

КАБІNET МІНІСТРІВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ



СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

25-26 березня 2014 року
м. Ніжин

УДК 738.14
ББК 74.58+72.4 (4 Укр)
С 89

Друкується за рішенням вченої ради ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут» від 20.03.2014 протокол №6.

До збірника включені наукові праці науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів Ніжинського агротехнічного інституту, Національного університету біоресурсів і природокористування України, наукових установ УААН, навчальних закладів України і зарубіжжя, в яких наведені результати конструкторських, теоретичних, експериментальних досліджень машин для агропромислового виробництва і нових технологій виробництва продуктів рослинництва та тваринництва, а також у збірнику представлені матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні тенденції та перспективи розвитку агропромислового виробництва», що відбулась в м. Ніжині 25–26 березня 2014 р.

Редакційна колегія: В. С. Лукач (науковий редактор); С. В. Толочко (заступник наукового редактора); А. Г. Кушніренко; О. І. Литвинов; І. І. Махмудов; Є. І. Храпач; М. О. Демидко; М. М. Муквич; Ю. А. Кліментовський.

С 89 Сучасні тенденції та перспективи розвитку
агропромислового виробництва : зб. наук. праць міжнар.
науково-практичної конф. / За наук. ред. В. С. Лукача [та
ін.]. - Ніжин, 2014. - 202 с.

Тексти статей друкуються в авторській редакції. Відповідальність за інформацію, подану в науковому дослідженні, несуть автори статей.

© ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
© автори статей

Зміст

1 СЕКЦІЯ. Новітні тенденції використання технологій та техніки для виробництва продукції АПК	5
1.1 Бабанов Э. ВЫРАЩИВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР В ЛИТВЕ	6
1.2 Булгаков В.М., Борис А.М., Лукач В.С., Василюк В.І. НОВА КОНСТРУКЦІЯ ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ	14
1.3 Черниш О.М. ІМОВІРНІСНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРАХУНКІВ НА МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	22
1.4 Черниш О.М., Яременко В.В., Куценко А.Г., Бондар М.М. МОДЕЛЮВАННЯ ЗБУРЕНОГО КОЛИВАЛЬНОГО РУХУ У ВІБРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	32
1.5 Куценко А.Г. ПРО ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДА ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ТЕОРІЇ ЗГИНУ ПЛАСТИН	42
1.6 Макаєв В.І., Василюк В.І. ЛЬОНАРСТВО ТА КОНОПЛЯРСТВО ОСНОВА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ	48
1.7 Шаблій М.Є. КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ С.-Г. ПРОДУКЦІЇ	55
1.8 Супрун О.М., Махмудов І.І. ФОРМУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ МАЛИХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ	59
1.9 Яременко В.В. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ КОМБАЙНІВ	63
1.10 Яременко В.В., Куценко А.Г., Черниш О.М., Бондар М.М. ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ	73
1.11 Герасименко Р.Д., Броварець О.О. СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	83
1.12 Косяк А.С., Броварець О.О. ПРИСТРІЙ ДЛЯ СЕНСОРНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ	94
1.13 Сівченко Т.М., Броварець О.О. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ	106
1.14 Хоменко В.В., Броварець О.О. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ СІВБИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	116

2	СЕКЦІЯ. Проблеми енергетики і автоматики в сільськогосподарському виробництві	126
2.1	Осіпов Д.І., Ковальов О.В. ЕЛЕКТРОННИЙ БЛОК ЗАХИСТУ ЗА- НУРЮВАНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ВІД СУХОГО ХОДУ	127
2.2	Кучеренко Д.В., Ковальов О.В. МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИ- СТРІЙ БЕЗПЕРЕРВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕ- КТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	130
2.3	Діденко О.А., Вовченко А.А., Новіков М.Г. ГЕОТЕРМАЛЬНІ ЕЛЕ- КТРОСТАНЦІЇ	135
2.4	Евелєсков В.Р., Новіков М.Г. ГІДРОАКУМУЛЮЮЧІ ЕЛЕКТРО- СТАНЦІЇ В СВІТІ	151
2.5	Шадура М.Г., Новіков М.Г. ПРИПЛИВНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ	158
3	СЕКЦІЯ. Модернізація вищої аграрної освіти в умовах стрімкого розвитку інноваційних технологій	166
3.1	Бондар М.М., Куценко А.Г., Черниш О.М., Яременко В.В. О- СОБИСТІСНО-РОЗВИВАЛЬНИЙ ПІДХІД В ОРГАНІЗАЦІЇ НАУ- КОВОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ КАФЕДРОЮ ДОСЛІДНИЦЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ	167
3.2	Булавенко Ю.К., Лисенко С.Г. ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗДОРОВ'Я СТУДЕНТІВ ВП НУБІП УКРАЇНИ «НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІ- ЧНИЙ ІНСТИТУТ» ЗА ДОПОМОГОЮ ІГРОВИХ ВИДІВ СПОРТУ .	179
3.3	Чередник С.А. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТТЯ СТУ- ДЕНТІВ ПРИ ВІДХИЛЕННЯХ У СТАНІ ЗДОРОВ'Я	187
3.4	Шеїн Т.В. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ВП НУБІП УКРАЇНИ «НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ- ТУТ»	190

1

СЕКЦІЯ. Новітні тенденції використання технологій та техніки для виробництва продукції АПК

УДК 633.521/522

ВЫРАЩИВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР В ЛИТВЕ

Эдгар Бабанов

Балтийская ассоциация производителей и переработчиков лубяных культур,

Вильнюс, Литва

Тел.: +37065884634, edgar@hemp.lt

В последнее время в Европе уделяется большое внимание продукции из конопли, и особенно возможностям по применению этой продукции в разных областях промышленности и повседневной жизни общества.

*Литва с древних времен считалась страной развитого сельского хозяйства. Основой сельского хозяйства, промышленности и экономики страны были лубяные культуры: лен (*Linum usitatissimum* L.) и конопля (*Cannabis sativus* L.).*

В обзорной статье изложенный практический взгляд на исторические, технологические, экономические условия выращивания и переработки лубяных культур в Литве в прошлом и в данный момент. Намечены стратегические направления по дальнейшему восстановлению и развитию лубяного сектора Литвы, в котором главную роль играет научные учреждения разных направлений. Особое внимание уделено подготовке кадров по коноплеводству (выращивание, переработка) и сотрудничеству в этой области со специалистами и научными работниками Украины.

Ключевые слова: лубяные культуры, лен, конопля, текстиль, строительный материал

Введение

Литва всегда считалась и считается страной развитого сельского хозяйства. Со средневековья (XIV – XVI в.) основой сельского хозяйства, промышленности и экономики страны были лубяные культуры: лен и конопля. Они сопровождали людей от рождения до старости: были и пищей, и лекарствами, и

строительными материалами, и одевали. Много народных песен сложено и до сей поры поются литовским народом, сказок, поверий о льне и конопле.

В не столь далекие времена, когда Литва была в составе Советского Союза, сектор лубяных культур бурно развивался: в стране работали 11 заводов (в 2 смены) по первичной переработке льна. Текстильная промышленность Литвы в бывшем Союзе была одной из самых развитых, изделия пользовались большим спросом и в других республиках и в странах Советского блока (в Польше, Чехословакии, Венгрии и т.д.) и на Западе (во Франции, Швеции, Финляндии и т.д.). Во всем мире четко знали и признавали, что в Литве вырастает самое лучшее льняное волокно в мире. Япония, Америка, Австралия - до сих пор в этих высокоразвитых экономически странах говорят об этом.

Литовский научно-исследовательский институт земледелия (ЛНИИЗ) в Дотнуве изучал лубяные культуры. Ученые – селекционеры выводили хорошие сорта льна долгунца (филиал в Упите) имели большие коллекции лубяных культур.

Лубяной сектор Литвы в составе Евросоюза – испытание на прочность

1991 году, после выхода Литовской Республики из состава Советского Союза, сельское хозяйство в стране пошло в упадок, кроме льняного сектора: на Европейском рынке ценился литовский лен. Но, к сожалению, это длилось не долго, потому, что после поступления Литовской Республики 2004 году в Европейский Союз сложились неблагоприятная ситуация для фермеров, которые занимались выращиванием льна. Началось с того, что в Литве стали распространять для посева французские сорта льна. Литовским фермерам внушили, что французские сорта лучше за литовские. Таким образом, литовский лен постепенно вытеснялся из рынка.

Фермеры стали выращивать французские сорта, а так, как эти сорта не были приспособлены к умеренному климату Литвы, постепенно качество выращиваемой соломы, соответственно и самого волокна, снизилось. Следующим шагом было уменьшение выплаты субсидий за 1 гектар посевов: от 1500 литов (600 долларов США) до 450 литов (180 долларов США).

Скоро качество сырья совсем упало. Фабрики первичной переработки перестали производить качественное волокно. И это было конец – вся цепочка лубяного сектора стала рассыпаться. Посевы льна долгунца стали быстро уменьшаться, потому, что фермерам выгоднее было выращивать другие сельскохозяйственные культуры – значительно выше были субсидии на гектар посевов.

В Литве в 2008 году еще было засеяно 10.000 гектар льна долгунца и работали все 11 заводов. А уже 2011 году весь льняной сектор был уничтожен, фабрики обанкротились, оборудование было порезано на металлолом или перевезено в Белоруссию и Россию.

Литовская текстильная промышленность стала закупать сырье из Белоруссии и Украины. Основа лубяного сектора – первичная переработка – остановилась из-за нехватки качественного Литовского сырья льна.

Возвращение конопли на литовскую землю – первые трудные шаги

Литва, войдя в Европейский Союз 2004 году подписалась на одну из обязательств, что с 2004 года декриминализирует коноплю посевную, отделяя ее от медицинской (наркотической). Для фабрик первичных переработок это было бы спасением.

Конопля не требует больших затрат на выращивание и подготовку тресты. Тем более, что потребление конопляной продукции и сырья росло, постепенно становясь прибыльной отраслью сельского хозяйства, не говоря о ценности конопли в севообороте.

Модернизировать первичную переработку льна для первичной переработки конопли было не сложно (путем установки сменных мяльных вальцов конопли и некоторых узлов трепальню-чесального аппарата). Но очень важно было узаконить посевную коноплю для сельского хозяйства Литвы, и именно для лубяного сектора. Сложности оказались рядом – поправка в законе не была принята Парламентом, несмотря на обязательство перед Евросоюзом ни в 2004 году, ни в 2005 году. Литва, тем самым, становилась единственной страной, где конопля посевная не была узаконена.

