою повинна формуватися в якості підсистеми управління загальної діяльності підприємства в цілому.

*Висновки.* Згідно діючому законодавству, роботодавець повинен створити для працівників безпечні, сприятливі умови праці. Однак, менталітет сучасного роботодавця, особливо на підприємствах недержавної форми власності, не дозволяє розглядати питання охорони праці як першочергові. Це питання залишається на другому місці, тому що, на перший погляд, не сприяють прибутковості підприємства. При цьому слід відзначити, що міжнародний досвід свідчить – органі-

зація праці, при якій інформуються вимоги безпеки і гігієни праці, підвищує економічну ефективність підприємств і не може бути основою для стійкої стратегії розвитку.

#### Література

1. Рекомендації щодо побудови системи управління охороною праці на виробництві. Затв. наказом МНС України №398 від 27.06.2006 р.

2. BS 8000 Guidetooccupational Healthand Safety Management Systems. – Керівництво щодо систем управління охороною здоров'я і безпекою на виробництві.

3. Рекомендації щодо розробки СУОП підприємства (з урахуванням вимог міжнародного стандарту OHSAS 18001-99 «Система менеджменту охорони здоров'я та безпеки персоналу») – К.: НННДІ-ОП, 2004 – 42 с.

4. OHSAS 18002:2006. Система управління безпекою та гігієною праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001.

5. ДСТУ ГОСТ 12.0.230:2008. Система управління охороною труда. Общин требования.

6. Гадзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге вид. / М.П. Гадзюка, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. - К.: Каравела, 2004. - 408 с.

### **ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Рогач Ю. П., Лущенко В.Л., Гранкина Е.В. , Головин С.В.

**Аннотация** - в статье обосновывается необходимость комплексного подхода при решении проблемы обеспечения безопасности работы, которая может быть реализована на практике созданием и функционированием системы управления охраной труда.

### **THE BASIC APPROACHES AT SYSTEM ENGINEERING OF MANAGEMENT BY THE LABOUR SAFETY AT THE AGRICULTURE ENTERPRISES**

U. Rogach, V. Lushchenkov, E. Grankina, S. Golovin

#### *Summary*

**In article necessity of the complex approach is proved at a solution of a problem of safety of work which can be realized in practice by creation and function in of a control system by a labor safety.**

УДК 631.22.628.6

## ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСКІВ ЕРГОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МОБІЛЬНИХ КОРМОРОЗДАВАЧІВ

Бутко Д.А., к.т.н.,

Циб В.Г., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-14-38

**Анотація** - у статті запропоновано методику визначення допусків ергономічних параметрів мобільних агрегатів для роздачі кормів на тваринницьких фермах.

**Ключові слова** – ергономічні показники, допуски, мобільні кормороздавачі, ймовірність.

*Постановка проблеми.* При оцінці ефективності функціонування мобільних засобів роздачі кормів на тваринницьких фермах використовуються зоотехнічні, ергономічні, технічні і техніко-економічні параметри. За рахунок ймовірного характеру зовнішніх чинників в експлуатаційних умовах ці чинники являються випадковими величинами. Наприклад, для визначення нерівномірності видачі корму рекомендується використовувати коефіцієнт варіації, а для порівняльної оцінки показників роботи кормороздавачів використовують допуски на рівень, точність настройки регулюючих пристроїв та допуск на нерівномірність протікання технологічного процесу. Тому в розрахунках допусків контролюючих чинників застосовуються імовірностатистичні методи.

Більшість ергономічних параметрів розподіляють на наступні групи: гігієнічні, антропологічні, фізіологічні і психофізіологічні.

Номенклатура ергономічних параметрів визначається нормативно-технічною документацією, в тому числі ГОСТ 16465-70 і ГОСТ 21033-75 [1].

*Основна частина.* Основними кількісними характеристиками допусків ергономічних параметрів являються установочні (на рівень і точність настройки) і контрольні допуски.

$$\text{Установочний допуск} \quad \Delta y = (V_n - \bar{Y}), \quad (1)$$

де  $\Delta y$  - установочний допуск на рівень настройки;

$V_n, \bar{Y}$  - базове (номінальне) і вибіркове середнє значення ергономічного параметру мобільного агрегату.

Цей допуск визначає рівень настройки мобільного кормороздавача по контрольованому параметру і характеризує ступінь його використання (реалізації) в експлуатаційних умовах.

Установочний допуск на точність настройки кормороздавача по ергономічному параметру дорівнює

$$\Delta \delta y = [\delta y_{\text{н}} - S y_{\text{н}}], \quad (2)$$

де  $\delta y_{\text{н}}$ ,  $S y_{\text{н}}$  - базове і вибіркове значення середнього квадратичного відхилення ергономічного параметра.

Контрольний допуск  $\Delta V$  (поле допуску) визначається виразами:

$$\text{односторонній: } \alpha_{\text{в,н}} = \bar{y} \pm \Delta \bar{y}, \quad (3)$$

$$\text{двосторонній: } \Delta V = 0,5(\alpha_{\text{в}} - \alpha_{\text{н}}) = [k S y]. \quad (4)$$

де  $\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{н}}$  – верхня і нижня межа допуску;

$\Delta \bar{y}$  - установочний допуск на рівень настройки кормороздавача по ергономічному параметру.

- установочний допуск на рівень настройки кормороздавача по ергономічному параметру.

В розрахунках установочних допусків застосовується метод довірливих меж, а для визначення контрольних допусків – метод толерантних меж, в яких поміщується задана частина ознаку або доля всієї сукупності значень параметрів  $\bar{P}_{\Delta} = (1 - q)100\%$  з ймовірністю  $\gamma$ , де  $q$  – доля значень параметра за межою зони допуску  $\Delta V$ .

Таким чином в розрахунках допусків ергономічних параметрів кормороздавача використовуються наступні формули [2]

Установочний допуск на рівень настройки  $\Delta \bar{y}$ :

односторонній при  $n > 30$

$$\Delta \bar{y} \leq U_{\gamma} * S y / \sqrt{n}, \quad (5)$$

двосторонній при  $n > 30$

$$\Delta \bar{y} = \pm U_{0,5(1+\gamma)} S y / \sqrt{n}, \quad (6)$$

де  $U_{\gamma}$ ,  $U_{0,5(1+\gamma)}$  - квантилі нормального закону розподілу, що визначаються по таблицям [3].

Наприклад, по вибірковим даним для визначення рівня температури на робочому місці оператора для роздавання кормів.

$$\bar{y} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}; S y = 3,6 \text{ } ^\circ\text{C}, n = 50, \gamma = 0,95.$$



По формулі (6) підраховуємо

$$\Delta \bar{y} = \pm U_{0,5}(1+\gamma) S_y / \sqrt{n} = \pm 1,96 * 3,6 * 50^{-1/2} \approx \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ або } \Delta \bar{y} = 20 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Установочний допуск на точність настройки  $\Delta \delta_y$ :

- односторонній при  $n > 30$ :  $\Delta_{\delta y} \leq U_\gamma * S_y [2(n-1)]^{-1/2}$ ; (7)
- двосторонній при  $n > 30$   $\Delta_{\delta y} = \pm U_{0,5(1+\gamma)} * S_y [2(n-1)]^{-1/2}$ ,

де  $\gamma$  – довірлива ймовірність;

$n$  – обсяг виборки.

Для попереднього прикладу із формули (8) знайдемо

$$\Delta_{\delta y} = \pm U_{0,5(1+\gamma)} * S_y [2(n-1)]^{-1/2} = 1,96 * 3,6 * 98^{-1/2} = \pm 0,7 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Контрольний допуск  $\Delta V$  буде:

- односторонній:
- нижня межа:  $\alpha_H = \bar{Y} - K_\gamma * S_y$ , (9)
- верхня межа:  $\alpha_B = \bar{Y} + K_\gamma * S_y$ , (10)
- двосторонній:  $\pm \Delta V = \bar{Y} \pm K_\gamma * S_y$ , (11)

де  $K_\gamma$ ,  $K_\gamma$  – коефіцієнти, що визначаються при зафіксовані значення  $\gamma$ ,  $n$ ,  $\bar{P}_\Delta$ .

При  $\bar{P}_\Delta = 0,95$  із формули (11) одержуємо

$$\Delta V = \bar{Y} \pm K_\gamma * S_y = 20 \pm 2,379 * 3,6 = 20 \pm 8,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Або  $\pm 0,4\bar{Y}$ , тобто з ймовірністю 0,95 в зоні контрольного допуску буде знаходитися 95% значень параметра, а 5% - перевищення зони допуску.

Оптимальні значення допусків, що відповідають ефективному функціонуванню мобільних кормороздавачів в експлуатаційних умовах, підраховуються по формулам:

- установочний допуск на рівень настройки

$$\Delta_{\bar{y}}^* = (V - \bar{Y}^*) \quad (12)$$

- установочний допуск на точність настройки ( при  $\sigma_{yn} = 0$ )

$$\Delta \sigma_y^* = (\sigma_{yn} - S_y^*) = S_y^* \quad (13)$$

- контрольний допуск (двосторонній)

$$\pm \Delta^*V = \bar{Y}^* \pm K_{\gamma^*}^* \cdot S_y^*, \quad (14)$$

де  $\bar{Y}^*$  - екстремальне (мінімальне, максимальне) значення ергономічного параметру;

$S_y^*$  - екстремальне (мінімальне, максимальне) значення стандарта ергономічного параметру;

Основними критеріями оптимізації допусків ергономічних (гігієнічних, психофізіологічних, антропометричних) параметрів можуть бути:

- регламентований рівень параметрів (по ГОСТ 12.1.003-76; ГОСТ – 12.1.005-88; ГОСТ 12.2.002-82; ГОСТ 12.2.019-82 і ін.)

- допускаємий рівень безпечності, вимаємий рівень комфорту на робочому місці, що забезпечує нормальні умови життєдіяльності і працездатності працівника.

*Висновки.* Пропонуємо методика дозволяє проводити розрахунки допусків: установочного  $\Delta\bar{y}$  на рівень настройки, на точність настройки мобільного кормороздавача  $\Delta\delta y$  та контрольний допуск  $\Delta V$  (поле допуску).

#### Література

1. Бутко Д. А. «Исследования технологического процесса работы дозирующего устройства счесывающего типа мобильных кормораздатчиков».
2. Агеев Л. Е. «Система эксплуатационных допусков для агрегатов».
3. Шор Я.Б. Таблицы для анализа и контроля надежности / Я. Б. Шор, Ф. И. Кузьмин - М.: «Советскорадио», 1968. - 288 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСКОВ ЭРГОНОМИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОБИЛЬНЫХ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ

Бутко Д.А., Циб В.Г.

**Аннотация** - в статье предложена методика определения допусков эргономических параметров мобильных агрегатов для раздачи кормов на животноводческих фермах.

## DECISION OF ADMITTANCES OF ERGONOMICS PARAMETERS OF MOBILE CATTLE-FEEDERS

D. Butko, V. Tsib

#### Summary

**In article a method is offered of decision of admittances of ergonomics parameters of mobile aggregates for distribution of forages on the stock-raising farms.**

УДК. 604.6(4/477)

## **РИЗИКИ ВПЛИВУ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ ОРГАНІЗМІВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ**

Бойко О.В., к.т.н.,

Халіман І.О., к.б.н.,

Мітков В.Б., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-14-38

**Анотація** - робота присвячена загрозам та ризику, пов'язаних зі застосуванням генетично модифікованих організмів.

**Ключові слова** - небезпека, ризик, генетично модифікований організм.

*Постановка проблеми.* Термін «генетично модифікований організм» законодавчо визначений Директивою ЄС 2001/18 ЄС від 16 грудня 2002 року про навмисний випуск у навколишнє середовище генетично модифікованих організмів. Відповідно до ч. 2 ст. 2 цієї Директиви генетично модифікованим організмом є будь-який організм, окрім людини, у якому генетичний матеріал було змінено у спосіб, неможливий у природних умовах у процесі парування або природної рекомбінації. Директива чітко визначає, що людина не розглядається як організм, та перераховує технології, використання яких дає змогу отримати генетично модифіковані організми.

*Аналіз останніх досліджень.* У картахенському договорі про біобезпеку до конвенції про біологічне різноманіття використовується термін «живий модифікований організм» (ЖМО). Статтею 3 договору протоколу ЖМО визначено будь-який організм, що містить нову комбінацію генетичного матеріалу, отриману в наслідок використання сучасної біотехнології.

*Формування мети статті.* Біолог Роберт Манн, старший викладач університету Окленда, вважає, що спроби аналізу ризиків генної інженерії, очевидно, є такими, що ще більше дезорієнтують. Система живої клітини, навіть якщо не має вірусів і домішок чужорідних плазмід, незрівнянно складніша, ніж ядерний реактор, а загроза генних модифікацій переважає навіть загрозу ядерної війни. На думку Р. Манна, «біологія значно складніша за технологію, тому неможливо

увияти всі жахливі сценарії, оскільки деякі штучні маніпуляції з генами створюють можливість поломки біосфери на такий тривалий час, що цього не зможе пережити жодна цивілізація», тому питання щодо розробки нових методів якомога повного дослідження та оцінки ризиків від поширення ГМО стоїть сьогодні надзвичайно гостро.

*Основна частина.* Найбільш поширеними генетично модифікованими організмами є сільськогосподарські культури із стійкістю до гербіцидів, комах та вірусів. Вони належать до першого покоління генетично модифікованих культур і вирощуються на комерційній основі з 1996 року.

З цією метою природні сорти рослин за допомогою біотехнологій були генетично модифіковані та наділені певними необхідними властивостями, зокрема: стійкість до гербіцидів; стійкість до гербіцидів та скупченню комах; стійкість до комах; стійкість до вірусів; культури стійкі до солей; культури стійкі до засухи.

Сьогодні у біотехнологічних лабораторіях ведуться активні роботи щодо розвитку другого покоління ГМ рослин, які безпосередньо споживаються людьми у вигляді продуктів харчування. До другого покоління ГМ рослин належать рослини із вбудованими вакцинами і вітамінами, які повинні, на самперед, сприяти покращенню здоров'я людини. До рослин такого типу відносять як фрукти та овочі, так і зернові культури. Їх наділяють такими властивостями: антиалергічні властивості, збагачені провітамінами рослини, фрукти та овочі з затримкою дозрівання та збільшеним терміном зберігання, фрукти та овочі, що виробляють більшу кількість певних речовин.

Третє покоління ГМ рослин сьогодні дуже активно досліджується. Воно охоплює генетично модифіковані рослини, які можуть виробляти цінні фармацевтичні матеріали, зокрема: вакцини, гормони зростання, чинники згортання крові, індустриальні ензими, людські антитіла, контрацептивні білки, що пригнічують імунітет, цитокіни та інше.

Найголовнішим аргументом прихильників поширення ГМО є зростання чисельності населення Землі та збільшення потреби в продовольстві. Згідно з прогнозом ООН з питань народонаселення «перспективи світового народонаселення, 2008», до 2050 року населення землі збільшиться на 2,3 млрд. чоловік – з 6,8 млрд. сьогодні до 9,1 млрд. чоловік у 2050 році. У наслідок цього до 2050 року, згідно з прогнозом Продовольчої і сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй, для того щоб прогодувати населення планети, необхідно збільшити виробництво продовольства у світі на 70%.

Попит на продовольство, згідно з прогнозами ФАО, зростатиме й надалі в наслідок збільшення чисельності населення та зростання його доходів. Попит на зерно сягне близько 3 млрд. т у 2050 році. Річ-

не виробництво зерна зросте майже на мільярд тонн, а виробництво м'яса зросте на 200 млрд. т. Прихильники широкого використання ГМО заявляють, що всі можливості збільшити продовольчий потенціал у світі практично вичерпані, тому постає необхідність шукати принципово нові підходи та широко використовувати сучасні біотехнології для поповнення запасів продовольства.

Окрім цього в літературі наводять інші аргументи на користь ГМО:

1. сучасна біотехнологія дозволяє використовувати потрібні гени живих організмів, а також конструювати нові гени, клонувати їх та вводити різними методами в організм рослини пацієнта. Таким чином можна створювати нові трансгенні рослини із заданими корисними властивостями в багато разів швидше, ніж це відбувається за традиційної селекції;

2. шляхом генетичних маніпуляцій можна забезпечити стійкість сільськогосподарських рослин до хвороб, шкідників, пестицидів, складних кліматичних умов, їх краще зберігання, поліпшити їх агротехнологічні властивості, збільшити врожайність, а також уповільнити старіння та підвищити харчову цінність культур;

3. значне зменшення використання пестицидів для обробки рослин, що зменшує їх шкідливий вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей;

4. зменшення кількості необхідної для обробки земель техніки.

Сьогодні перебуваючи в певній ейфорії від здобутків «генної революції», людство, на жаль, не усвідомлює всі можливі ризики її загрози та виклики. Повною мірою їх оцінити сьогодні, мабуть, і не можливо, оскільки в процесі вбудовування певного гена, модифікований організм набуває, або може набути цілої низки властивостей, появу та особливості яких передбачити не можливо через недостатню вивченість механізму функціонування геному рослин. Унаслідок цього при виробництві ГМО, їх комерційному використанні, поширенні та споживанні виникає цілий ряд не бажаних явищ та ризиків, які необхідно досліджувати, щоб попередити можливі негативні впливи та прояви ГМО в майбутньому. Розглянемо можливі ризики, пов'язані з поширенням та використанням ГМО, які найчастіше згадуються в науковій літературі.

Харчові ризики ГМО

1. Токсична та алергенна дія трансгенних білків ГМО

При потраплянні трансгенних білків в організм людини можливе виникнення різноманітних алергічних реакцій, метаболічних розладів тощо.

2. Накопичення гербіцидів у стійких до них сортах ГМ рослин.

ГМ рослини не ушкоджуються високими дозами високими дозами хімічних отрут, тоді як решта рослин гине. Але треба зазначити, що ГМ рослини стійкі до дії гербіцидів, але не до їй накопичення.

3. Негативна дія на здоров'я людини генів стійкості до антибіотиків.

При виробництві ГМО, окрім цільових генів, як маркери використовуються гени стійкості до антибіотиків, які можуть перейти в мікрофлору шлунку людини. Унаслідок цього багато медичних препаратів стають неефективними, а також можуть з'явитися нові стійкі до антибіотиків штамми хвороботворних бактерій.

4. Віддалений канцерогенний та мутагенний ефекти.

Генно-інженерні конструкції можуть затримуватися в організмі людини і в результаті неконтрольованого горизонтального перенесення генів вбудовуватися в генетичний апарат мікроорганізмів шлунку людини.

5. Можливий непередбачений вплив ГМО на здоров'я людини.

Непередбачений вплив ГМО на здоров'я людини може бути обумовлений розташуванням вбудованого гена в геномі або пов'язаний із взаємодією продуктів експресії вбудованого гена та ендокринних білків та метаболів.

Екологічні ризики

1. Негативний вплив на біорізноманітність через ураження токсичними трансгенними білками нецільових комах і ґрунтової мікрофлори підвищеними дозами пестицидів та порушенням трофічних ланцюгів.

2. Неконтрольоване горизонтальне перенесення конструкцій.

3. Поява нових, більш патогенних штамів фітовірусів.

Агротехнологічні ризики

1. Зниження сортової різноманітності.

2. Можливість використання виробниками термінаторних технологій.

3. Ризики відтермінованої зміни властивостей.

Ризики біофармінгу

Особливе занепокоєння викликають ризики, пов'язані з біофармінгом. У науковій літературі розглядають наступні ризики неконтрольованого використання та поширення ГМ рослин, що несуть у собі біологічно активні речовини:

1. загроза переzapилення ГМ сортами харчових сортів;

2. загроза неконтрольованого розповсюдження ГМ сортів;

3. ризик неконтрольованого експонування харчових вакцин вагітним;

4. розповсюдження вакцин і біоактивних речовин, що виділяються в природних умовах з рослинних залишків через ґрунтові і поверхневі води.

*Висновки.* Неконтрольоване поширення ГМ рослин третього покоління є дуже небезпечним, оскільки існує реальна загроза забруднення нецільових рослин та продуктів харчування біологічного активними речовинами, вживання яких може зашкодити здоров'ю людини.

#### Література

1. *Баласинович Б.* Виклики сьогодення та досвід правового регулювання / *Б. Баласинович, Ю.Г. Ярошевська* видавничий дім «АДЕФ-Україна» - 2010 С. 256;
2. *Соколов М.С.* 2002. Государственное регулирование трансгенных растений и оценка экологических рисков их производства / *М.С.Соколов, В.В. Вельков, А.Б.Медвинский* В сб. «Обеспечение экологической безопасности при использовании генетически модифицированных организмов» - М., С.17–27.
3. *Кузнецов В.В.* Генетически модифицированные организмы и биологическая безопасность / *В.В. Кузнецов, А.М. Куликов, И.А. Митрохину В.Д. Цыдендамбаев.* - Экоинформ, №10, 2004.
4. *Seralini G.E.* New Analysis of a Rat Feeding Study with a Genetically Modified Maize Reveals Signs of Hepatorenal Toxicity / *G.E. Seralini, D. Cellier, J.S.Vendomois* Arch. Environ. Contam. Toxicol, 2007.

### **РИСКИ ВЛИЯНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Бойко О.В., Халиман И.О., Митков В.Б.

*Аннотация* – работа посвящена угрозам и рискам, связанных с применением генетически модифицированных организмов.

### **RISKS IMPACT OF GMOS ON HUMAN HEALTH**

O.Bojko, I.Khaliman, V. Mitkov

#### *Summary*

The paper is devoted to threats and risks associated with the use of genetically modified organisms.

УДК. 378.37

## СТУДЕНТСЬКЕ САМОВРЯДУВАННЯ В ОСВІТНЬО-ВИХОВНОМУ ПРОСТОРИ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ УКРАЇНИ ТА ЄВРОПИ

Яцух О.В., к.с.-г.н.,

Бойко О.В. к.т.н.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-14-38

**Анотація** - студентське самоврядування – потужний фактор демократизації сучасних вищих навчальних закладів, що сприяє вихованню у майбутніх фахівців лідерських якостей, формуванню громадянської свідомості, активної життєвої позиції. У аспекті Болонського процесу студентське самоврядування розглядається як невід’ємний елемент освітньо-виховного простору вищих навчальних закладів.

**Ключові слова** – студентське самоврядування, студентські інтереси, права та інтереси студентів, вищий навчальний заклад.