Фермеры энтузиасты (исходя из того, что европейские законы выше законов Литвы, и по законам Евросоюза посевную коноплю фермеры могут выращивать и перерабатывать, получая субсидии за посевы и переработку) решили засеять 2006 году 6 гектар сертифицированной конопли. И уже осенью 2006 года было заведено уголовное дело о выращивании 37 тон конопли. Судебный процесс в Литве шел до 2008 года, пока не было дело отправлено в Европейский суд, который в том же году оправдал энтузиастов. И так Литва больше не имела права запретить выращивать коноплю посевную и уничтожать посевы промышленной конопли.

Фермеры, имея на руках судебное разрешение, в 2010 годы засеяли первые 50 гектар конопли посевной. В 2011 году посевы увеличились до 130 гектар, не смотря на то, что не было специализированной уборочной техники и первичной переработки. Нужно отметить тот печальный факт, что в том же 2011 году посевы льна долгунца занимали до 25 гектар и перестали размножать литовские сорта льна. Историческое наследие литовской культуры льна постепенно уничтожается.

С 2011 года по 2013 год посевы конопли посевной увеличились до 320 гектар. В 2013 году Литовскому Правительству фермерами было публично поставлено условие о том, что, если в 2013 году Литве председательствуя в Евросоюзе, Литва не примет закон о посевной конопле, тогда фермеры подадут на Литву опять в Европейский суд. Тем самым, государству пришлось бы выплачивать штрафные санкции около 1 миллиона евро, плюс процент за каждый день просрочки.

Литовское Правительство и Президент Литвы весной 2013 года подписали закон, разрешающий выращивать коноплю посевную, вступающий в силу с 1 января 2014 года.

Позади 9 лет тяжёлого и упорного труда фермеров энтузиастов, и за эти 9 лет Литва потеряла полностью один из самых больших секторов лубяных культур в Европе (уничтожена вся первичная переработка, осталась только одна фабрика в городе Юрбаркас, и то требующая реновации и обустройства оборудования). Это одна из самых больших потерь Литовского государства за всю историю Литвы.

Возрождение лубяного сектора Литовской Республики

2014 год можно твердо считать годом-началом возрождения лубяного сектора Литовской Республики. С узаконением конопли посевной фермеры и крупные сельскохозяйственные предприятия смогут без опасения выращивать и получать субсидии за посевы. Интерес к этой культуре возрос в сотни раз и с каждым днем растет.

После подписания Президентом Литвы закона о конопле посевной, начали открываться новые сельскохозяйственные компании, которые непосредственно будут заниматься выращиванием, переработкой и производством продуктов из конопли.

Вырос большой интерес к первичной и глубокой переработке стеблей конопли. В Литве с 2014 года по 2019 год планируется открыть 2 крупные заводы по изготовлению тепло-изоляции и строй материалов; фабрику производства твердого топлива из отходов лубяных культур; планируется построить целлюлозный комбинат и фабрику изготовления конопляного пластика и композитов; планируется построить три фабрики по производству продуктов питания (из семян конопли).

Большую часть всей продукции планируется экспортировать. Нужно заметить, что тем самым 2014 году резко увеличился интерес инвесторов. Вплотную ведется изучение рынка, поиск необходимой уборочной и перерабатывающей техники.

В последние годы в Европе наблюдается тенденция роста спроса на длинное конопляное волокно и интерес инвесторов к текстильной промышленности. Европейский Союз хочет выращивать, перерабатывать и заготавливать текстильную продукцию.

Роль науки во восстановлении лубяного сектора Литвы

2014 году вместе со всеми высшими учебными заведениями Литвы будет инициирована студия о возможности конопли в масштабе Литовского государства. Целью студии является объединение ученых, инженеров, политиков, экономистов, предпринимателей, промышленников, переработчиков и фермеров для восстановления лубяного сектора Литвы.

Особое внимание уделяется и будет, уделяется восстановлению научных работ по конопле посевной, подготовки специалистов, издание учебников и специализированной литературы для восстановления специальности коноплевода и специалиста по выращиванию и переработке лубяных культур.

Большую надежду возлагаем на сотрудничество в этой области между учеными Украины и Литвы, университетами и институтами. Обмен опытом, помощь по созданию учебной программы для Литвы поможет быстрее вернуть утраченные позиции в мировом рынке и поможет обеим странам еще сильнее продвигаться совместно по лестнице мирового сектора лубяных культур.

Обязательно нужно подумать и прилагать все усилия для сотрудничества между предпринимателями обеих стран для общих инвестиций в этой области.

В заключении смело хочу заявить, что 2014 год будет началом возрождения коноплеводства в странах восточной Европы.

Выводы

1. Литва всегда считалась и считается страной развитого сельского хозяйства.

2. После выхода Литовской Республики из состава Советского Союза, сельское хозяйство в стране пошло в упадок. А уже 2011 году весь льняной сектор страны был уничтожен, фабрики обанкротились, оборудование было порезано на металлолом или перевезено в Белоруссию и Россию.

3. Литовское Правительство и Президент Литвы весной 2013 года подписали закон, разрешающий выращивать коноплю посевную, вступающий в силу с 1 января 2014 года. Позади 9 лет тяжёлого и упорного труда фермеров энтузиастов, и за эти 9 лет Литва потеряла полностью один из самых больших секторов лубяных культур в Европе.

4. 2014 год можно твердо считать годом-началом возрождения лубяного сектора Литовской Республики. С узаконением конопли посевной фермеры и крупные сельскохозяйственные предприятия смогут без опасения выращивать и получать субсидии за посевы. Интерес к этой культуре возрос в сотни, раз и с каждым днем растёт.

5. Особое внимание уделяется и будет, уделяться проведению научно-исследовательских работ по конопле посевной, подготовки специалистов, издание учебников и специализированной литературы для восстановления специальности коноплевода и специалиста по выращиванию и переработке лубяных культур. Сотрудничество в этой области между учеными Украины и Литвы, университетами и институтами играет очень важную роль.

6. Обмен опытом, помощь по созданию учебной программы для Литвы поможет быстрее вернуть утраченные позиции в мировом рынке и поможет нашим странам еще сильнее продвигаться совместно по лестнице мирового сектора лубяных культур.

Литература:

1. Burczyk H. Poradnyk plantora konopie w uprawie na nasiona. – Poznan, 2001.-17 p.
2. Jankauskienė Z., Gruzdevienė E. Endriukaitis A. Sėjamųjų kanapių auginimo technologija.- Lietuvos žemdirbystės institutas, - 26 p.
3. Kozlovski R. Manys S. Global trends and newest achievements in flax and hemp processing and applications// Natural fibres, XLIV.-200, p. 95-100.
4. Kriščiūnas J. Kanapės// Augalininkystė. – Vilnius, 1959, p. 557-567.
5. Mussing J., Martens R. Haring H. Hemp fibre as a textile resource //Textile Asia. – 1998, p. 39-50.

Cultivation and Processing of Bast Crops in Lithuania

Edgar Babanov

Baltic Bast Crops Growers' and Producers' Association

Vilnius, Lietuva

Tel.: +37065884634, e-mail edgar@hemp.lt

Summary

Currently hemp production is gaining increasing significance in Europe, especially taking into account the potential of hemp in different sectors of industry.

Historically Lithuania has always been an agrarian country. The agriculture, the industries and the economy of the country were based on bast crops: flax and hemp.

This article gives a short practical overview of the historical, technological and economic conditions of cultivation and processing of bast crops in Lithuania, also providing strategic guidelines for further recovery and development of this sector. Scientific research institutions specialising in different fields play a key role in this process. Special focus is given to education and training of specialists on hemp cultivation and processing, stressing the importance of cooperation with the Ukrainian scientists and researchers in this field.

Key words bast crops, flax, hemp, textile, building materials

УДК 631.356.02

Булгаков В.М., д.т.н., акад. НААН,
(Національний університет біоресурсів
і природокористування України)
Борис А.М., к.т.н.,
(Національний науковий центр
“Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства” НААН України)
Лукач В.С., к.п.н.,
Василюк В.І., к.т.н.,
(Відокремлений підрозділ “Ніжинський
агротехнічний інститут” Національного
університету біоресурсів і
природокористування України)

НОВА КОНСТРУКЦІЯ ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

Розроблена нова конструкція гичко різального робочого органу, яка дозволяє виконувати копіювання головок коренеплідів цукрових буряків і одночасно зрізати з них гичку. Представлені результати математичного моделювання коливань лопатей нового копінно-роторного гичкозбирального робочого органу. На підставі чисельного моделювання аналітично визначено період і кругову частоту коливань гичкорізальної лопаті.

Ключові слова: цукровий буряк, коренеплід, гичка, лопать ротора, копінно-роторний орган, математична модель, диференціальне рівняння.

Вступ. Збирання цукрових буряків є однією з найбільш трудомістких та енергомістких операцій у сільськогосподарському виробництві. Враховуючи те, що Україна належить до високорозвинених бурякосіючих країн Європи та світу і цукор є одним із стратегічних продуктів харчування, вітчизняному сільськогосподарському машинобудуванню необхідно налагодити випуск бурякозбиральних машин, функціональні та експлуатаційні показники яких повинні відповідати рівню кращих світових аналогів.

Підвищення якісних показників процесу збирання цукрових буряків є комплексною науково-технічною проблемою, вирішення якої повинно базуватись на пошуку нових конструктивних рішень робочих органів та компоновальних схем машин, ґрунтовному теоретичному обґрунтуванні їх конструктивних та

технологічних параметрів, експериментальному підтвердженні проведених теоретичних досліджень з кінцевою метою аналізу та синтезу оптимальних їх параметрів [1].

Однією з головних і відповідальних операцій у технологічному процесі збирання цукрових буряків є видалення гички з головок коренеплодів на корені. Останнім часом широкого розповсюдження у світі набули гичкозбиральні машини з ротаційними різальними апаратами. Однак, більшість із запропонованих гичкорізальних апаратів цих машин мають загальні для всіх робочих органів проблеми, які пов'язані з копіюванням головок коренеплодів, розташованих на різній висоті виступання над рівнем поверхні ґрунту, різних їх відхилень від осевої лінії рядка, наявності на головках сухої і полеглої гички тощо [2].