*Постановка проблеми.* Згідно зі ст. 38 Закону України "Про вищу освіту", основними завданнями органів студентського самоврядування є:

- забезпечення і захист прав та інтересів студентів, зокрема, стосовно організації навчального процесу;
- забезпечення виконання студентами своїх обов'язків;
- сприяння навчальній, науковій та творчій діяльності студентів;
- сприяння створенню належних умов для проживання та відпочинку студентів;
- сприяння діяльності студентських гуртків, товариств, об'єднань, клубів за інтересами;
- організація співробітництва зі студентами інших вищих навчальних закладів і молодіжними організаціями;
- сприяння працевлаштуванню випускників;
- участь у вирішенні питань міжнародного обміну студентами [1].

Керівники студентських представницьких органів за посадою входять до складу вчених рад вищих навчальних закладів, керівники студентських представницьких органів факультетів – до вчених рад факультетів.

*Аналіз останніх досліджень.* Запровадження студентського са-



моврядування у вищих навчальних закладах є конкретною реалізацією громадських прав студента, формування у них почуття відповідальності, вміння вирішувати соціальні, економічні та культурно-освітні проблеми. Водночас студентське самоврядування є дієвою формою самовиховання.

Студентське самоврядування сприяє задоволенню молодіжних потреб, реалізації студентських інтересів, є середовищем спілкування і взаємодії молоді [2, 5].

Студентські організації є посередниками між адміністрацією вищих навчальних закладів та студентськими колективами. Проте важливо враховувати, що студенти виявляють найбільшу довіру до органів студентського самоврядування. Неформальна ініціатива студентства має значний вплив на молодь, сприяє розвитку здібностей, вирішенню різноманітних проблем у навчанні, проведенні дозвілля тощо.

*Формування мети статті.* Особливої актуальності ці проблеми набувають після приєднання України до Болонського процесу, що стало одним з інструментів інтеграції України в Європу.

Одним із принципів Болонського процесу є активна участь студентів як конструктивних партнерів в управлінні та визначенні змісту і якості освіти [2, 3]. Зокрема у документах Болонського процесу зазначено, що «студенти повинні брати участь і впливати на організацію і зміст освіти в університетах та інших навчальних закладах...» (Декларація міністрів вищої освіти «На шляху до європейського простору вищої освіти» 2001 р.),

*Основна частина.* Зупинимось на реаліях «самоврядування» на теренах західного освітнього простору. У північноєвропейських державах студенти досить потужно представлені в університетських радах та комісіях. Наприклад, у Швеції студентам належить три місця у керівному органі університету – стільки ж, скільки й викладачам.

Студентське самоврядування у Європі не залежить від адміністрації вузу чи міністра освіти. Для підтримки своєї діяльності бельгійські студентські спілки отримують фінансування від університетів, а у Швеції студенти напряму сплачують певну суму органам студентського самоврядування. Багато європейських студентських спілок отримують фінансування від своїх урядів. Якщо говорити про вплив студентів на систему університетського врядування, то студенти мають 25% квоту у всіх університетських органах, які приймають рішення, що зачіпають інтереси студентів, включаючи сенат, факультетські ради, комісії з етики, які, наприклад, аналізують причини виключення студента перед тим, як фінальне рішення буде прийнято сенатом. Жоден університетський орган не може ухвалювати рішення, якщо студентські представники відсутні на засіданні [4].

В Румунії немає стандартної схеми фінансування студентського

самоврядування. За законом, студентські ради повинні фінансуватися університетами, і ми маємо багато випадків успішної співпраці студентів та адміністрації, коли університет повністю підтримує студентську організацію, забезпечуючи приміщення, адміністративні кошти, відрядження, оплату телефонних переговорів, витрати на утримання офісу.

Німеччина має федеральну державну систему, кожен із 16 штатів має свою освітню політику і відповідає за імплементацію болонських приписів та створення демократичних умов для функціонування органів студентського самоврядування на своїй території. Участь студентів в університетських радах також регламентується федеральними законами, але зазвичай студенти завжди у меншості.

Цікавим є досвід діяльності польських органів студентського самоврядування, які, окрім реального вирішення за допомогою цього інституту власних проблем, мають закріплене законом право брати участь у вирішенні загальноуніверситетських справ. Для цього студентська громада обирає своїх представників до колегіальних органів, які функціонують при університеті. Це – Сенат університету і його комісії, Наукова рада, контрольно-ревізійна комісія, бібліотечна рада тощо.

Важливим важелем впливу на адміністрацію ВНЗ органів студентського самоврядування в Польщі є право визначати розмір оплати за навчання в університеті. У випадку тиску з боку адміністрації на активістів студентського самоврядування, останні можуть, умовно кажучи, довести університет до важкого фінансового стану. Ще один, уже не фінансовий, але все-таки суттєвий засіб впливу – це вирішальне право органів студентського самоврядування затверджувати проректора зі студентських питань (в українському варіанті – проректора з виховної роботи).

В Україні відсутнє законодавче положення, яке б чітко визначало, що представники органів студентського самоврядування беруть участь і можуть впливати на організацію і зміст освіти як на рівні вищого навчального закладу, так і на інших рівнях. Тільки статтею 51 Закону України "Про освіту" від 23 травня 1991 року передбачено можливість участі студентів в органах громадського самоврядування навчального закладу, якими для ВНЗ третього-четвертого рівня акредитації є загальні збори (конференція) трудового колективу. Проте механізм такої участі не визначено [5].

У більшості вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації Запорізької області реалізується позиція, згідно якої органи студентського самоврядування здійснюють поселення у гуртожиток, але, на жаль, цей механізм це не достатньо врегульований у нормативно-правовому полі. Тому актуальною є необхідність прийняття цілісних рекомендацій на рівні Міністерства освіти і науки України, які б утілювали положення Закону України «Про вищу освіту».

Окреслені проблеми мають загальний характер для студентських

самоврядних організацій як України в цілому, так і Запорізької області, а саме Таврійського державного агротехнологічного університету.

Системний підхід до організації студентського самоврядування в нашому університеті характеризується тим, що воно охоплює всі сфери життєдіяльності: навчально-виховну, науково-дослідну, спортивно-оздоровчу роботу, побут, відпочинок, дозвілля, участь у суспільно-громадському житті та функціонує на всіх рівнях: академічної групи, факультету, гуртожитку, університету тощо. Студентське самоврядування визначає основні форми і напрями своєї діяльності. Воно стало важливим чинником і умовою вдосконалення навчально-виховного процесу, котрий спрямовано на якісне навчання, сприяння діяльності студентських наукових гуртків, товариств, об'єднань, клубів за інтересами, працевлаштуванням випускників, вихованням духовності та культури студентів, формуванням у студентської молоді національно-громадянської позиції та соціальної активності, оволодінням навичками організатора, керівника, формуванням громадянської політичної культури, становленням особистості нового типу.

З часу організації студентської ради факультету АТЕ нею проводиться спектр заходів зорієнтованих на розвиток студентського самоврядування, організацію цікавого дозвілля молоді, дослідження різноманітних процесів у молодіжному середовищі, соціальних захист студентів.

Студентська рада факультету АТЕ (голова ради В. Верескун) має значні традиції самоврядності. До дня українського козацтва (14 жовтня 2010 р.) студентська рада факультету АТЕ організувала конкурс на найкращу козацьку пару та приготування української страви; 1 грудня 2010 р., у День боротьби зі СНІДом провели конкурс стінгазет «Студенти ТДАТУ за здоровий спосіб життя».

Студентська рада тісно співпрацює з підшефним дитячим інтернатом №1. Волонтери факультету та активісти студентської ради прикладають максимум зусиль при зборі гуманітарної та матеріальної допомоги, підтримують тісний зв'язок з вихованцями закладу.

Студентською радою організовано ряд соціальних акцій: для дітей-сиріт міста проведено виставу у рамках Всеукраїнської благодійної акції «Святий Миколай крокує країною»; благодійні акції по збору коштів та речей для потреб хворих дітей. У результаті співпраці студентської ради з адміністрацією мережі «Медіана» підключено до Інтернету гуртожитки №№ 1 і 3 університету.

Студентська рада факультету активно долучилася до акції «За чисте довкілля», яка спрямована на благоустрій території міста: прибирання території парку ім. Горького, упорядкування газонів, ліквідація стихійних сміттєзвалищ. Студенти перших курсів факультету АТЕ наводять екологічний порядок у Старобердянському лісництві та Азово-Сивашському національному природному парку (острів Бірючий).

Одним із пріоритетних напрямів роботи у даній сфері є пропаганда здорового способу життя.

До Дня захисника Вітчизни дівчата факультету підготували цікаву казку на новий лад для чоловічої половини факультету. А у свято 8 Березня чоловіча половина факультету не залишилася у боргу: підготували вітально-розважальну програму.

Студентська рада факультету АТЕ виступає центром розважальних ініціатив молоді: на День гумору (1 квітня) провели імпровізовану Книгу рекордів факультету; на День здоров'я (7.04.2011 р.) організовано спортивне змагання між студентами спеціальностей «Екологія» та «Агрономія».

Напередодні Дня факультету АТЕ студентською радою організовано проведення конкурсу на кращу статтю про факультет. Переможницею конкурсу стала М. Бродська, студентка I курсу спеціальності «Екологія».

Рада студентів Таврійського державного агротехнологічного університету у Міжнародний день студента щороку обіймає посади адміністрації ВНЗ – тобто виступає партнером в управлінні закладом.

Таким чином, інститут студентського самоврядування у освітньо-виховному середовищі вищих навчальних закладів м. Мелітополя відіграє вагомую роль у вихованні лідерських якостей, відстоюванні прав та інтересів студентства, організації раціонального дозвілля молоді.

*Висновки.* У північноєвропейських державах студенти досить потужно представлені в університетських радах. Студентське самоврядування у Європі не залежить від адміністрації вузу чи міністра освіти.

Жоден університетський орган Румунських університетів не може ухвалювати рішення, якщо студентські представники відсутні на засіданні. Національний альянс студентських організацій Румунії надає дуже великого значення залученню студентів до прийняття рішень.

У Польщі студентське самоврядування на рівні академічної групи переважно відсутнє, так як студенти самостійно вибирають вивчення предметів і можуть переходити із групи у групу.

Студентське самоврядування України розвивається у фарватері європейських традицій самоврядності, проте, потребує якісних трансформацій у законодавчому полі функціонування нашої країни. У освітньо-виховному просторі вищих навчальних закладів зарубіжжя та України студентські самоврядні організації є каталізаторами утвердження демократичних принципів і громадських інноваційних змін.

#### Література

1. Закон України «Про вищу освіту» №2984-III, із змінами від 19.01.2010р.
2. Каюмова О. Участь органів студентського самоврядування та їх

об'єднань у формуванні та реалізації освітньої та молодіжної політики / *О. Каюмова, Т. Яцків, Я. Хауляк*. – Львів: Юриспруденція, 2008. – 176 с.

3. *Кравцов В.М.* Вища освіта та Болонський процес / *В.М. Кравцов, Н.М. Колісниченко*. – Київ, 2005. – С.4.

4. Студентський сайт Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://student.lnpu.edu.ua/ua/organizations/stud\\_keruv.htm](http://student.lnpu.edu.ua/ua/organizations/stud_keruv.htm). - Назва з екрану.

5. *Ванькович У.* Студентське самоврядування в Україні / *У. Ванькович*. – К.: Молодіжна альтернатива, 2004. – 60 с.

## **СТУДЕНЧЕСКОЕ САМОУПРАВЛЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ УКРАИНЫ И ЕВРОПЫ**

Яцух О.В., Бойко О.В.