Постановка проблеми. Найбільш розповсюдженим способом відокремлення гички цукрового буряку є копірний зріз. Відомі гичкозрізувальні апарати активного типу забезпечують якісний зріз гички при поступальних швидкостях не більше 1,5 м/с. Коренезбиральні машини, які викопують після цього коренеплоди буряку з ґрунту, можуть працювати при робочих швидкостях 2...2,5 м/с. Така неузгодженість за робочими швидкостями створює технологічну несумісність гичкозрізувальних і викопуючих робочих органів гичко- та коренезбиральних машин. Вирішення цієї проблеми можливе шляхом створення нового вискоефективного і високопродуктивного копірного гичковідокремлювального апарата.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженню технологічного процесу і робочих органів для відокремлення гички присвячені роботи Погорілого Л.В., Булгакова В.М., Татьяна М.В., Мартиненка В.Я., Зуєва М.М., Хелемендика М.М., Топоровського С.А., Синього С.В., Гурченка О.П., Бориса М.М., Сипливця О.О. та ін. Проте дані дослідження у переважній більшості орієнтовані на традиційні технології та гичкозбиральні апарати.

Нами було проведено теоретичне дослідження комбінованого способу відокремлення гички та обґрунтовано раціональний діапазон копірного зрізу [3]. Встановлено, що копірним зрізом доцільно зрізати головки коренеплодів, що виступають над рівнем поверхні ґрунту в середньому на 30...60 мм. Головки

коренеплодів цукрових буряків, висота виступання яких менша за 30 мм і більша 60 мм, необхідно зрізати безкопірним зрізом. Така технологія зрізу гички практично реалізована у більшості бурякозбиральних комбайнів іноземних фірм. Проводиться безкопірний зріз роторним гичкорізом основної маси гички та головок коренеплодів, що високо виступають над рівнем ґрунту. Також пасивним дообрізчиком виконується безкопірний зріз головок коренеплодів, висота виступання яких не перевищує початкового вертикального зазору. Коренеплоди із середньою висотою виступання головок дообрізаються пасивним копірним дообрізчиком із зворотною вертикальною поправкою. Враховуючи дані дослідження, нами запропонована конструкція нового копірно-роторного гичкозбирального робочого органу (рис. 1) [4–6].

При попередньому безкопірному зрізі високовиступаючих коренеплодів і гички, даний робочий орган виконує безкопірний зріз низьковиступаючих коренеплодів і копірний зріз коренеплодів середнього діапазону висот виступання. При максимальній висоті виступання головок коренеплодів над рівнем ґрунту до 80 мм можливо проводити зріз гички без попереднього безкопірного зрізу високовиступаючих коренеплодів.



Рис. 1. Дослідний зразок нового копірно-роторного гичкозбирального робочого органу.

Процес взаємодії копірно-роторного гичкозбирального робочого органу з головками коренеплодів носить циклічний характер. Тому, важливою умовою

працездатності робочого органу є відновлення кожною копірно-ріжучою лопаттю свого початкового положення перед наступною взаємодією з коренеплодом.

Постановка завдання. Для обґрунтування раціональних параметрів даного робочого органу необхідно визначити залежність періоду і кругової частоти коливань копірно-ріжучої лопаті від її конструктивно-технологічних параметрів.

Основний матеріал дослідження. Використовуючи методику академіка П.М. Василенка складемо, перш за все, розрахункову схему, розглядаючи копірно-роторний гичкозбиарльний робочий орган, який складається із валу, на якому жорстко закріплена маточина у вигляді диска і приєднану до нього за допомогою циліндричного шарніра пряму копірно-ріжучу лопать (рис. 2). Введемо праві прямокутні системи координат: $OXYZ$ – інерціальна система координат, пов'язана з геометричним центром маточини, і $Oxyz$ – рухома система координат, що жорстко зв'язана з валом ротора. Осі OY і Oy сумістимо з віссю обертання ротора, вісь Ox – з повздовжньою віссю лопаті у не відхиленому стані (кут відхилення лопаті $\varphi = 0$). Ротор обертається навколо своєї осі з кутовою швидкістю $\omega = \text{const}$. Шарнірне закріплення лопаті дозволяє їй здійснювати маховий рух з площини обертання Oxz .

Для побудови рівняння руху лопаті виділимо на ній елементарний елемент $d\xi$ і визначимо прискорення, з яким він рухається. Це в подальшому дасть підстави підрахувати обумовлену ним силу інерції.

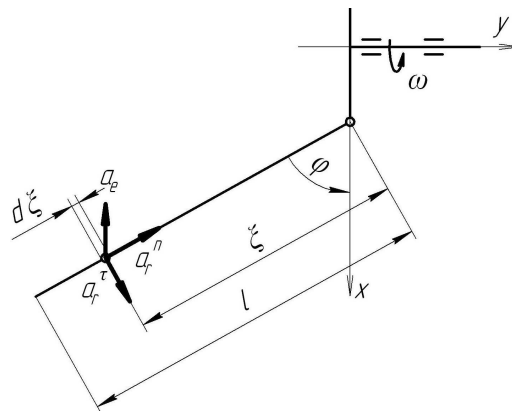


Рис. 2. Розрахункова схема нового
гичкозбиарльного робочого органу

Вектор абсолютного прискорення елемента лопаті $d\xi$ буде дорівнювати [8]:

$$\bar{a} = \bar{a}^e + \bar{a}^r + \bar{a}^c, \quad (1)$$

де $\bar{a}^e$, $\bar{a}^r$ та $\bar{a}^c$ – відповідно вектори переносного, відносного і коріолісового прискорення елемента лопаті $d\xi$.

Після визначення компонентів абсолютного прискорення елемента лопаті отримані їх складові, які були спроектовані на осі x і y і які мають такий вигляд:

$$a_x = -r_o \omega^2 - \xi \cos \varphi \omega^2 - \dot{\varphi}^2 \xi \cos \varphi + \ddot{\varphi} \xi \sin \varphi, \quad (2)$$

$$a_y = \dot{\varphi}^2 \xi \sin \varphi + \ddot{\varphi} \xi \cos \varphi. \quad (3)$$

Знаючи компоненти вектора a , знайдемо компоненти елементарної сили інерції. В проекціях на вісі x та y будемо мати:

$$dF_x^j = -\gamma s a_x d\xi, \quad (4)$$

$$dF_y^j = -\gamma s a_y d\xi, \quad (5)$$

де γ , s , – щільність матеріалу і площа поперечного перетину лопаті.

Для складання рівняння руху лопаті визначимо моменти сил інерції відносно шарніра. У даному випадку досліджується маховий рух лопаті у площині Oxy . До рівняння рівноваги увійдуть моменти сил інерції F_x^j і F_y^j , що діють в цій площині. Елементарний момент сил інерції, що діють в площині Oxy , буде дорівнювати:

$$dM = -\gamma s (a_x \sin \varphi + a_y \cos \varphi) \xi d\xi. \quad (6)$$

Інтегруючи елементарний момент в межах від 0 до l , отримаємо момент сил інерції, що діють на лопать, відносно осі шарніра:

$$M = \int_0^l [-\gamma s (a_x \sin \varphi + a_y \cos \varphi)] \xi d\xi, \quad (7)$$

або, після перетворень:

$$\begin{aligned} M &= -\gamma s \left(-\frac{\xi^2}{2} r_o \omega^2 \sin \varphi - \frac{\xi^3}{3} \cos \varphi \sin \varphi \omega^2 + \frac{\xi^3}{3} \ddot{\varphi} \right) \Big|_0^l = \\ &= \gamma s \left(\frac{l^2}{2} r_o \omega^2 \sin \varphi + \frac{l^3 \omega^2}{3} \cos \varphi \sin \varphi - \frac{l^3}{3} \ddot{\varphi} \right). \end{aligned} \quad (8)$$

Складемо рівняння рівноваги моментів сил відносно шарніра. Оскільки момент реакції шарніра дорівнює нулю, то рівняння рівноваги буде за умови, коли $M = 0$.

Тому прирівнюємо останній вираз до нуля і скоротимо на $\frac{1}{3}\gamma sl^3$:

$$\ddot{\varphi} - \cos \varphi \sin \varphi \omega^2 - \frac{3}{2} \frac{r_o}{l} \omega^2 \sin \varphi = 0. \quad (9)$$

Таким чином, отримано нелінійне диференціальне рівняння руху лопаті навколо осі підвісу, яке і є математичною моделлю нового гичкозбирального робочого органу.

При малих кутах відхилення лопаті $\varphi \leq 10^\circ$ можна прийняти $\sin \varphi = \varphi$, а $\cos \varphi = 1$. Після розв'язування рівняння (9) отримаємо значення кута φ :

$$\varphi = \left[\arccos\left(\frac{b-h}{l}\right) - \arccos\left(\frac{b}{l}\right) \right] + \varphi_o \cos\left(\sqrt{\omega^2 + \frac{2\omega(V_r - \omega l \cos \varphi_{\max})}{3l}}\right) t. \quad (10)$$

Кругова частота коливань k буде дорівнювати:

$$k = \sqrt{\omega^2 + \frac{2\omega(V_r - \omega l \cos \varphi_{\max})}{3l}}. \quad (11)$$

Період коливань визначимо за такою формулою:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega^2 + \frac{2\omega(V_r - \omega l \cos \varphi_{\max})}{3l}}}. \quad (12)$$

Таким чином, аналітично визначені основні параметри, що характеризують технологічний процес роботи нового копінно-роторного гичкозбирального робочого органу. Підстановка конкретних значень у вирази (11-12) дасть можливість оптимізувати їх значення для різного конструктивного виконання робочого органу.

Висновки:

1. Розроблена конструкція нового копінно-роторного гичкозбирального робочого органу, який дозволяє суттєво підвищити якість зрізу гички (залишків гички) з головок коренеплодів цукрового буряку.

2. Отримано нелінійне диференціальне рівняння махових коливань лопаті. При його чисельному вирішенні визначаються конструктивно-технологічні

параметри робочого органу в залежності від необхідного часу відновлення початкового положення лопаті.

3. В першому наближенні для малих кутів відхилення лопаті, знайдений аналітичний розв'язок диференціального рівняння, що дасть змогу попередньо промодельовувати вплив конструктивно-технологічних параметрів гичковідокремлювального робочого органу на частоту та період коливань лопаті.