*Аннотация* - студенческое самоуправление – мощный фактор демократизации современных высших учебных заведений, который способствует воспитанию у будущих специалистов лидерских качеств, формированию гражданского сознания, активной жизненной позиции. В аспекте Болонского процесса студенческое самоуправление рассматривается как неотъемлемый элемент образовательно-воспитательного пространства высших учебных заведений.

## **STUDENT SELF-GOVERNMENT IN AN EDUCATIONALLY-EDUCATE SPACE OF HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS OF UKRAINE AND EUROPE**

O. Yatsukh, O. Bojko

### *Summary*

**Student self-government – powerful factor of democratization of modern higher educational establishments, which is instrumental in education at the future specialists of leader qualities, to forming of civil consciousness, active vital position. In the aspect of the Bolonskogo process the student self-government is considered as an inalienable element of educational-educate space of higher educational establishments.**

УДК 37.004.85

## **ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

Бойко О.В. к.т.н.,  
Яцух О.В., к.с.г.н.,  
Халіман І.О. к.б.н.,  
Мазілін С.Д. к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*  
Тел. (0619) 42-14-38

**Анотація** – в статті обґрунтовується необхідність застосування комп'ютерних технологій при викладанні дисциплін безпека життєдіяльності та цивільна оборона.

**Ключові слова** - **учбовий процес, освіта, інформаційні мережі, мультимедіа.**

*Постановка проблеми.* У сучасному інформаційному суспільстві основою розвитку цивілізації виступають інформаційні процеси, в яких широке застосування знаходять інформаційно-комунікаційні технології. Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у всі сфери діяльності людини сприяло виникненню і розвитку глобального процесу інформатизації.

*Аналіз останніх досліджень.* Останнім часом намітилися тенденції до інтеграції України в світовий освітній простір, що спричинило початок модернізації вітчизняної системи освіти. Одним з головних напрямів модернізації є її інформатизація, оскільки саме у сфері освіти готуються і виховуються ті люди, які не тільки формують нове інформаційне середовище суспільства, але яким чекає самі жити і працювати в цьому новому середовищі [3].

*Формування мети статті.* Під інформатизацією освіти розуміється цілеспрямована діяльність по розробці і впровадженню інформаційно-комунікаційних технологій в:

1. **учбовий процес** для підготовки громадян до життя і діяльності в умовах сучасного інформаційного суспільства; підвищення якості загальноосвітньої і професійної підготовки фахівців на основі широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій;

2. управління системою освіти для підвищення ефективності і якості процесів управління;

3. методичну і науково-педагогічну діяльність для підвищення якості роботи педагогів; розробки і впровадженню нових освітніх технологій на основі використання інформаційно-комунікаційних технологій.

*Основна частина.* На сучасному етапі інформатизація освіти розвивається по наступних чотирьох основних напрямках:

1) Оснащення освітніх установ сучасними засобами інформатики і використання їх як новий педагогічний інструмент, що дозволяє істотним чином підвищити ефективність освітнього процесу. Цей напрям одержав в нашій країні назву педагогічної інформатики. Почавшись з освоєння і фрагментарного впровадження інформаційних технологій в традиційні учбові дисципліни, педагогічна інформатика стала розвивати і пропонувати педагогам нові методи і організаційні форми учбової роботи, які надалі стали використовуватися повсюдно і сьогодні здатні підтримувати практично все різноманіття освітнього процесу, як в системі вищої освіти, так і в середній школі. Проблема тут полягає лише в рівні оснащеності освітніх установ сучасними засобами інформатизації.

2) Використання сучасних засобів інформатики, інформаційних телекомунікацій і баз даних для інформаційної підтримки освітнього процесу, забезпечення можливості видаленого доступу педагогів і що вчать до наукової і навчально-методичної інформації, як в своїй країні, так і в інших країнах світової спільноти.

3) Розвиток і все більш широке розповсюдження дистанційної освіти.

4) Перегляд і радикальна зміна змісту освіти на всіх його рівнях, обумовлені стрімким розвитком процесу інформатизації суспільства.

Як відомо, проблема інформатизації і безпосередньо пов'язаної з нею комп'ютеризації у всіх сферах людської діяльності є однією з глобальних проблем сучасного світу. Причина тому - нечуване для попередніх епох підвищення ролі інформації, перетворення її в одну з найважливіших рушійних сил всього виробничого і суспільного життя. Що відбувається паралельно стрімкий стрибок в розвитку апаратних засобів, тобто власне комп'ютерів як технічних пристроїв, за останні роки зробив цю техніку достатньо доступною. Тому впровадження комп'ютерних технологій в освіту можна охарактеризувати як логічний і необхідний крок в розвитку сучасного інформаційного світу в цілому.

Функції комп'ютера в системі освіти вельми різноманітні - від управління органами народної освіти в цілому і окремого учбового закладу до засобів розваги студентів в позаурочний час. Якщо ж говори-

ти про основні функції комп'ютера в учбовому процесі, то він виступає як об'єкт вивчення, засіб навчання і контролю. [2]

В.А. Далінгер [3] виділяє наступні можливості застосування комп'ютера в процесі навчання: засіб ілюстрації тексту підручника; засіб імітації різних пристроїв і об'єктів; засіб моделювання різних явищ і процесів; відеолaboratorія; тренажер, що дозволяє студентам закріплювати знання, уміння і навички; обчислювальний пристрій; локальна інформаційно-довідкова система і ін.

Окрім вищесказаного, можна відзначити і наступні позитивні сторони у використанні ПК в освітньому процесі: новизна роботи з комп'ютером викликає у студентів підвищений інтерес до роботи з ним і підсилює його мотивацію; колір, мультиплікація, музика, звукова мова розширюють можливості представлення інформації; комп'ютер дозволяє будувати індивідуалізоване навчання на основі моделі учня, що враховує історію його навчання і індивідуальні особливості пам'яті, сприйняття, мислення; за допомогою комп'ютера може бути реалізована особова манера спілкування; комп'ютер активно включає учнів в учбовий процес, дозволяє їм зосередити увагу на найбільш важливих аспектах матеріалу, що вивчається, не квапить з рішенням; набагато розширюються набори вживаних учбових завдань; завдяки комп'ютеру учні можуть користуватися великим об'ємом раніше недоступної інформації.

Одним з напрямів інформаційних технологій, що найбільш бурливо розвиваються, в учбовому процесі є мультимедійні технології.

Для нашого учбового заходу мультимедійна підтримка проявляє себе на таких етапах розвитку як:

- 1) кожен захід проводиться у супроводі мультимедійного проєктора і підготовленою по темі презентацією або відеоматеріалом;
- 2) частина аудиторій на початку 2009-2010 навчального року була оснащена мультимедійними проєкторами, які активно використовуються в освітньому процесі;
- 3) проводяться Інтернет - тестування як загальнодержавного НМЦ так і місцевого значення;
- 4) організуються семінари з навчання викладачів створенню мультимедійних презентацій та електронних посібників;
- 5) мультимедійні презентації є так само однією з форм контролю по дисциплінах і т.д.

Мультимедіа-технології відносяться до аудіовізуальних засобів навчання і є одним з найбільш перспективних і популярних напрямів інформатики. Вони мають на меті створення продукту, що містить "колекції зображень, текстів і даних, що супроводжуються звуком, відео, анімацією і іншими візуальними ефектами, що включає інтерактивний інтерфейс і інші механізми управління". Дане визначення



сформульоване в 1988 році найбільшою Європейською Комісією, що займається проблемами впровадження і використання нових технологій. Основними прикладами мультимедіа технологій в наші дні є: відеоконференції; мультимедійні навчальні програми; електронні газети і книги; голосова і відео пошта; засоби графічного дизайну, електронні посібники. Таким чином, мультимедіа дає можливість утілити на новому якісно високому рівні класичний принцип дидактики - принцип наочності [4].

Мультимедіа є універсальним засобом навчання до всіх типів (лекції, практичні, узагальнювальні, контрольні) і етапів занять (перевірка домашнього завдання, вивчення нового матеріалу, закріплення). Перевага мультимедіа не тільки в його використанні, але і зберіганні, можливості розширювати, доповнювати презентацію новими цікавими фактами, моментами, відеокліпами.

Проте крім переваг мультимедійних засобів навчання, у них є і свої недоліки, одним з яких є те, що комп'ютер погано впливає на зір. В той же час, більшість викладачів вважають за краще використовувати один комп'ютер і мультимедійний проектор в цілях максимальної візуалізації учбового процесу. Цей шлях багато в чому є більш виграним: розв'язується проблема збереження здоров'я (великий екран знімає проблему обмеження роботи студентів перед екраном монітора); використання проектора дозволяє також ефективніше управляти процесом навчання.

Як правило, на заняттях з використанням мультимедійних технологій йдеться про мультимедійні презентації, створені в програмі PowerPoint. Такі презентації Ви можете зустріти у продажу у вже готовому вигляді, але можете і створити самі, відповідно до свого навчально-методичного комплексу. Ми не зупинятиметься на вимогах до створення презентацій з технічної точки зору, оскільки це прерогатива викладачів інформатики.

Але хотілося б відзначити, що до такої презентації необхідно мати план заняття або методичну записку (сценарій) по використанню для можливості застосування її самим або іншими викладачами, тривалість презентації з сценарієм не повинна бути більше 30-45 хвилин, інакше спостерігаються розсіювання уваги, спад активності, стомлення, втрата інтересу до роботи, що, кінець кінцем, веде до втрати учбового часу.

У викладанні учбових дисциплін мультимедійні технології, як засіб навчання використовують з 2008 року. Демонстрацію комп'ютерної презентації здійснюють в основному, при вивченні нового матеріалу, фронтально, тобто з використанням одного мультимедійного проектора. Використовуються так звана «жива» мультимедійна презентація,

виконана в програмі PowerPoint і фільми, по темах, записані на DVD і CD, - дисках.

*Першим етапом* впровадження роботи з мультимедійними презентаціями стало застосування на учбових заняттях по «БЖ» готового електронного навчально-методичного комплексу. Даний комплекс містить в собі як матеріал для вивчення нової теми, так і перевірочну роботу (тести).

*Другим етапом* з'явилося створення індивідуального домашнього завдання студентами усіх спеціальностей з використанням мультимедійних презентацій. Працюючи над створенням презентації, відповідно до вибраної теми, студенти відбирають явища, події, факти, які найбільш їм цікаві, виявляються найбільш актуальні проблеми при обговоренні, що представляють взаємний інтерес. Також створення виступів на методичних, наукових конференціях, профорієнтаційних та виховних заходах.

*На третьому етапі* було ухвалено рішення створити бази даних дисципліни на базі інформаційної системи «ІРБИС», де зібрані електронні навчально-методичні комплекси зі усіх дисциплін.

*Висновки.* Мультимедійні ресурси є перспективним і високоефективним інструментом в освітній області. Вони надають викладачу масу інформації в більшому об'ємі, ніж традиційні джерела інформації, і в наочній формі. Система презентації може в інтегрованому вигляді включати не тільки текст, графіки, схеми, але і звук, анімацію, відео і т.п. найскладнішою для викладача є необхідність відбирати види інформації і встановлювати послідовність, яка відповідає логіці пізнання і рівню сприйняття конкретного контингенту студентів.

#### Література

1. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів: наказ МОЗ Укр. 18.12.2002 №476; зареєстровано в Мінюсті Укр. 13.03.2003 // Офіційний вісник Укр.-2003.- №12.- Ст. 551.
2. Федоров А.В. Медиаобразование: краткая история развития / А.В. Федоров
3. Далингер В.А. Компьютерные технологии в обучении геометрии: Метод. реком. / В.А. Далингер. – Омск: Изд – во ОмГПУ. – 2001.- 33 с.
4. Константинова Н.А. История педагогики / Н. А. Константинова, Е. Н. Медынского, М.Ф. Шабаевой. – М.: Просвещение, 1982. – 286 с.
5. Дисплейная болезнь Поборемся // Запорожский санитарный вестник.-2006.-№11.- 7 с.

**ВНЕДРЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В  
ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ БЕЗОПАСНОСТЬ  
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Бойко О.В., Яцух О.В., Халиман И.А., Мазилин С. Д.

*Аннотация* – в статье обосновывается необходимость применения компьютерных технологий при преподавании дисциплины безопасность жизнедеятельности и гражданская оборона.

**INTRODUCTION OF COMPUTERS TECHNOLOGIES  
IN TEACHING OF DISCIPLINE SAFETY OF VITAL FUNCTIONS**

O. Wojko , O. Yatsukh, I. Khaliman, S. Mazilin

*Summary*

In article a necessity is grounded of application of computer technologies at teaching of discipline safety of vital functions and civil defensive.

УДК [ 631.158:658.382.3]:629.3.014.2

## **ЗНЕПИЛЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ КАБІН ТРАКТОРІВ**

Мохнатко І.М., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (06192) 42-14-38

**Анотація** - робота присвячена проблемі знепилення вентиляційного повітря кабін тракторів за допомогою ротаційних проти потокових очисників повітря.

**Ключові слова** – запиленість повітря, ротаційний пиловіддільник повітря, рівномірна швидкість всмоктування, ефективність пиловловлення.

*Постановка проблеми.* Значна кількість тракторів, що застосовуються під час обробки ґрунту й збирання врожаю, працюють в умовах великої запиленості повітря. Найбільш значимими параметрами, які визначають вміст пилу в робочій зоні тракториста, є напрямок і швидкість руху вітру, структура оброблюваного ґрунту, його вологість, швидкість руху агрегату.

Вимоги стандартів, які визначають параметри мікроклімату й містять вимоги до обладнання робочих місць, як показує практика, на більшості тракторів не виконуються. Проблеми, пов'язані із запиленістю повітря й підтримкою необхідних параметрів мікроклімату у робочій зоні тракториста, вирішуються за допомогою установки в кабінку трактора надійної системи вентиляції, обов'язковим елементом якої є пиловідділення.

*Формулювання мети статі.* Метою цієї роботи являється дослідження процесу знепилення вентиляційного повітря в кабінах тракторів за допомогою ротаційних протипотокових очисників повітря.

*Аналіз останніх досліджень.* Проблеми очищення повітря від пилу за допомогою пиловловлювачів присвячені роботи багатьох дослідників: Хохрякова В.П., Михайлова М.В., Пирумова А.І., Штокман Е.А., Ужова В.Н., Батлук В.А., Азарова В.Н., Лях Г.Д. та інших.

*Основна частина.* Запиленість повітря навколо трактора, що

рухається - величина змінна. Вона залежить від типу ґрунту й дорожнього покриття, розміру й маси частинок дорожнього пилу, товщини шару пилу на дорожньому покритті, вологості, температури й швидкості повітря, а також швидкості трактора та ін. Широке застосування в сільському господарстві пестицидів і мінеральних добрив породило проблему захисту повітряного середовища кабін тракторів від цих речовин, які містяться в пилу. Кабіни тракторів повинні бути герметичними й надійно захищеними від пилу.

Оптимальним варіантом є обладнання кабін кондиціонером із системою знепилювання повітря. Запиленість повітря визначається також порою року і природно-кліматичними умовами, в яких експлуатуються трактори. У безвітряну погоду запиленість повітря (концентрація пилу) на рівні капота становить  $(15...20) \cdot 10^{-5}$  кг/м<sup>3</sup>. З появою попутного вітру концентрація пилу в повітрі відразу зростає до  $5 \cdot 10^{-4}$  кг/м<sup>3</sup>. Зі збільшенням швидкості вітру запиленість повітря збільшується й при швидкості вітру 10...12 м/с з'являються густі пилові хмари висотою до 80...100 м. При запиленості повітря до  $8 \cdot 10^{-4}$  кг/м<sup>3</sup> межа видимості водія не перевищує 5...8 м.

Найбільш вагомими факторами, які визначають вміст пилу в робочій зоні тракториста, є вологість і структура ґрунту, розміщення робочого місця, напрямок і швидкість руху вітру, швидкість руху агрегату. Проникаючи в кабінку, пил нагромаджується й осідає на різних елементах кабіни та під час роботи внаслідок вібрації піднімається в повітря й може накопичуватися в зоні подиху в значних концентраціях (таблиця 1.).

Таблиця 1 - Концентрація пилу в кабінах тракторів у рівноцінних умовах.

Трактор	Концентрація, $\times 10^{-6}$ кг/м <sup>3</sup>	
	мінімальна	максимальна
Т-150 К	2,5	18,6
МТЗ-80	40,0	116,0
Т-70 С	20,5	86,0
ДТ-75	26,8	67,5
К-701	18,6	38,5
ЮМЗ-6Л	36,5	127,0

Вплив пилу на організм водія більшою мірою залежить від концентрації (кг/м<sup>3</sup>) вдихуваних частинок і тривалості пилового впливу. Установлено, що навіть частинки пилу розміром до  $2 \cdot 10^{-6}$  м не викликають фіброзу легенів, якщо маса вдихуваного пилу мала, тому що при цьому відбувається її інтенсивне видалення з органів дихання.

Нижче наведено значення середнього масового вмісту частинок

пилу в повітрі кабіни при їх концентрації у повітрі  $2 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup> (таблиця 2.).

Як видно, масовий вміст частинок розміром  $1 \cdot 10^{-6} \dots 3 \cdot 10^{-6}$  м, що мають найбільшу фіброгенну активність, становить 6% при концентрації пилу  $2 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>. Відомо, що в кабіні тракторів, не обладнаних системою знепилювання повітря, запиленість повітря може становити  $3 \cdot 10^{-6} \dots 133 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>. При використанні системи знепилювання повітря, що містить кабіний пиловіддільник, характеристика якого визначається ефективністю пиловловлення, запиленість повітря знижується [1].

Таблиця 2 - Залежність масового вмісту частинок пилу від їх розмірів при концентрації  $2 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>.

Розмір частинок, $10^{-5}$ м	0–0,5	0,5–1	1–3	3–5	5–10	10–30
Масовий вміст, %	1	2	6	11	52	28

Широко вивчалось питання про концентрацію пилу навколо кабіни трактора Т-150К при виконанні різних видів сільськогосподарських робіт [1]. Так, максимальна концентрація пилу над капотом становила  $179,6 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>, на рівні очей механізатора спереду лобового скла -  $76,7 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>, на висоті 0,2 м над кабіною -  $47,7 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup> і на висоті 0,5 м над кабіною -  $36,2 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>. Таким чином, зі збільшенням висоти над ґрунтовим горизонтом концентрація пилу знижується й досягає в зоні повітрязабірника системи вентиляції кабіни  $47,7 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>.

Сьогодні особливо гострою є проблема вловлення дрібнодисперсного пилу, який завдяки малій щільності легко розсіюється й пересувається. Істотне підвищення вимог до систем очищення неминуче призводить до ускладнення їх структури та різкого збільшення комплектуючих апаратів.

Виникло протиріччя: з одного боку - повинні бути підвищені потенційні можливості систем очищення, з іншого боку - зросли труднощі в реалізації цих можливостей у результаті експлуатаційних можливостей апаратури. Ускладнення систем пилоочищення при одночасному підвищенні вимог до ефективності їх роботи вимагає вживання певних заходів щодо розробки високоефективних апаратів пиловловлення.

За даними М.П.Калінушкіна, В.В.Кучерука, Б.Н.Ужова, для вентиляції й знепилювання кабін тракторів широко представлено **ротаційні** пиловіддільники, які поєднують у собі функції вентилятора великої продуктивності й ефективного пиловловлювача.

У процесі експлуатації характеристика ротаційного пиловідді-

льника залишається постійною, на його роботу не впливає зміна концентрації пилу, вологості, температури, вібрації й руху зовнішнього повітря. Ротаційні пиловіддільники ефективно відокремлюють пил, який містить двоокис кремнію, який є найнебезпечнішим для людини. Ефективність пиловловлення ротаційних пиловіддільників досягає 90...92 %, продуктивність роботи становить до 450 м<sup>3</sup>/год, а номінальна потужність не перевищує 90 Вт [1].

Принциповою відмінністю ротаційних пиловіддільників від вентиляторів-пиловіддільників є наявність спеціального ротора з каналами, по яких рухається запилене повітря і на які пил осідає під дією сил інерції.

Ротаційні пиловіддільники мають ряд переваг перед іншими апаратами, а саме: мають вибіркову здатність до пилу, беззупинне видалення пилу без наповнення в пиловіддільнику, постійну характеристику при будь-якій запиленості, температурі й вологості зовнішнього повітря, меншу масу, розміри і витрати енергії, вимагають менших витрат на технічне обслуговування й забезпечують високу надійність роботи.

Ефективність ротаційного пиловіддільника істотно залежить від інтенсивності закручування повітря на поверхні ротора, рівномірності розподілу швидкості по його довжині, наявності кожуха навколо нього, а також концентрації пилу на вході в ротор та ін. [2].

*Висновок.* Встановлено, що ефективність пиловідділення значно знижується при відсутності приладів, які вирівнюють відносну швидкість повітря по довжині ротора. Нерівномірність розподілу швидкості по довжині ротора пов'язана з неоднаковим розрідженням у внутрішній порожнині ротора. До переваг протипотокових ротаційних пиловіддільників варто віднести, насамперед, відсутність попадання великодисперсного пилу в канали ротора, що підвищує зносостійкість пиловіддільника.

Для створення нормального мікроклімату в кабіні трактора необхідно в систему вентиляції встановити надійний пиловіддільник з обґрунтованими конструктивними, кінематичними і енергетичними параметрами за умови його компактності й високої продуктивності.

#### Література

1. Хохряков В. П. Вентиляция, отопление и обеспыливание воздуха в кабинах автомобилей / В.П. Хохряков. - М.: Машиностроение, 1987 - 151 с.

2. Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев, Л.Н. Балужева, А.Д. Гальперин [и др.] - М.: Евроклимат, Арина, 2000. - 416 с.

## **ОБЕСПЫЛИВАНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ВОЗДУХА КАБИН ТРАКТОРОВ**

Мохнатко И.Н.

*Анотація* - работа посвящена проблеме обеспыливания вентиляционного воздуха кабин тракторов посредством ротационных протипотоковых воздухоочистителей.

## **WORK WITHOUT THE MAINTENANCE OF A DUST OF VENTILATING AIR OF CABINS OF TRACTORS**

I.Mohnatko

### *Summary*

Work is devoted a problem of work without the dust maintenance in a cabins tractors with the help air rotory dust cleaners.



УДК 658.631.3

## ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК В АПК

Бабенко О. М., інж.,

Налбат К. Л., інж.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619)42-14-38

**Анотація** – робота присвячена аналізу оцінювання професійного ризику при експлуатації енергетичних установок в АПК.

**Ключові слова** – нещасний випадок, професійний ризик, показник ризик.

*Постановка проблеми.* Сучасне аграрне виробництво нерозривно пов'язане з використанням електроенергії. В умовах експлуатації потужних енергосистем, електричних машин та апаратів, розвитку обчислювальної техніки і приладобудування, роботизації та комп'ютеризації виробництва важливого значення набуває проблема в електробезпеці – захисті електротехнічного персоналу та інших осіб, які обслуговують електроустаткування від ураження електричним струмом.