Список літератури:

1. Погорелый Л.В., Татьяна Н.В., Свеклоуборочные машины: История, конструкция, прогноз. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
2. Булгаков В.М. Бурякозбиральні машини. – К.: Аграрна наука, 2011. – 352 с.
3. Булгаков В.М. Теорія робочого процесу видалення гички з коренеплодів цукрових буряків / В.М. Булгаков, А.М. Борис // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2011. – Вип. 166. Ч. 1. – 350 с.
4. Патент на винахід 98916, Україна, МПК А 01D 23/02. Очисник головок коренеплодів від залишків гички / В.М. Булгаков, А.М. Борис. – № u201113784; Заявл. 23.11.2011; Опубл. 25.06.2012, Бюл. № 12.
5. Борис А.М. Моделювання технологічного процесу видалення гички комбінованим способом / Борис А.М. // Вісник аграрної науки. – 2011, № 7. – С. 66-68.
6. Борис А.М. Обґрунтування раціонального діапазону копінного зрізу гички цукрових буряків / Борис А.М. / Збірник наукових статей Луцького національного технічного університету. – Луцьк, 2011, № 21(1). – С. 26-30.
7. Булгаков В.М. Методика та засоби лабораторних досліджень процесу відокремлення гички експериментальними робочими органами / Булгаков В.М., Борис А.М. / Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – 2011, Вип. 107, т. 1. – С. 175-188.
8. Гуляев В.И. Колебания систем твердых и деформируемых тел при сложном движении / В.И. Гуляев, П.П. Лизунов. – К.: Вища школа, 1989. – 197 с.

Приведены результаты математического моделирования колебаний лопастей копирно-роторного ботвосрезающего аппарата. Определены аналитически период и круговая частота колебаний лопасти.

Ключевые слова: *корнеплод, головка корнеплода, ботва, лопасть ротора, копирно-роторный ботвосрезающий аппарат.*

The results of theoretical researches of vibrations of blades of template-controlled-rotor are resulted. Certainly period and circular frequency of vibrations of blade.

Keywords: *root crop, head of root crop, beet tops, blade of rotor, template-controlled-rotor.*

УДК 631.3:378.147

Черниш О.М., к.т.н.,
доц., НУБіП України,
м.Київ, Україна

**Імовірнісний підхід до розрахунків на міцність і довговічність
робочих елементів сільськогосподарських машин**

Анотація: Розглянуті критерії оцінки міцності і довговічності робочих елементів машин із врахуванням статистичного підходу до розрахунків при знакозмінному робочому навантаженні. При аналізі граничного стану робочого елемента машини використані імовірнісні характеристики опору утомленості та навантаження. При цьому випадкові процеси навантаження і працездатності робочих елементів машин представлені у вигляді функціональних залежностей максимального напруження и граничного напруження від часу. Запропонований логарифмічно нормальний закон розподілу втомної довговічності із апроксимацією границі витривалості ступеневою функцією для всього робочого числа циклів навантаження. Результати застосування такого підходу дозволяє підвищити надійність та збільшити ресурс роботи відповідальних робочих елементів машин сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: Утомна міцність, довговічність, робочі елементи сільськогосподарських машин, імовірність, знакозмінне навантаження.

Постановка проблеми:

Розрахунки конструктивних параметрів деталей і робочих елементів сільськогосподарських машин мають забезпечити у першу чергу їх міцність та довговічність у процесі виконання заданих технологічних функцій. При цьому працездатність робочих елементів машин під дією знакозмінних циклічних навантажень залежить від багатьох технологічних параметрів виробничого процесу, умов середовища, фізичних властивостей застосованих матеріалів та особливостей конструктивного виконання.

Отже питання розрахунку міцності і довговічності робочих елементів конструкцій в умовах дії на них різної форми, величини та періодичності циклічних навантажень важливо проводити ще на стадії розробки та проектування.

З другого боку важливою задачею є також обґрунтування імовірнісних підходів і застосування статистичних методів визначення критеріїв граничного стану робочих елементів машини із врахуванням знову ж таки його конструктивних особливостей, матеріалу та експлуатаційних факторів.

Використання в цьому аспекті імовірнісних методів розрахунків втомної міцності і довговічності можна вважати перспективним напрямком розв'язання проблеми забезпечення заданого ресурсу і надійності роботи сучасної сільськогосподарської техніки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій:

Треба відмітити, що розрахункові методи оцінки міцності і довговічності по окремим критеріям розвиваються і вдосконалюються [2, 4, 5, 9, 10]. В умовах дії знакозмінного навантаження працездатність робочих елементів машин залежить від конструкційних і технологічних факторів, а також імовірнісних характеристик розподілу цих факторів [1-5, 9, 10]. Отже бажано використовувати комплексний підхід, який буде вести до розв'язання проблеми зменшення металоємності та забезпечення надійності деталей і відповідальних робочих елементів машин сільськогосподарської техніки.

Мета статті:

Для дослідження проблеми використання імовірнісного підходу при аналізі граничного стану робочих елементів сільськогосподарських машин із врахуванням їх конструктивних і експлуатаційних факторів була поставлена мета – розглянути розрахункову модель оцінки міцності і довговічності на основі використання імовірнісних характеристик опору утомленості і навантаження.

Виклад основного матеріалу:

Розглянемо випадкові процеси навантаження і працездатності робочих елементів машин у загальному вигляді як функціональні залежності максимального напруження $\sigma(t)$ та граничного напруження $\sigma_v(t)$ від часу t . Дані процеси $\sigma(t)$ і $\sigma_v(t)$ в інтервалі часу експлуатації робочого елемента машини можуть бути схематизовані таким чином, щоб отримані розрахункові залежності стали практично прийнятними для використання.

Якщо динамічний процес навантаження $\sigma(t)$ нестационарний, то у першому наближенні при малому прирощенні часу, його можна замінити малими відрізками стаціонарних процесів із середніми значеннями параметрів нестационарного процесу. Отриманий таким чином стаціонарний процес можна описати за допомогою функції розподілення випадкових характеристик навантаження (рис.1).

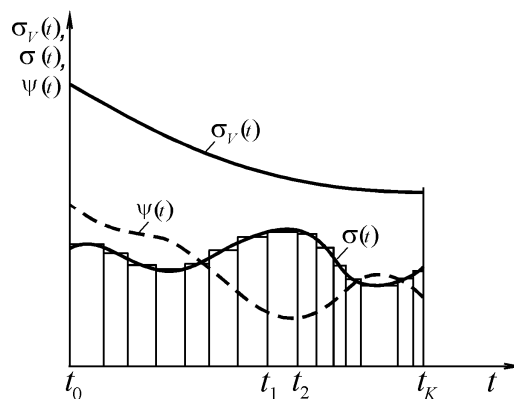


Рис.1. Схематизація нестационарних динамічних процесів

У даному випадку за розрахунковий стан приймемо такий, коли різниця між функціональними залежностями $\sigma_v(t)$ і $\sigma(t)$ досягне мінімуму.

Розглянемо випадкові функціональні залежності розподілення характеристик навантаження $p(\sigma)$ і опору утомленості $p(\sigma_v)$, які можуть замінити стаціонарні випадкові процеси $\sigma(t)$ і $\sigma_v(t)$ в інтервалі часу експлуатації елемента конструкції. Тоді задача зведеться до розглядання взаємодії функцій $p(\sigma)$ і $p(\sigma_v)$, що утворені із перетинів стаціонарних

випадкових процесів $\sigma(t)$ і $\sigma_v(t)$ у розрахунковому часовому інтервалі експлуатації.

Якщо ж процес навантаження $\sigma(t)$ є стаціонарним, то середнє значення та дисперсія характеристик навантаження будуть сталими за часом. При цьому імовірнісна залежність граничного напруження від будь-якого фактора F , який як не випадковий фактор впливає на міцність елемента конструкції, може бути описана деякою відомою функцією.

У такому випадку задачу розрахунку на міцність при напруженнях, що змінні у часі, можна звести до розглядання взаємодії відповідних одномірних функцій розподілу.

При нормальному законі розподілу функцій $p(\sigma)$ і $p(\sigma_v)$, імовірнісна залежність випадкової величини σ_v від фактора F у загальному вигляді може бути описана поверхнею щільності ймовірностей [7]

$$p(\sigma_v) = \frac{1}{m_{\bar{\sigma}_v}(F)\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{[\sigma_{vp} - \bar{\sigma}_v(F)]^2}{2[m_{\bar{\sigma}_v}^2(F)]^2}\right\}. \quad (1)$$

Така поверхня утворюється у трьохвимірній системі координат $p(\sigma)$, F , σ_v рухом заданої функції щільності розподілу границь витривалості за законом зміни їх середнього значення від величини фактора F . При цьому залежність розсіювання границь витривалості від величини цього фактору F буде визначатись функцією $m_{\bar{\sigma}_v}(F)$.

Аналогічним чином також можна описати та визначити поверхню щільності ймовірностей характеристик навантаження $p(\sigma)$:

$$p(\sigma) = \frac{1}{m_{\bar{\sigma}}\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{\sigma_p - \bar{\sigma}(F)}{2m_{\bar{\sigma}}^2}\right\}. \quad (2)$$

Якщо заданою величиною фактора F буде його стале значення F_c , то у цьому випадку розрахунковий переріз буде знаходитись на перетині площини $F = F_c = \text{const}$ із поверхнями (1) та (2):

$$p(\sigma_v) = \frac{1}{m_{\bar{\sigma}_v}(F_c)\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{[\sigma_{vp} - \bar{\sigma}_v(F_c)]^2}{2[m_{\bar{\sigma}_v}^2(F_c)]^2}\right\}. \quad (3)$$

$$p(\sigma) = \frac{1}{m_{\bar{\sigma}}\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{\sigma_p - \bar{\sigma}(F_c)}{2m_{\bar{\sigma}}^2}\right\}. \quad (4)$$

Таким чином, розрахунковий стан робочих елементів машин можна визначити отриманими двома функціональними залежностями $p(\sigma_v)$ і $p(\sigma)$ розподілу їх відповідних характеристик опору утомленості та навантаження.

Для визначення умови міцності, розглянемо взаємодію цих двох функціональних залежностей у розрахунковому стані робочого елемента машини. Для цього при заданій величині фактора F_c та розрахунковому часі t обмежимо функцію $p(\sigma_v)$ мінімальним значенням границі витривалості $\sigma_{v\min}$, а функцію $p(\sigma)$ – максимальним значенням діючих напружень $\sigma_{\max}$.

Тоді міцність робочого елемента буде задовільною при умові, коли нижня границя $\sigma_{v\min}(\alpha_{\sigma_v}, \gamma_{\sigma_v})$ розсіювання характеристик опору утомленості σ_v , що встановлена із довіреною імовірністю γ_{σ_v} при рівні значимості α_{σ_v} , буде перевищувати верхню границю $\sigma_{\max}(\alpha_{\sigma}, \gamma_{\sigma})$ розсіювання характеристик навантаження σ , що також встановлена із довіреною імовірністю γ_{σ} при рівні значимості α_{σ} .