*Аналіз останніх досліджень.* Аналіз загальної кількості виробничих нещасних випадків свідчить, що кількість електротравм становить 1,0-1,5%, а в енергетиці навіть 3-5%. Але серед нещасних випадків зі смертельним наслідком електротравмами становлять 20-40% на виробництві, а в енергетиці до 60%, займаючи одне з перших місць. При цьому 60-85% смертельних уражень електричним струмом відбувається в електроустановках напругою до 1000В(127-380В).

Ризик нещасного випадку невіддільний від сучасного аграрного виробництва — складної ймовірнісної системи, де майже завжди присутня небезпека через безпосередню участь у технологічному процесі працівника з його емоційними, фізіологічними та психологічними рисами. Разом з тим проблема комплексного оцінювання ризику травматизму на виробничих процесах з урахуванням ймовірності нещасного випадку та вартісної важкості його наслідків для сільського господарства України є новою та актуальною [2, 3].

До останнього часу як показники ризику в аграрній галузі розглядали та аналізували здебільшого лише коефіцієнти частоти і важкості виробничого травматизму (професійної захворюваності). На сього-

дні ще не зроблено оцінку та не співставлено показники ризику для основних професій у сільському господарстві, не складено класифікатор професій за критеріями ризику травмування і захворюваності.

Це зумовлено багатоаспектністю цієї проблеми, практично повним ігноруванням більшістю об'єктів господарювання вимог до охорони праці майже в усіх галузях економіки та управлінській діяльності.

Крім того, ризик - це складне, явище, що має безліч незбіжних, а іноді протилежних реальних основ, оскільки в літературі немає єдиного розуміння особливостей цієї проблеми [1,7].

Отже, потрібно розробити якісно нову для сільського господарства систему аналізу та обліку професійних ризиків, складниками якої мають стати: науковий інструментарій об'єктивного оцінювання ризиків; страхові механізми їх виявлення на виробництві; галузеві центри відстеження ризиків та потенційних небезпек; зворотні комп'ютеризовані інформаційні зв'язки від центру до сільськогосподарських підприємств.

*Формування мети статті.* Обґрунтувати можливості застосування експертних методів оцінювання ризиків на механізованих виробничих процесах у сільському господарстві як складника методології управління професійними ризиками для усунення ризиків неприйняттого рівня.

*Основна частина.* Спеціалісти Міжнародної організації праці та Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) виділяють більше 150 класів професійного ризику і близько тисячі їх видів, що загрожують життю і здоров'ю працівників різних професій. Вважають, що ця класифікація не є повною і охоплює лише окремі аспекти безпеки та гігієни праці, істотна частка цих ризиків має місце на виробничих процесах у сільському господарстві.

Таке широке коло професійних ризиків в АПК пояснюється, з одного боку, достатньо високим рівнем розвитку в Україні сільськогосподарського виробництва і суміжних галузей, коли інтенсивне застосування високоенергетичних технологій виробництва із застосуванням хімічних та біологічних речовин призвело до того, що практично усі сфери життєдіяльності працівників села пов'язані ризиками, а з іншого — застосуванням морально і фізично застарілої сільськогосподарської техніки з практично вичерпаним ресурсом (після 10-річного і більше терміну експлуатації) також значно підвищує професійний ризик. Багато фахівців вважають, що уникнути у сільськогосподарському виробництві ситуацій з підвищеним ризиком нині вже неможливо.

Стратегія управління безпекою складних систем, якими є виробничі процеси в АПК, передбачає системний аналіз, багатофакторне оцінювання і багатокритеріальну мінімізацію ризиків, що забезпечує значне підвищення їх безпеки за своєчасного виявлення ситуацій істо-

тного, критичного і/або катастрофічного ризику та запобігання їх наслідкам.

Існує велика кількість методів аналізу ризиків. Для оцінювання рівня професійного ризику використовують статистичний, аналоговий та експертний методи.

Таблиця 1 - Оцінки ризику настання нещасного випадку, хвороби чи аварії на виробництві.

Тяжкість наслідків, рівень	Ймовірність нещасного випадку		
	А (висока)	В (середня)	С (мала)
Великі(I)	5 дуже високий (ризик неприйнятний)	4 високий (ризик неприйнятний)	3 середній (ризик прийнятний)
Середні(II)	4 високий (ризик неприйнятний)	3 середній (ризик прийнятний)	2 малий (ризик прийнятний)
Малі(III)	3 середній (ризик прийнятний)	2 малий (ризик прийнятний)	1 дуже малий (ризик прийнятний)

Управління професійними ризиками — це ітеративний процес з чітко визначеними етапами:

- встановлення (ідентифікація) небезпек і виду ризиків на робочому місці;
- аналіз ризику подій, обставин з виокремленням найбільш значущих ризиків;
- оцінювання ризиків — кількісний опис виявлених ризиків, розрахунок їх ймовірності та тяжкості наслідків;
- ранжування і відбирання ризиків — визначення ступеня значущості ризиків;
- розроблення заходів впливу на ризик для його усунення (недопущення) або зниження рівня.

Статистичний і аналоговий методи застосовують за наявності певної вибірки аналогічних нещасних випадків чи небезпек, що не завжди можна реалізувати при роботі їх обладнання за певних умов та облаштуванні робочого місця. Тому, на наш погляд, необхідно застосовувати експертний метод, який базується на оцінках фахівцями (експертами) значущості впливу різних чинників виробничого доквілля на безпеку виконання трудових операцій. Для цього слід використовувати бальну шкалу вимірювання ймовірності ризику і його наслідків.

У практиці застосовують досить наближені методи оцінювання потенційних наслідків травмування, професійної захворюваності та

ймовірності настання цих подій. За Британським стандартом безпеки DS-8800 ризик оцінюють за формулою

$$R = P \cdot S, \quad (1)$$

де R — професійний ризик;  
P — ймовірність події;  
S — тяжкість наслідків.

Таблиця 2 - Категорії професійного ризику і запобіжні заходи.

Оцінка категорії професійного ризику	Припустимість, ризику	Запобіжні заходи
5 Надвисокий ризик	Неприйнятний	Заплановану роботу заборонено розпочинати, поки ризик не зменшено до припустимого рівня
4 Високий ризик	Неприйнятний	Заплановану роботу заборонено розпочинати, поки ризик не зменшено до припустимого рівня
3 Середній ризик	Припустимий	Потрібно вжити заходів для зниження ризику та недопущення його підвищення
2 Малий ризик	Припустимий	Потрібно вжити заходів для зниження ризику та недопущення його підвищення
1 Незначний ризик	Припустимий	Не потрібно жодних заходів

Для оцінювання ступеня ймовірності настання нещасного випадку (травми, отруєння, розвинення професійної хвороби тощо) використовують такі позначення: А - висока ймовірність; В - середня ймовірність; С - мала ймовірність Тяжкість наслідків оцінюють за 3-рівневою шкалою: І — аварія, смертельний випадок; ІІ — важка травма; ІІІ — легка травма.

За результатами такого виокремлення встановлюють категорії ризику (табл. 1): 5 - дуже високий (неприйнятний); 4 — високий (неприйнятний); 3 - середній (прийнятний); 2 — малий (прийнятний); 1 — дуже малий (прийнятний).

З табл. 1 видно, що рівень ризику підвищується відповідно до збільшення ймовірності подій і тяжкості наслідків. На підставі даних цієї таблиці встановлюють категорію ризику та, за необхідності, роз-

робляють і впроваджують запобіжні заходи (табл. 2).

Оцінка допустимого ступеня ризику людини в розвинутих країнах вважається індивідуальним ризиком, який дорівнює  $10^{-6}$  на рік. Малим вважається індивідуальний ризик загибелі  $10^{-4}$  на рік. На сьогодні розроблена й існує концепція прийнятого (допустимого) ризику, сутність якої полягає у прагненні забезпечити такий ступінь безпеки, яку сприймає суспільство у цей час. Порівняння окремих ризиків щодо загибелі людей у США та Україні наведено у табл. 3 [1].

Таблиця 3 - Порівняння окремих ризиків щодо загибелі людей (за чинниками) у США та Україні.

Країни	Чинники ризиків	
	вогонь	електрострум
США	$4 \times 10^{-5}$	$6 \times 10^{-6}$
Україна	$3 \times 10^{-5}$	$20 \times 10^{-6}$

Наприклад, електрик має намір проводити обслуговувальні роботи. Ланцюг з ізольованою нейтраллю. Одна з фаз пробиває на корпус. Якщо електрик перевірить індикатором наявність напруги на фазі, то він покаже, що напруги немає. А якщо він перевірить тестером лінійну напругу, то тестер покаже наявність напруги. При дотику до цієї фази електрик може отримати електротравму. Тяжкість наслідків — велика (III), ймовірність події висока (A). З табл. 1 потрібно визначити категорію ризику: 5 - дуже високий ризик (неприйнятний). Заплановані роботи заборонено розпочинати до встановлення огорожі (запобіжного кожуха).

Таку методику ідентифікування та оцінювання професійного ризику у вигляді Карти оцінювання ризику необхідно застосовувати перед початком будь-якої роботи для ухвалення рішення про можливість її виконання чи впровадження заходів щодо зменшення категорії ризику.

Карта оцінювання ризику доповнює Карту умов праці на робочому місці, яку використовують для встановлення пільг і компенсацій працівникам за роботу у шкідливих чи важких умовах.

*Висновки.* Розглянуто можливі підходи до аналізу ризиків та управління ризиками у галузі сільськогосподарського виробництва. Запропоновано методологію системного аналізу виробничих небезпек для оцінювання професійного ризику з урахуванням умов виконання сільськогосподарських та інших видів робіт, які мають стати основою для розроблення дієвих заходів щодо збереження життя і здоров'я працівників селянсько-фермерських господарств.

## Література

1. *Гогіташвілі Г.Г.* Оцінювання професійного ризику в галузях сільськогосподарського виробництва України / *Г.Г. Гогіташвілі, В.Ф. Камінський, В.М. Лапін, О.В. Войналович* “Вісник аграрної науки”, серпень 2010р.
2. *Баскаков В.П.* Методика снижения риска травм и аварий на угольных шахтах путем стандартизации производственного процесса: Автореф. дисс... канд. тех. наук. *В.П. Баскаков.*- М., 2009.
3. *Войналович О.В.* Підходи щодо створення методології оцінювання ризику травмування працівників на механізованих процесах в АПК / *О.В. Войналович, М.М. Мотрич* Електротехніка і механіка, 2007. - № 1. - С. 93-101.
4. *Войналович О.В.* Напрями профілактики травматизму та профзахворюваності в АПК / *О.В. Войналович, В.І. Гаврилюк, М.П. Тягай.* матер. Міжнар. наук. конф. «Охорона праці та соціальний захист працівників», 19—21 листопада 2008 р., м. Київ. — К/ НТУУ «КПІ», 2008. - С. 56-58.
5. *Гогіташвілі Г.Г.* Оцінка ризику - основа управління охороною праці та охорона праці / *Г.Г. Гогіташвілі, В.М. Лапін* Охорона праці, 2007. - № 4. - С. 18-19.
6. *Гогіташвілі Г.Г.* Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами / *Г.Г. Гогіташвілі, Е.Т. Карчевські, В.М. Лапін*— К.: Знання, 2006.
7. *Старостина А.О.* Ризик-менеджмент. Теорія та практика : навч. посіб / *А.О. Старостина, В.А. Кравченко.* — К. ІВЦ «Політехніка», 2004.

## ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В АПК

Бабенко Е.Н., Налбат К. Л.

**Аннотация** - работа посвящена анализу оценки профессионального риска при эксплуатации энергетических установок.

## ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISK FOR USE OF POWER PLANTS IN APC

E. Babenko, K. Nalbat

### *Summary*

**Devoted to the analysis of occupational risk assessment in the operation of power plants.**

УДК 621.317

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Борохов И.В., инж.,

Федюшко Ю.М., д.т.н.,

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел. (0619) 42-14-38

**Аннотация** – проведен анализ методов и технических систем импульсной рефлектометрии для измерения диэлектрических параметров биологических систем в широком частотном диапазоне.

**Ключевые слова** - диэлектрическая проницаемость, биологические объекты, рефлектометрические системы.

*Постановка проблемы.* Измерение диэлектрической проницаемости (ДП) материалов и биологических веществ является методологически первым и основным заданием в отрасли контроля состава и свойств материалов и биологических веществ. Кроме того, измерение диэлектрических параметров в области ЭМ биологии несущего информацию о физических и биофизических свойствах вещества и их зависимости от разных физических факторов в широкой полосе частот, требует проведения анализа существующих методов и средств измерения [1,2,3].

*Анализ последних исследований.* В настоящее время имеется достаточно большой материал, в котором рассмотрены методы и устройства измерения диэлектрической проницаемости материалов и веществ [1,3]. В меньшей степени исследованы методы и технические системы измерения электрофизических параметров биологических объектов, которые находятся в свободном пространстве [1].

*Формулирование цели статьи.* Целью статьи является проведение анализа методов и рефлектометрических систем измерения диэлектрической проницаемости биологических объектов с целью обоснования метода измерения электрофизических параметров биообъектов в свободном пространстве.

*Основная часть.* Методы измерения электрофизических свойств веществ в СВЧ диапазоне можно разделить три - на методы измерения в объемном резонаторе, в линии передачи и в свободном пространстве.

Для научных исследований и практических работ в биологии, медицине и сельском хозяйстве особую ценность представляют измерения диэлектрической проницаемости биообъектов в свободном пространстве, в виду отсутствия физического возмущения вносимого в исследуемый объект при подготовке образца к проведению измерений.

Существующие в настоящее время информационно-измерительные системы дистанционного измерения диэлектрической проницаемости объектов в СВЧ диапазоне разделяются на две основные подгруппы: измерителя на основе анализа стоячей волны и на основе анализа отношений падающих, прошедших и отраженных от исследуемого объекта сигналов [5]. Методы измерения, основанные на применении измерительных линий предназначены для измерения характеристик стоячих волн, возникающих в результате суперпозиции падающей  $U_{\text{ПАД}}$  и отраженной  $U_{\text{ОТР}}$  волн вдоль линии передачи. Отношение между  $U_{\text{ОТР}}$  и  $U_{\text{ПАД}}$  характеризуются коэффициентом отражения или коэффициентом стоячей волны [1, 5].

По измеренным характеристикам стоячих волн могут быть рассчитаны модуль и фаза коэффициентов отражения, потери четырехполюсника, длина волны, частота, параметры среды (диэлектриков) [1, 6].

Следует отметить, что методу стоячей волны присущи такие недостатки: измерение только на фиксированной частоте; узкополосностью; сложность автоматизации процесса измерений.

При исследованиях по методу измерений, основанному на анализе отношений падающих, прошедших и отраженных от исследуемого объекта сигналов используют рефлектометры, структурная схема которых приведена на рис. 1.

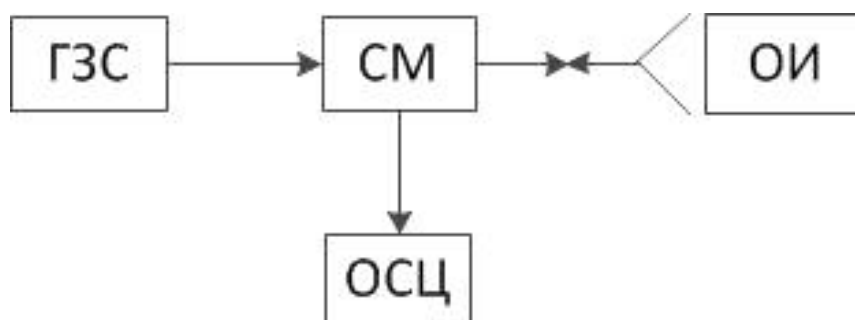


Рис. 1. Структурная схема рефлектометра для измерений в свободном пространстве.



Здесь зондирующий сигнал генератора (ГЗС) через широкополосный смеситель (СМ) (выполненный в виде линии передачи с входом и выходом – смеситель «на проход») поступает на исследуемый объект (ОИ) и одновременно после стробоскопического преобразования наблюдается на экране осциллографа (ОСЦ). Отраженный от неоднородностей исследуемого объекта сигнал, пройдя смеситель, после стробоскопического преобразования наблюдается вместе с зондирующим сигналом на экране осциллографа. Эти сигналы после Фурье-преобразования определяют коэффициенты рассеивания  $S_{11}$  и  $S_{12}$  материала образца [6]:

$$S_{11} = S_{22} \frac{\Gamma(1 - e^{-2x})}{(1 - \Gamma^2 e^{-2x})} \quad (1)$$

$$S_{12} = S_{21} \frac{\Gamma(1 - \Gamma^2) e^{-x}}{(1 - \Gamma^2 e^{-2x})}, \quad (2)$$

где

$$\tilde{A} = \frac{\sqrt{\mu} - \sqrt{\varepsilon}}{\sqrt{\mu} + \sqrt{\varepsilon}}, \quad x = j\gamma_0 \sqrt{\mu \cdot \varepsilon} \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \mu &= \mu' - j\mu'' \\ \varepsilon &= \varepsilon' - j\varepsilon'' \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Здесь  $\mu', \varepsilon'$  - реальные, а  $\mu'', \varepsilon''$  - мнимые составляющие комплексных величин  $\varepsilon$  и  $\mu$ .

При известных значениях  $S_{11}$  и  $S_{21}$  систему выражений (1) и (2) можно решить относительно  $\varepsilon$  и  $\mu$  следующим образом:

$$\varepsilon = \sqrt{DC}, \quad \mu = \sqrt{\frac{C}{D}}, \quad (5)$$

где

$$D = \frac{1 - 2S_{11} + |S|}{1 + 2S_{11} + |S|}, \quad (6)$$

$$C = \frac{\gamma^2}{\gamma_0^2}, \quad \gamma = \gamma_u + n\pi, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

$$\gamma_u = \ln(P \pm \sqrt{P^2 - 1})$$

$$P = \frac{1 - |S|}{2S_{21}}, \quad (8)$$

$$|S| = S_{11}^2 - S_{21}^2. \quad (9)$$

Из (1) - (9) следует, что одновременное измерение частотных зависимостей  $S_{11}(f) = S_{21}(f)$  образца, в соответствии с рис. 1, в принципе позволяет решить задачу определения частотных зависимостей комплексных значений  $\varepsilon$  и  $\mu$ . Однако практическая реализация получения требуемых характеристик для исследования биообъектов в свободном пространстве таким методом определения  $\varepsilon$  и  $\mu$  связана с преодолением ряда трудностей. Поэтому рассмотрим более детально пути практической реализации данного метода измерения  $\varepsilon$ ,  $\mu$  и область его применения для исследования биообъектов в свободном пространстве.

Рассмотрим некоторые типы современных рефлектометров для исследования объектов в свободном пространстве. Наибольшее распространение при дистанционном зондировании получили рефлектометры с импульсными радиосигналами [6-11].

В [10] описан рефлектометр, в которых был использован генератор импульсов на диоде Ганна мощностью около 3 Вт на несущей частоте 6,2 или 6,5 ГГц. Отраженные сигналы через циркулятор поступали на вход стробоскопического осциллографа. Этот прибор позволял обнаружить неоднородности с коэффициентом отражения порядка  $5 \cdot 10^{-4}$ .

Похожий по конструкции прибор с генератором зондирующих импульсов на маломощном диоде Ганна описан в [6]. Этот прибор работает в диапазоне частот 7-11 ГГц при динамическом диапазоне около 40 дБ.

При рефлектометрических изменениях большое значение имеет возможность перестройки несущей частоты зондирующего сигнала в широком диапазоне частот, что позволяет оценивать отражающий объект по частотной характеристике модуля коэффициента отражения [9]. Зондирующие радиоимпульсы длительностью 2-200 нс и мощностью около 70 мВт получают при помощи быстродействующего сверхширокополосного модуля на  $p-i-n$  диоде из непрерывного сигнала внешнего генератора гармонических колебаний с частотой 1-18 ГГц. Отраженные сигналы могут непосредственно наблюдаться на широкополосном осциллографе, что обеспечивает динамический диапазон порядка 40 дБ, вполне достаточный, например, для измерения параметров элементов антенного тракта РЛС.

В [7] описан вариант импульсного рефлектометра с зондирующим сигналом в виде радиоимпульса большой длительности с крутым фронтом. При этом отраженные сигналы многократно накладываются один на другой, что в принципе позволяет измерить их модули и фазы. Конечный результат рефлектометрических измерений представляет собой совокупность двух-трех параметров отраженного сигнала (амплитуда, положение центра тяжести, фаза заполнения), в то время как на осциллографе изменяются сотни отсчетов мгновенных значений сигнала. Поэтому оптимизация методики измерений параметров неоднородностей может обеспечить значительный энергетический выигрыш.

В корреляционном рефлектометре [4] в качестве источника зондирующего сигнала был использован генератор сигнала с линейной частотной модуляцией. Была получена точность измерения модуля  $|\Gamma|$  3%, фазы  $3^0$ ; измерялись  $|\Gamma| > 10^{-4}$ .

Довольно большое распространение получили корреляционные рефлектометры с линейной частотной модуляцией и усреднением корреляционного произведения зондирующего и отраженного сигналов на промежуточных частотах, что позволяет построить многоканальную схему коррелометра без аналоговой линии задержки.

Схема такого коррелометра содержит перемножитель зондирующего и отраженного сигналов и систему фильтров, настроенных на частоты  $F_1$  [11],

$F_1 = k(f)2l/v_\phi(f)$ , где  $l$  – расстояние до неоднородности;  $v_\phi$  – фазовая скорость;  $k(f)$  – скорость перестройки частоты которая должна выбираться такой, чтобы отношение  $k(f)2l/v_\phi(f)$  оставалось постоянным.

В последнее время широкое распространение получили рефлектометры, использующие видеоимпульсные сигналы. В литературе описаны видеоимпульсные рефлектометры, длительность фронта аппаратурной функции которых 28-100 пс [6, 12]. Импульсный рефлектометр, имеющий смеситель на туннельном диоде и работающий с использованием принципа дискриминатора мгновенных значений, имеет особую высокую чувствительность [12].

Видеоимпульсные рефлектометры, имеющие длительность фронта аппаратурной функции 30-100 пс, уровень собственных шумов 2-5 мВ и амплитуду зондирующего сигнала 0,2-1В, позволяют определять непосредственно по рефлектограмме отклонение волнового сопротивления линии от номинала на 0,5Ом, минимальную емкостную неоднородность 0,008-0,02 пф, минимальную индуктивность 0,01-0,05 нГц, разрешение в линии с воздушным заполнением 4,5-15

мм, а в полосковых линиях на диэлектрической подложке – до 1-5 мм [6].