Умова міцності робочого елемента машини буде мати наступний вигляд:

$$\sigma_{v\min}(\alpha_{\sigma_v}, \gamma_{\sigma_v}) > \sigma_{\max}(\alpha_{\sigma}, \gamma_{\sigma}). \quad (5)$$

Дійсно, як показує практика, при розрахунках у кожній точці робочого елемента машини граничні напруження, які визначають її несену здатність в умовах експлуатації, мають бути завжди більше діючих напружень навантаження.

При умові досягнення деякої імовірності руйнування робочого елемента машини (наприклад при $F > F_c$) функціональні залежності $p(\sigma_v)$ і $p(\sigma)$ повинні перетнутись, тому що у цьому випадку нерівність (5) зміниться на наступну:

$$\sigma_{V\min}(\alpha_{\sigma_V}, \gamma_{\sigma_V}) \leq \sigma_{\max}(\alpha_{\sigma}, \gamma_{\sigma}). \quad (6)$$

Разом з цим важливо оцінити в імовірнісному аспекті залежність довговічності від середнього значення границі витривалості σ_m робочого елемента машини із врахуванням його конструктивно-технологічних властивостей.

У цілому базове значення границі витривалості $\sigma_{\text{баз}}$ для базового числа $N_{\text{баз}} = 10^7$ циклів відповідає точці переламу кривої втоми. Ліва частина такої кривої може бути описана ступеневою функцією виду [7, с.2]:

$$\sigma_m = C \cdot N^{\frac{1}{m}}, \quad (7)$$

де N – число циклів до руйнування, C і m – сталі коефіцієнти.

Прийнято вважати, що справа від цієї граничної точки крива втоми повинна переходити в пряму лінію зони необмеженої довговічності:

$$\sigma_m = \sigma_{\text{баз}} = \text{const}. \quad (8)$$

Але результати експлуатації і статистика втомного руйнування не завжди відповідає такій концепції. На сьогоднішній день відомо багато випадків руйнування деталей під дією знакозмінних навантажень із амплітудами напружень, які явно не перевищували границі витривалості при числі циклів $N \geq 10^8$.

Тому границю витривалості надійніше і безпечніше розраховувати за кривою втоми, яка апроксимована функцією ступеневого виду (8) для всього робочого числа циклів. Це дозволяє застосовувати для розрахунків величини $\sigma_{\text{баз}}$ і сталі коефіцієнти C та m кривої втоми, яка не має надламу й продовжує знижуватися при збільшенні числа циклів понад базової величини.

При цьому оцінку границі витривалості робочого елемента машини при будь-якій заданій вірогідності P можна визначити відповідно до нормального закону розподілу [7, с.11]. Але для цієї ж мети краще застосувати логарифмічно нормальний закон розподілу виду [8, с.87]:

$$\begin{aligned}\sigma_p &= \sigma_m \exp(U_p B_{\ln \sigma}), \\ B_{\ln \sigma} &= \sqrt{\ln(1 + V_\sigma^2)},\end{aligned}\tag{9}$$

де U_p – квантиль нормального розподілу, V_σ – коефіцієнт варіації значень границь витривалості, $B_{\ln \sigma}$ – параметр форми логарифмічно нормального розподілу, який мало відрізняється від коефіцієнта варіації V_σ .

Справедливість наведених залежностей впливає із дослідження функції (8) у логарифмічних координатах, коли нормальному закону підпорядковуються не самі досліджувані величини, а їх логарифми. При цьому тут спостерігається важливий взаємозв'язок між параметрами форми розподілів довговічності $B_{\ln N}$ і границі витривалості $B_{\ln \sigma}$:

$$B_{\ln N} = m \cdot B_{\ln \sigma}.\tag{10}$$

Залежність (11) дозволяє з'ясувати причину значної дисперсії ресурсу робочого елемента машини (з коефіцієнтом варіації $V_N = 0,5 \div 1,0$) навіть при малому розсіюванні границі витривалості (наприклад, $V_\sigma = 0,1$), оскільки показник ступеня m для сталевих виробів має перебувати в межах від 4 до 15.

Формула довговічності робочого елемента машини (розрахунку у циклах гама-відсоткового ресурсу робочого елемента машини) для заданої імовірності $\gamma = (100 - P)$ відповідно буде мати вигляд

$$N_\gamma = \left(\frac{C}{\sigma_m} \right)^m \exp(-U_\gamma B_{\ln N}).\tag{11}$$

Висновки:

1. Для розрахунків на міцність і довговічність робочих елементів сільськогосподарських машин в умовах дії знакозмінних динамічних навантажень використано імовірнісний підхід із врахуванням випадкових параметрів процесу навантаження робочого елемента і його працездатності.

2. Аналіз граничного стану робочого елемента в залежності від співвідношення екстремальних значень параметрів $\sigma_{V_{\min}} (\alpha_{\sigma_V}, \gamma_{\sigma_V})$ і $\sigma_{\max} (\alpha_\sigma, \gamma_\sigma)$ відповідно функціональних залежностей $p(\sigma_V)$ і $p(\sigma)$ розподілу

характеристик опору утомленості та навантаження дає можливість встановити умови міцності із врахуванням статистичних аспектів даної задачі.

3. Запропоновано для розрахунків таких задач логарифмічно нормальний закон розподілу втомної довговічності із апроксимацією границі витривалості ступеневою функцією для всього робочого числа циклів навантаження.

4. Врахування статистичного характеру розподілу навантаження і працездатності відповідальних робочих елементів дозволяє підвищити надійність та збільшити ресурс роботи машин сільськогосподарського виробництва.

Список літератури:

1. Александров А.В. Сопротивление материалов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. – М.: Высш. шк., 2003. – 560 с.
2. Биргер И.А. Сопротивление материалов / И.А. Биргер, Р.Р. Мавлютов. – М.: МАИ, 1994. – 511 с.
3. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций / В.В. Болотин. М.: Машиностроение, 1990. – 448с.
4. Болотин В.В., Чирков В.П. Асимптотические оценки для вероятности безотказной работы по моделям типа нагрузка-сопротивление / В.В. Болотин, В.П. Чирков // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1992. – №6. – С.3-10.
5. Вагапов Р.Д. Вероятностно-детерминистская механика усталости / Отв. Ред. К.В. Фролов, Н.А. Махутов, А.А. Гусаров. – М.: Наука, 2003. – 258 с.
6. Горшков А.Г. Сопротивление материалов / А.Г. Горшков, В.Н. Трошин, В.И. Шалашилин. М.: Физматлит., 2005. – 544 с.
7. ГОСТ 25.504-82. Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости. – М.: Госстандарт, 1989. – 55 с.

8. Ефремов Л.В. Практика инженерного анализа надежности судовой техники / Л.В. Ефремов. – Л.: Судостроение, 1980. – 176 с.

9. Кулик Н.С. Математические модели накопления повреждений и трещиностойкости при действии статических и циклических нагрузок/ Н.С. Кулик, А.Г. Кучер, В.Е. Мильцов // Вісник НАУ. – 2009. – № 3. – С. 3–23.

10. Степнов М.Н. Новый подход к расчету коэффициента запаса прочности при циклическом нагружении / М.Н. Степнов // Вестник машиностроения. – 2004. – № 11. – С. 14-17.

Аннотация

Вероятностный подход к расчетам на прочность и долговечность рабочих элементов сельскохозяйственных машин

Рассмотрены критерии оценки прочности и долговечности рабочих элементов машин с учетом статистического подхода к расчету при знакопеременном рабочем нагружении. При анализе предельного состояния рабочего элемента машины использованы вероятностные характеристики сопротивления усталости и нагружения. При этом случайные процессы нагружения и работоспособности рабочих элементов машин представлены в виде функциональных зависимостей максимального напряжения и предельного напряжения от времени. Предложен логарифмически нормальный закон распределения усталостной долговечности с аппроксимацией предела выносливости степенной функцией для всего рабочего числа циклов нагружения. Результаты применения такого подхода позволяет повысить надежность и увеличить ресурс работы ответственных рабочих элементов машин сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: Усталостная прочность, долговечность, рабочие элементы сельскохозяйственных машин, вероятность, знакопеременное нагружение.

Abstrac

**Probability campaign to calculations on strength and longevity of
working elements of agricultural cars**

Criteria of an estimation of strength and longevity of working elements of cars taking into account the statistical approach to calculation are considered at an alternating-sign working stressing. At the assaying of a limiting condition of a working element of the car probability performances of a fatigue resistance and a stressing are used. Thus casual processes of a stressing and working capacity of working elements of cars are presented in the form of functional dependences of the maximum voltage and limiting voltage on time. It is offered логарифмически the normal law of distribution of fatigue longevity with approximation of an endurance limit by sedate function for all working number of cycles of a stressing. Reliability allows to raise results of application of such approach and to augment a resource of operation of responsible working elements of cars of agricultural production.

Keywords: Fatigue resistance, longevity, working elements of agricultural cars, probability, alternating-sign stressing.

© О.М. Черниш, 2014

УДК 631.01:534.1

**Черниш О.М., к.т.н., Яременко В.В. к.т.н.,
Куценко А.Г., к.ф.-м.н, Бондар М.М., к.пед.н.
НУБіП України, м.Київ, Україна**

**Моделювання збуреного коливального руху у вібраційних
процесах сільськогосподарського виробництва**

Анотація: Розглянута теоретична модель дослідження і описання руху змушених гармонійних коливань пружних механічних систем в умовах в'язкого середовища. Досліджено випадок збурення коливань без впливу зовнішніх сил безпосередньо на вібруючу масу. При цьому вважалось, що збурювальна сила прикладена до вільного кінця пружного елемента так, щоб він рухався за гармонійним законом. Отримано вираз еквівалентної пружної сили та еквівалентне диференціальне рівняння гармонійного коливального руху. Проаналізовані режими таких змушених коливань у в'язкому середовищі

Ключові слова: змушені гармонійні коливання, пружні механічні системи, в'язке середовище, вібраційні процеси

Постановка проблеми:

Кінематичні і динамічні параметри коливальних процесів у сільськогосподарському виробництві суттєво впливають на довговічність, якість і надійність механічного обладнання, а прогнозування і розрахунок заданих вібраційних режимів є основою для створення вискоєфективних машин вібраційної дії. Отже дослідження і моделювання вібрацій і коливань важливі як при експлуатації сільськогосподарських машин, так і на стадії їх проектування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій:

Вібраційним і коливальним процесам, їх моделюванню та практичному застосуванню на сьогодні присвячено багато наукових досліджень і публікацій

[1-4, 6-9]. Основоположні підходи щодо особливостей створення загальних математичних моделей процесів, методів розрахунку та оцінки їх параметрів розглянуто у працях [6, 8-10]. Аналізу складних коливань присвячені праці [1, 3, 4]. При цьому використання сучасних чисельних методів базується на застосуванні останніх версій математичних пакетів комп'ютерної обробки даних [1, 8, 10]. Але проблема вибору теоретичних моделей, методики досліджень та розрахунків параметрів коливальних систем при розв'язанні технічних і наукових задач залишається актуальною.

Виклад основного матеріалу:

Одним із звичайних способів підтримки незатухаючих коливань є безперервний вплив на коливальну масу механічної системи збурювальної періодичної сили $\bar{F}(t)$, яка за величиною може довільно змінюватись в межах періоду T :

$$F(t) = F(t + T). \quad (1)$$

Звісно, якщо таку збурювальну силу $\bar{F}(t)$ прикласти до коливальної маси m пружної механічної системи, що знаходиться у середовищі із в'язким опором $F_{\text{тр}} = -\mu \dot{u}$, то диференціальне рівняння руху у проекції на напрямок цього руху u матиме вигляд:

$$m\ddot{u} = -\mu\dot{u} - cu + F(t), \quad (2)$$

Дослідження показують, що у випадку, коли збурювальна сила починає діяти раптово (в момент часу $t = 0$), то система почне коливатись поступово і через деякий час її рух стане усталеним. За порядком величини час встановлення цих змусених коливань буде збігатися із часом їх загасання:

$$\tau = \frac{1}{\delta} = \frac{2m}{\mu}. \quad (3)$$

Зрозуміло, що параметри таких коливань будуть залежати від конкретного виду прикладеної до коливальної системи збурювальної сили $\bar{F}(t)$.

При цьому відомо, що будь-яку періодичну функцію, у тому числі і періодичну функцію збурювальної сили $F(t)$, можна представити у вигляді

ряду Фур'є:

$$F(t) = \sum_{n=0}^{\infty} F_{0n} \sin\left(\frac{2\pi}{T}nt + \psi_n\right). \quad (4)$$

Фізичний зміст такого розкладання полягає в тому, що періодичний вплив збурювальної сили $F(t)$ еквівалентний одночасному впливу сталої сили F_{00} і набору гармонійних сил із відповідними амплітудами F_{0n} , початковими фазами ψ_n та коловими частотами $\omega_n = \frac{2\pi}{T}n = \omega n$, які кратні найнижчій (основній) частоті $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

Для того, щоб одержати повну картину змушених коливань під дією збурювальної сили (4), необхідно звернути увагу на лінійність рівняння (2). Це дозволяє представити його розв'язок $u(t)$ як суму гармонійних коливань:

$$u(t) = \sum_{n=0}^{\infty} u_{0n} \sin\left(\frac{2\pi}{T}nt + \varphi_n\right), \quad (5)$$

які відбуваються із усталеними амплітудами u_{0n} і фазами φ_n на частотах ω_n , відповідно гармонікам збурювальної сили (4).

Кожний доданок в (5) може розглядатись як змушене гармонійне коливання, що відбувається під дією зовнішньої гармонійної сили з амплітудою F_{0n} і частотою $\omega_n = \frac{2\pi}{T}n$

З технічної точки зору до таких механічних коливальних систем не так просто прикласти гармонійну збурювальну силу безпосередньо до самої рухомої маси.

Але такі змушені коливання можна підтримувати іншим способом, не прикладаючи зовнішньої сил $F(t)$ безпосередньо до маси m .

Для цього можна застосувати пружну модель, де збурювальна сила $\bar{F}(t)$ прикладається лише до вільного кінця пружного елемента так, щоб цей кінець рухався за гармонійним законом:

$$\xi(t) = \xi_0 \sin \omega t. \quad (6)$$

При цьому подовження пружного елемента складе величину $u - \xi$, а сила пружності, що прикладена до маси m , буде дорівнювати

$$F_{np} = -c(u - \xi). \quad (7)$$

В результаті диференціальне рівняння коливального руху маси m механічної пружної системи запишеться у вигляді:

$$m\ddot{u} = -\mu\dot{u} - c(u - \xi). \quad (8)$$

Якщо прийняти до уваги, що сила пружності при відсутності зміщення ($u = 0$) дорівнює

$$F(t) = c\xi(t) = c\xi_0 \sin \omega t, \quad (9)$$

то диференціальне рівняння (8) буде повністю еквівалентним відомому диференціальному рівнянню змушених гармонійних коливань маси m у в'язкому середовищі:

$$m\ddot{u} = -cu - \mu\dot{u} + F_0 \sin \omega t. \quad (10)$$

При цьому сила (9) виконує роль зовнішньої гармонійної сили у звичайній пружній механічній системі.

Ця сила легко може бути візуалізована, оскільки її величина і напрямок однозначно визначається зміщенням вільного кінця рухомого пружного елемента. Це, у свою чергу, дає можливість наочно продемонструвати фазові співвідношення між силою $F(t)$ (або зміщенням $\xi(t)$) і зміщенням $u(t)$ коливальної маси.

Запишемо рівняння (8) наступним чином:

$$\ddot{u} + 2\delta\dot{u} + \omega_0^2 u = \frac{F_0}{m} \sin \omega t, \quad (11)$$

де $F_0 = c\xi_0$.

Тепер розв'язок такого рівняння можна шукати у вигляді гармонійних коливань типу

$$u(t) = u_0 \sin(\omega t + \varphi_0), \quad (12)$$

де амплітуда u_0 і фаза φ_0 можуть бути визначені, якщо підставити це рівняння в (11).

Із врахуванням вищесказаного проаналізуємо три важливі режими таких змущених коливань із в'язким опором.

У режимі низькочастотних коливань, якщо частота збурювальної сили значно менша частоти власних коливань системи ($\omega \ll \omega_0$), то швидкість $\dot{u}$ і прискорення $\ddot{u}$ коливальної маси будуть дуже малими. Тому першими двома членами в лівій частині рівняння (11) можна знехтувати і записати його в наближеному виді:

$$\omega_0^2 u = \frac{F_0}{m} \sin \omega t, \quad (13)$$

Розв'язок такого рівняння очевидний:

$$u(t) = \frac{F_0}{m\omega_0^2} \sin \omega t = \frac{F_0}{c} \sin \omega t. \quad (14)$$

Отже у цьому режимі зміщення маси m пропорційне величині зовнішньої збурювальної сили і не залежить від маси. Цей розв'язок є по суті математичним виразом закону Гука для статичної деформації пружного елемента. Тому цей режим є квазістатичним.

Амплітуда коливань відповідно до цього закону буде $u_0 = \frac{F_0}{c}$, а зміщення $u(t)$ змінюється у фазі із зовнішньою силою.

Для моделі, що розглядається, це еквівалентно тому, що зміщення маси m практично повторює зміщення вільного кінця пружного елемента:

$$u(t) = \frac{F_0}{c} \sin \omega t = \frac{c\xi_0}{c} \sin \omega t = \xi(t). \quad (15)$$

Це цілком зрозуміло, тому що для руху маси m із нескінченно малим прискоренням $\ddot{u}$ не потрібно великих деформацій пружного елемента:

$$u(t) - \xi(t) \approx 0. \quad (16)$$

У режимі високочастотних коливань, якщо частота збурювальної сили значно більша частоти власних коливань системи ($\omega \gg \omega_0$), то період

змушених коливань $T = \frac{2\pi}{\omega}$ малий. Це означає, що на масу m діє в основному лише зовнішня збурювальна сила $F(t)$, а сила пружності cu і сила в'язкого тертя $\mu\dot{u}$ нескінченно малі.

Дослідження таких коливань вказують на те, що за половину короткого періоду коливань T , коли маса m рухається в одному напрямку, вона не встигає набрати як помітної швидкості $\dot{u}$, так і достатньої величини зміщення u від положення рівноваги.

Тому в рівнянні (11) можна вилючити члени, що містять u і $\dot{u}$, та записати його в іншому наближеному виді:

$$\ddot{u} = \frac{F_0}{m} \sin \omega t, \quad (17)$$

Інтегруючи це рівняння, знаходимо закон руху коливальної маси m :

$$u(t) = -\frac{F_0}{m\omega^2} \sin \omega t = \frac{F_0}{m\omega^2} \sin(\omega t - \pi). \quad (18)$$

Із отриманого рівняння зрозуміло, що зміщення по відношенню до зовнішньої збурювальної сили $F(t)$ запізнюється по фазі на π ($\varphi_0 = -\pi$), а амплітуда, звісно, зменшується із збільшенням частоти.

Для застосованої моделі у такому режимі вільний рух кінця пружного елемента і маса m завжди рухаються у протилежних напрямках:

$$u(t) = -\frac{c\xi_0}{m\omega^2} \sin \omega t = -\frac{\omega_0^2}{\omega^2} \xi(t). \quad (19)$$

За абсолютною величиною зміщення маси m в $\frac{\omega^2}{\omega_0^2} \gg 1$ раз менше зміщення вільного кінця пружини, тобто практично буде непомітне.

У режимі резонансних коливань, коли частота збурювальної сили співпадає з частотою власних коливань системи ($\omega \gg \omega_0$), змушені коливання відбуваються на власній частоті системи.

Це означає, що

$$\ddot{u} + \omega_0^2 u = 0. \quad (20)$$

Отже, рівняння (11) із врахуванням (20) прийме вигляд:

$$2 \delta \dot{u} = \frac{F_0}{m} \sin \omega t. \quad (21)$$

Інтегруючи це рівняння, отримаємо закон коливального руху маси m в умовах резонансу:

$$u(t) = \frac{F_0}{2 \delta m \omega_0} \sin \left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2} \right). \quad (22)$$

Вираз (22) можна записати також як

$$u(t) = \frac{F_0}{c} Q \sin \left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2} \right), \quad (23)$$

де $Q = \frac{\pi}{\delta T}$ – добротність коливальної системи.

Якщо добротність системи $Q \gg 1$, то амплітуда коливань може значно перевищувати амплітуду низькочастотних квазістатичних коливань (14). Власне тому цей режим і є резонансним.