*Выводы.* В настоящее время отсутствуют специализированные рефлектометры, предназначенные для измерения диэлектрической проницаемости биологических объектов в свободном пространстве.

Для дистанционного измерения диэлектрической проницаемости биологических объектов рефлектометрическими системами в широком частотном диапазоне необходимо использовать радиоимпульсы нано и - субнаносекундной длительности;

Исследование диэлектрических параметров биологических объектов дистанционным способом требует разработки методов измерения и специализированных рефлектометрических систем.

#### Література

1. *Бранд А.А.* Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах : учебник / *А.А. Бранд.* – М. : Физматгиз, 1964. – 404 с.
2. *Харвей А.Ф.* Техника сверхвысоких частот / *А.Ф. Харвей.* – М.: Сов.радио, 1965. – 783 с.
3. *Потапов А.А.* Современные диэлектрические методы и аппаратура для исследования микро – и макроскопических свойств веществ / *А.А. Потапов.* – М.: ВНИИКИ, 1980.- 56с.
4. *Абубакиров Б. А.* Измерение параметров радиотехнических цепей/ *Б. А. Абубакиров.* – М. : Сов. радио, 1984. – 245 с.
5. *Завьялов А. С.* Измерение параметров материалов на СВЧ / *А. С. Завьялов.* – Томск. : Издательство Томского университета, 1985. – 215 с.
6. *Глебович Г.В.* Исследование объектов с помощью пикосекундных импульсов / *Г. В. Глебович, А. В. Андриянов, Ю. В. Введенский* – М. : Радио и связь.1984. – 256 с.
7. *Ogletree S.T.* The developmant of nazroubland time-domain ztleitometry / *S.T. Ogletree, S.V. Makio* IEEE Trans., 1972, V.-im-21, №2, P. 82.
8. *Андриянов А. В* Радиоимпульсный рефлектометр наносекундного диапазона / *А. В. Андриянов, Е. И. Булатов, Ю. В. Введенский.* – Приборы и техника эксперимента. 1977. №2, – 141с.
9. Radioreflectometer. – Microwave S., 1980, V. 23, №10, – P. 31.
10. *Rantala K.,* Narrouband time-domain reflectorueter in waveguide maintenance: theory, instrument and operating experience / *K. Rantala, S. Halme* – Proc. Of the fifth colloquium on microwave. Budapest. 1974. V. ME- 73 – P. 18
11. *Solmo P.* Microwave locating reflectoweter / *P. Solmo, P. Holleway* – Electronics Let., 1969. №5, – P. 34.

12. Херманис Э.Х. Рефлектометр на основе дискретного стробоскопического преобразователя / Э.Х.Херманис, В.Г. Карпиныг / Дискретные стробоскопические преобразователи. – Рига., 1977. – С.63-71.

**АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ  
ДИСТАНЦІЙНОГО ВИМІРЮВАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ  
ПАРАМЕТРІВ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Борохов І.В., Федюшко Ю.М.

*Анотація* – проведено аналіз методів та технічних систем імпульсної рефлектометрії для вимірювання діелектричних параметрів біологічних систем в широкому частотному діапазоні.

**ANALYSIS OF METHODS AND TECHNICAL SYSTEMS FOR TELEMETERING OF DIELECTRIC PARAMETERS OF BIOLOGICAL OBJECTS**

I. Borohov, U. Fedyushko

*Summary*

The analysis is conducted of methods and technical systems of impulsive reflektometris for measuring of dielectric parameters of the biological systems in the wide frequency range.

## ЗМІСТ

<i>Шинкаренко В.Ф.</i> Генетическое предвидение как системная основа в стратегии управления инновационным развитием технических систем	3
<i>Дидур В.А., Ткаченко В.А., Ткаченко А.В., Дидур В.В.</i> Влияние противотоков в шнековом прессе на эффективность его работы	20
<i>Каплун В.В., Козирський В.В.</i> SMART GRID як інноваційна платформа розвитку електроенергетичних систем	35
<i>Смердов А.А., Петровський О.М., Волков С.І.</i> Вплив електромагнітних полів УВЧ діапазону на електричні характеристики насіння	47
<i>Пастушенко С.І., Огієнко М.М.</i> Пошук енергоефективних рішень технічного забезпечення процесів доробки технологічної насінневої маси дині та огірка	55
<i>Коханівський С.П., Радько І.П.</i> Особливості горіння і гасіння дуги змінного струму	65
<i>Овчаров В.В., Чапний М.В., Решетюк В.М., Співак В.М., Осінов С.М., Чапний Т.М.</i> Оцінка якості роботи озонатора в овочесховищі	74
<i>Федорейко В.С., Іскерський І.С.</i> Дослідження характеристик багатокомпонентного твердого біопалива	80
<i>Никифорова Л.Є., Кізім І.В., Бабенко О.М.</i> Розробка системи керування концентратором сонячної енергії для передпосівної обробки насіння	88
<i>Мірошник О.В., Котляр О.А.</i> Мінімізація тривалості діагностування пошкоджень в радіальних ЛЕП за умов невизначених факторів	92
<i>Іноземцев Г.Б.</i> Методологія дослідження – основа наукового дослідження	97
<i>Болбот І.М.</i> Ергономічний аналіз систем диспетчерського управління і збору даних	103
<i>Герасименко В.П.</i> Передумови підвищення надійності захисту та попередження появи струмів витоку в мережах 0.38 кВ	109
<i>Щербак Т.В.</i> Розрахунок глибини проплавлення контакт-деталей комутаційних апаратів напругою до 1000 В	116
<i>Сотнік О.В., Лисиченко М.Л.</i> Компенсація реактивної потужності сільських низьковольтних мереж побутового призначення	120
<i>Бородин І.А., Шишов С.А., Шишов А.Н.</i> Влияние энергетического воздействия выталкивателя на всхожесть семян сои	125
<i>Постнікова М.В., Карпова О.П.</i> Експериментальні досліджен-	130

ня енергетики електроприводу машин зерноочисних агрегатів <i>Карпова О.П., Саржан С.В.</i> Визначення впливу довжини вальцевої лінії на енергоємність процесу помолу зерна	135
<i>Федорейко В.С., Луцик І.Б.</i> Моніторинг температури у зернохoviщах на основі нейротехнологій	139
<i>Гуревич В.І., Савченко П.І., Лисиченко Р.М., Мірошник О.О., Уваров О.В.</i> Підвищення якості електроенергії в мережах з нелінійними електроспоживачами	148
<i>Пальчик А.О.</i> Автономне енергопостачання об'єкта господарювання на основі паливних елементів та альтернативних джерел енергії	152
<i>Журавель Д.П., Юдовінський В.Б.</i> Триботехнічні властивості олій біологічного походження	160
<i>Назаренко І.П.</i> До питання визначення електрофізичних властивостей діелектричних суспензій	167
<i>Яковлєв В.Ф., Лобода О.І., Заєць Д.Г.</i> Схемотичне моделювання перехідних процесів озонаторів повітря в умовах птахівницького приміщення	175
<i>Кунденко Н.П.</i> Особенности распространения ультразвука в биологической среде	181
<i>Ковальов О.В., Куценко Ю.М., Рубцов М.О., Назар'ян Г.Н.</i> Оптимізація експлуатаційних показників електромотоблоку методом планування експерименту	187
<i>Постол Ю.О., Орел О.М., Зубкова К.В.</i> Рекомендації по підборі решіт для калібрування рицини	201
<i>Чапний Т.М.</i> Автоматизація лазерної установки для зварювання матеріалів	205
<i>Гулевський В.Б., Кузнецов І.О.</i> До вибору методу знезараження мастильно-охолоджувальних рідин в металообробному виробництві	208
<i>Речина О.М., Сабо А. Г.</i> Управління освітленістю тепличних культур залежно від програмування врожаю	213
<i>Вужицький А.В.</i> Вплив НВЧ електромагнітного поля на личинки шкідників	220
<i>Червінський Л.С., Терновик В.А.</i> Дослідження спектрів люмінесценції покриву сільськогосподарських тварин	225
<i>Берека О.М., Усенко С.М.</i> Альтернативні засоби знезаражування зернової маси зерна сильними електричними полями	230
<i>Синявський О.Ю., Савченко В.В.</i> Обробка картоплі магнітними полями	237
<i>Перемот М.О.</i> Метод електромагнітної активації поливних розчинів змінним полем	247
<i>Сисак С.О.</i> Вплив електрофізичних властивостей на процес	251

отримання водню із води	
<i>Вороновська О.В.</i> Біофізичні закони в сільськогосподарській діяльності в умовах сталого розвитку	255
<i>Вороновский И.Б., Орел А.Н.</i> Влияние схем расположения фильтров на надежность топливных систем двигателей энергетических средств МТА	263
<i>Ющенко Л.П.</i> Біогазові технології в АПК	273
<i>Лисенко Ю.А.</i> Шляхи удосконалення якості навчання з питань охорони праці	278
<i>Жарков В.Я.</i> Теплові насоси – шлях до підвищення ефективності вітротеплових установок	283
<i>Рогач Ю.П., Луценков В.Л., Гранкіна О.В., Головін С.В.</i> Визначення оцінки безпеки виробництва з урахуванням коефіцієнтів травматизму	292
<i>Рогач Ю.П., Шегеда К.О., Шегеда А.В., Шокарев О.М.</i> системний підхід до дослідження безпеки процесу збирання зернових культур методом обчисування на корені	298
<i>Войналович О.В., Петров В.В., Зоря М.В.</i> Підходи щодо поліпшення працезохоронного навчання в АПК	307
<i>Рогач Ю.П., Луценков В.Л., Гранкіна О.В., Головін С.В.</i> Основні підходи до розробки системи управління на підприємствах АПК	315
<i>Бутко Д.А., Циб В.Г.</i> Визначення допусків ергономічних параметрів мобільних кормороздавачів	319
<i>Бойко О.В., Халіман І.О., Мітков В.Б.</i> Ризики впливу генетично модифікованих організмів на здоров'я людини	323
<i>Яцух О.В., Бойко О.В.</i> Студентське самоврядування в освітньо-виховному просторі вищих навчальних закладів України та Європи	328
<i>Бойко О.В., Яцух О.В., Халіман І.О., Мазілін С.Д.</i> Впровадження комп'ютерних технологій у викладанні дисципліни безпека життєдіяльності	334
<i>Мохнатко І.М.</i> Знепилення вентиляційного повітря кабін тракторів	340
<i>Бабенко О. М., Налбат К. Л.</i> Оцінювання професійного ризику при експлуатації енергетичних установок в АПК	345
<i>Борохов И.В., Федюшко Ю.М.</i> Анализ методов и технических систем для дистанционного измерения диэлектрических параметров биологических объектов	351



Наукове фахове видання

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету

Випуск 11, том 4.

Свідоцтво про державну реєстрацію – Міністерство юстиції  
13503-2387 ПР від 03.12.2007 р.

Відповідальний за випуск – Никифорова Л.Є.

---

Підписано до друку 31.05.2011 р. друк. Rizo. Друкарня «Люкс».  
22,5 умов. друк. арк. тираж 100 прим.

73312 ПП Верескун.  
Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. К. Маркса, 10  
тел. (06192) 6-88-38