Значними тут будуть також швидкості $\dot{u}$ і прискорення $\ddot{u}$. Оскільки швидкість $\dot{u}$, як видно із (21), змінюється у фазі із зовнішньою силою $F(t)$, то з енергетичної точки зору це сприяє процесу "підкачування" енергії в коливальну систему.

Робота зовнішньої сили за період коливань буде:

$$A = \int_0^T F(t) \cdot \dot{u}(t) dt = \frac{F_0^2}{2 \delta m} \int_0^T \sin^2 \omega_0 t dt = \frac{F_0^2 T}{4 \delta m}, \quad (24)$$

що значно перевищує роботу цієї сили в обох попередніх режимах.

Ця більша робота необхідна для компенсації значних втрат через силу в'язкого опору середовища.

Для застосованої моделі у резонансному режимі, як видно із розв'язку (23), амплітуда зміщення маси m в Q раз перевершує амплітуду зміщення вільного кінця пружного елемента:

$$u(t) = \xi_0 Q \sin\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right), \quad (25)$$

При проходженні масою m положення рівноваги $u = 0$, коли її швидкість максимальна, вільний кінець пружного елемента зміщений на максимальну величину ξ_0 в напрямку швидкості руху маси. У цей момент часу потужність сили пружності має максимально можливе додатне значення при заданій величині ξ_0 . В наступні моменти часу ця потужність також залишається додатною, що забезпечує найбільш ефективну передачу енергії тілу пружної системи при його коливальному русі у в'язкому середовищі.

Висновки:

1. Розглянута пружна модель змушених гармонійних коливань в механічних системах із в'язким опором, яка дозволяє дослідити та описати найпростіші режими і види збуреного коливального руху.
2. Досліджено випадок збурення коливань без впливу зовнішніх сил безпосередньо на вібруючу масу. Збурювальна сила прикладалась до вільного кінця пружного елемента так, щоб він рухався згідно гармонійному закону.
3. Отримано вираз еквівалентної пружної сили та еквівалентне диференціальне рівняння гармонійного коливального руху. Проаналізовані режими таких змушених коливань у в'язкому середовищі.
4. Теоретичні дослідження коливальних систем із використанням альтернативних моделей аналогічного типу дають можливість у подальшому розглянути і проаналізувати більш складні види коливань та визначити їх оптимальні параметри.

Список літератури:

1. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах / В.С. Анищенко. – М.: Наука, 1990. – 312 с.
2. Анісімов І.О. Коливання та хвилі / І.О. Анісімов. – К.: Акад. прес, 2003. – 280 с.

3. Булгаков В.М. Теорія вібраційного викопування коренеплодів / В.М. Булгаков, І.В. Головач // Зб. наук. праць НАУ «Механізація сільськогосподарського виробництва». – К.: НАУ, 2003. – Т. XIV. – С. 34-86.
4. Глухівський Л.Й. Нелінійні коливання: чисельне полігармонічне моделювання / Л. Й. Глухівський. – К. : Альфа Пік, 2008. – 204 с.
5. Павловський М.А. Теоретична механіка. Підручник / М.А. Павловський. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
6. Рудяк В.Я. Математические модели природных явлений и технологических процессов. Часть I / В.Я. Рудяк. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – Ч. I. – 181 с.
7. Сидоренко В.В. Малые колебания в механических системах / В.В. Сидоренко. – М.: МФТИ, 2004. – 37 с.
8. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки / В.Б. Струтинський. – Житомир: ЖИТИ, 2001 – 613 с.
9. Тарасевич Ю.Ю. Математическое моделирование. Колебания и волны / Ю.Ю. Тарасевич, И.В. Водолазская. – Астрахань: Астрах. гос. унив., 2004. – 80с.
10. Хуторова О.Г. Компьютерное моделирование физических процессов / О.Г. Хуторова, Ю.М. Стенин, Р.Х. Фахртдинов и др. – Казань: КГУ, 2001. – 53 с.

Аннотация

Моделирование вынужденного колебательного движения в вибрационных процессах сельскохозяйственного производства

Рассмотрена теоретическая модель исследования и описания движения вынужденных гармонических колебаний упругих механических систем в условиях вязкой среды. Исследован случай возмущения колебаний без воздействия внешних сил непосредственно на вибрирующую массу. При этом считалось, что возмущающая сила приложена к свободному концу упругого элемента так, чтобы он двигался по гармоническому закону. Получено

выражение эквивалентной упругой силы и эквивалентное дифференциальное уравнение гармонического колебательного движения. Проанализированы режимы таких вынужденных колебаний в вязкой среде

Ключевые слова: вынужденные гармонические колебания, упругие механические системы, вязкая среда, вибрационные процессы

Abstract

Simulation of the forced oscillating motion in vibrational processes of agricultural production

The theoretical sample piece of probe and the exposition of movement of the forced simple harmonic motions of elastic mechanical systems in the conditions of the viscous environment is considered. The case of perturbation of oscillations without effect of external forces immediately on the vibrating mass is examined. Thus was considered that disturbing force is affixed to a running end of an elastic element so that it moved under the harmonic law. Expression of equivalent elastic force and the equivalent differential equation of a harmonic oscillating motion is received. Conditions of such forced vibrations in the viscous environment are analysed

Keywords: the forced simple harmonic motions, elastic mechanical systems, the viscous environment, vibrational processes

© О.М. Черниш, В.В. Яременко,
А.Г. Куценко, М.М. Бондар, 2014

УДК 539.3

Куценко А.Г.,
доцент кафедри механіки та опору
матеріалів НУБіП України
м. Київ, Україна

**Про деякі особливості реалізації метода граничних елементів
в теорії згину пластин**

Анотація. Відносно недавно в теорії згину пластин був виявлений цікавий факт, який потім отримав назву парадокс Сапонджана. У даній роботі зроблена спроба виявити проблеми, до яких може призвести парадокс Сапонджана при побудові чисельної схеми прямого методу граничних елементів (ПМГЕ) першого порядку, у випадку, коли границя апроксимується ломаною. Наводяться можливі шляхи їх вирішення, які підтверджені чисельними розрахунками.

Ключові слова: пластина, переміщення, метод граничних елементів, парадокс Сапонджана.

Аннотация. Относительно недавно в теории изгиба пластин был обнаружен интересный факт, который потом получил название парадокс Сапонджана. В данной работе сделана попытка установить проблемы, к которым может привести парадокс Сапонджана при построении численной схемы прямого метода граничных элементов (ПМГЭ) первого порядка, в случае, когда граница аппроксимируется ломаной. Приводятся возможные пути их решения, которые подтверждены численными расчетами.

Ключевые слова: пластина, перемещения, метод граничных элементов, парадокс Сапонджана.

Abstract. In the article the paradox of Sapondzyan was studied once again by an example of a bending problem for a simply supported circular plate. The relationship between the paradox of Sapondzyan and problems of construction of the boundary elements method algorithm was obtained out. A specific technique for the solution of the problems was suggested and illustrated by numerical results.

Key words: plate, displacements, boundary elements method, paradox of Sapondzyan.

Постановка проблеми. Декілька десятиліть тому в теорії згину пластин було виявлено явище, яке згодом отримало назву „парадокс Сапонджяна”. Воно було достатньо добре висвітлено в літературі [1, с.46], [2, с.145]. Суть цього явища полягає у наступному. Якщо розглянути переміщення двох шарнірно закріплені пластин, які навантажені постійним згинаючим моментом на своїх границях, перша з яких є круглою пластиною одиничного радіуса, а друга являє собою правильний N – кутник, вписаний в одиничне коло, то на перший погляд, логічним припустити, що при граничному переході $N \rightarrow \infty$, переміщення цих пластин мають співпадати. Проте розрахунки показують, що переміщення N – кутної пластини значно менші за величиною, ніж круглої. Даний факт обумовлений тим, що при шарнірному закріпленні пластин кутові точки надають пластинам більшу жорсткість, внаслідок цього вклад кожної кутової точки окремо є як завгодно малим, але через збільшення їх числа, сумарний вклад прямує до певного числа.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Необхідно відзначити, що у сучасній механіці існує багато методів дослідження поширення різного роду хвиль в механічних системах. Дослідження одновимірної та квазіодновимірної задачі поширення хвиль у балках і платівках призвело до розробки цілого ряду аналітичних методів, серед яких відзначимо метод матриці переносу (transfer matrix method) [10, с.488], який полягає у побудові матриці, що зв’яже динамічні і кінематичні характеристики та у подальшому відшуканні сталих розповсюдження хвилі через власні значення цієї матриці, метод розкладу розв’язку за просторовими модами [8, с.279] та варіаційні методи [5, с.464], які базуються на співвідношеннях балансу енергії і є розвитком методів Релея та Релея - Рітца.

Останнім часом у переважній більшості випадків використовується для чисельних обрахунків метод скінченних елементів [6, с.2837], [7, с.2158], [9, с.472]. Однак метод скінченних елементів не можна розглядати як найкраще

доповнення до аналітичних методів при дослідженні явища поширення хвиль, зокрема, в періодичних системах. Оскільки відповідні задачі є лінійними граничними задачами для диференціальних рівнянь (звичайних або в часткових похідних), то найбільш вдалим видається використання методу граничних елементів.

Мета статті. Виявити ефекти, до яких може призвести парадокс Сапонджяна при побудові чисельної схеми ПМГЕ першого порядку. Оскільки в схемі ПМГЕ першого порядку границя апроксимується ломаною, а тому парадокс Сапонджяна може привести до порушення одного з постулатів МГЕ: при збільшенні ланок ломаної точність розв'язку має зростати. Для з'ясування цього питання розглянемо вище сформульовані задачі.

Виклад основного матеріал. Як відомо, у випадку гладкого контуру пластини система граничних рівнянь має вид [3, с.115], [4 с.352]:

$$w(\bar{\xi}) = \int_{\Gamma} \left(-V^*(\bar{x}, \bar{\xi})w(\bar{x}) - M^*(\bar{x}, \bar{\xi})\theta(\bar{x}) + \theta^*(\bar{x}, \bar{\xi})M(\bar{x}) - w^*(\bar{x}, \bar{\xi})V(\bar{x}) \right) d\Gamma(\bar{x}), \quad (1)$$

$$\theta(\bar{\xi}) = \int_{\Gamma} \left(-\frac{\partial V^*(\bar{x}, \bar{\xi})}{\partial \bar{n}_{\xi}} w(\bar{x}) - \frac{\partial M^*(\bar{x}, \bar{\xi})}{\partial \bar{n}_{\xi}} \theta(\bar{x}) + \frac{\partial \theta^*(\bar{x}, \bar{\xi})}{\partial \bar{n}_{\xi}} M(\bar{x}) - \frac{\partial w^*(\bar{x}, \bar{\xi})}{\partial \bar{n}_{\xi}} V(\bar{x}) \right) d\Gamma(\bar{x}),$$

де $\bar{\xi}$ – точка, яка лежить на контурі пластини Γ ; w , θ , M , V – переміщення, кути нахилу, згинаючі моменти та ефективні перерізуючі зусилля, які мають місце в точках пластини.

Фундаментальний розв'язок рівняння згину пластини має вид:

$$w^*(\bar{x}, \bar{\xi}) = \frac{r^2}{8\pi D} \ln r, \quad (r = |\bar{x} - \bar{\xi}|, \quad \bar{x} = (x, y), \quad \bar{\xi} = (\xi, \eta)). \quad (2)$$

Розглянемо осесиметричну задачу для круглої пластини одиничного радіусу, тобто $\Gamma = S_1$ одиничне коло, а w , θ , M , V не залежать від $\bar{x}$. Не зменшуючи загальності, приймемо $\bar{\xi} = (R, 0)$. Тоді перше рівняння (1) можна подати у наступному виді:

$$w(R) = A(R)w + B(R)\theta + C(R)M + D(R)V. \quad (3)$$

Після нескладних, але громіздких обчислень одержуємо:

$$A(R) = - \int_{S_1} V^*(\bar{x}, \bar{\xi}) dS_1(\bar{x}) \equiv 1. \quad (4)$$

При виводі (4) було використано, що:

$$V^*(\bar{x}, \bar{\xi}) = Q^*(\bar{x}, \bar{\xi}) + \frac{\partial M_1^*(\bar{x}, \bar{\xi})}{\partial S_1(\bar{x})} dS_1(\bar{x}) = Q^*(\bar{x}, \bar{\xi}), \quad (5)$$

де $M_1^*(\bar{x}, \bar{\xi})$ – скручуючий момент.

Якщо підрахувати коефіцієнти, що залишились в (3) та коефіцієнти рівняння, виведеного на основі другого співвідношення (1), то після розв'язку одержаної алгебраїчної системи приходимо до висновку, що пластина знаходиться в стані чистого згину.

Розглянемо N – кутну пластину, яка відповідає ПМГЕ першого порядку для круглої пластини. У цьому випадку:

$$A(R) = - \int_{-a_j}^{a_j} V^*(\bar{x}, \bar{\xi}) dy_j. \quad (6)$$

$$\text{де } V^*(\bar{x}_j, \bar{\xi}_j) = Q^*(\bar{x}_j, \bar{\xi}_j) + \frac{\partial M_{x_j y_j}^*(\bar{x}_j, \bar{\xi}_j)}{\partial y_j}, \quad (7)$$

$\bar{x}_j, \bar{\xi}_j$ – координати точок $\bar{x}$ і $\bar{\xi}$, в локальній системі координат, яка пов'язана з j – тим граничним елементом, що відповідає стороні N – кутника.

Виходячи з (2), можна зробити висновок, що:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^N A_j^{(1)} = 1, \quad \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^N A_j^{(2)} = \frac{1-\nu}{2} (1-R^2). \quad (8)$$

Були розглянуті задачі для еліптичної пластини з головними радіусами $r_x = 2$, $r_y = 1$ у наступних випадках: 1. вільно обіперта пластина з нульовим переміщенням і постійним згинаючим моментом M_0 на контурі; 2. вільно обіперта пластина з постійними переміщеннями w і постійним згинаючими моментами M_0 на контурі. Результати розрахунків наведено в табл. 1.

Табл. 1. Результати розрахунку еліптичної пластини ($n = 0,3$, $M_0 = D$, $w_0 = 10$)

x	y	задача 1, точний розв'язок	задача 2, повна схема	задача 2, спрощена схема
0,00	0,00	0,49727	9,78555	10,4972
0,50	0,00	0,46996	9,82715	10,4799
0,00	0,25	0,46568	9,79928	10,4657
0,00	0,50	0,37134	9,84280	10,3713

Аналогічні розрахунки були проведені і на випадок квадратної пластини з одиничною довжиною сторони, їх результати представлені в табл. 2.

Табл. 2. Результати розрахунку квадратної пластини ($n = 0,3$, $M_0 = D$, $w_0 = 10$)

x	y	задача 1, точний розв'язок	задача 2, повна схема	задача 2, спрощена схема
0,50	0,50	0,07378	10,7958	10,0738
0,50	0,75	0,05742	10,6179	10,0574
0,75	0,75	0,04536	10,5968	10,0454

Висновки: таким чином, складова ефективного перерізуючого зусилля, що відповідає скручуючому моменту, наперед привносить помилку у розв'язок задачі, при заміні гладкого контуру ломаною.

Оскільки коефіцієнт $V^*(\bar{x}, \bar{\xi})$ стоїть при прогині, то у випадку нульового прогину на границі він не буде впливати на кінцевий результат. Якщо $w_0 \neq 0$, то має значення чи беремо $V^*(\bar{x}, \bar{\xi})$ (повна схема), чи $Q^*(\bar{x}, \bar{\xi})$ (скорочена схема) за відповідний коефіцієнт. Все це відноситься до коефіцієнту при w у другому рівнянні (1).

Порівнюючи (6) – (8) з (4), приходимо до висновку, що при реалізації чисельної схеми ПМГЕ першого порядку замість $V^*(\bar{x}, \bar{\xi})$ необхідно брати $Q^*(\bar{x}, \bar{\xi})$. Цей висновок повністю підтверджують результати розрахунків наведених в таблицях 1 і 2.

Список літератури:

1. Хомасуридзе Н.Г. О некоторых предельных переходах в теории упругости и о "парадоксе Сапонджяна" / Н.Г. Хомасуридзе // Изв. РАН. МТТ. - 2007. - № 3. - С. 46-54.
2. Пановко Я.Г. Механика деформируемого твердого тела / Я.Г. Пановко / М.: Наука, 1985. - 287с.
3. Бенеджи П. Метод граничных элементов в прикладных науках / П. Бенеджи, Р. Баттерфилд / М.: Мир, 1984. – 494 с.
4. Бреббия К. Метод граничных элементов / К. Бреббия, Ж. Теплес, Л. Вроубел / М.: Мир, 1987. – 524 с.
5. Mead D.J. An approximate method of predicting the responds of periodically supported beams subjected to random con-vec-ted loading / D.J. Mead, A.K. Mallik // J. Sound and Vibr. - 1976. - Vol. 47. - N4. - P. 457 - 471.
6. Mace B.R. "Finite element prediction of wave motion in structural waveguides" / B.R. Mace, D. Duhamel, M.J. Brennan, L. Hinke // Journal of the Acoustical Society of America - 2005. - Vol. 117. - P. 2835 – 2843.
7. Mencik J.M., Wave finite elements in guided elastodynamics with internal fluid / J.M. Mencik, M.N. Ichchou // Inter. J. of Sol. And Structures – 2007. – Vol. 44. - P. 2148 – 2167.
8. Ouyang H.J. General method for an alyzing wave propagation along longitudinally periodic structures / H.J. Ouyang, F.W. Williams, D.A Kennedy // J. Sound and Vibr. - 1994. - Vol. 177. - N2. - P. 277 - 281.
9. Tyutekin V.V. Circumferential and helical normal waves of a cylindrical waveguide: helical waves in s free space / V.V. Tyutekin // Acoustical Physics. – 2006. – Vol. 52. - N 4. - P. 471 – 476.
10. Zhong W.X. On the direct solution of wave propagation for repetitive structures / W.X. Zhong, F.W. Williams // J. Sound and Vibr. - 1995. - Vol. 181. - N3. - P. 485 - 501.

УДК 633.521+522

**ЛЬОНАРСТВО ТА КОНОПЛЯРСТВО ОСНОВА ЛЕГКОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ**

В.І.Макаєв, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
Глухівський агротехнічний інститут ім. С.А.Ковпака, Сумського національного
аграрного університету,

В.І.Василюк, кандидат технічних наук ВП НУБіП України Ніжинський
агротехнічний інститут

*Описано стан легкої промисловості України та шляхи її відродження,
також представлено основні недоліки галузей льонарства та коноплярства*

Ключові слова: *льонарство, коноплярство, легка промисловість*

Ситуація, в якій опинилось льонарство та коноплярство в процесі становлення нових ринкових методів господарювання, характерна для багатьох галузей промисловості України. 1996 рік показав загострення всіх проблем легкої промисловості, відповідно льонарства та коноплярства, де спад виробництва становив 25,4%, а в промисловості в цілому – 11,6%.

За підсумками 2000 року рентабельно спрацювало 57% середніх і великих і 47% малих підприємств галузі. У 2013 році льонарство та коноплярство України майже знищено.

Основними причинами такого стану галузей в економічному розвитку країни є наступні:

- зростання цін на енергоносії та сировину призвели до значного збільшення вартості готових товарів легкої промисловості;
- обтяжлива податкова політика не дає можливості формування на підприємствах оборотних коштів, що тягне за собою інтенсивне старіння основних виробничих фондів;
- встановлення дуже високих процентних ставок на банківські кредити;

- руйнування фінансово-кредитної системи;
- процеси комерціалізації та приватизації підприємств торгівлі не керовані, що призводить до зацікавленості торгівлі реалізацією імпортних, а не вітчизняних товарів;
- відсталі технології, висока енергоємність виробництва, застаріле обладнання, невідповідність українських стандартів готової продукції міжнародним стандартам ускладнюють вихід на західні ринки.

До числа негативних факторів, які впливають на використання виробничого потенціалу, відноситься відсутність механізму економічного стимулювання і недосконалі методи контролю якості продукції безпосередньо на підприємствах-виробниках.

Наведені дані підтверджують необхідність пошуку та впровадження нових стратегій управління підприємствами галузі. В результаті аналізу встановлено, що підприємства легкої промисловості використовують практично всі стратегії, адаптуючи їх до нових умов, які постійно виникають. Основний натиск при цьому робиться на створення відсутніх ланок розірваних господарських ланцюжків (вертикальна інтеграція), на більш глибоку асортиментну політику (стратегія інтенсивного росту і концентрації диверсифікації), а також на підтримку і розширення фінансово-інвестиційних можливостей завдяки залученню іноземних капіталів. Україна все більше стає привабливою для іноземних інвесторів.

Слід зазначити, що напрямками розвитку галузей легкої промисловості є: оновлення підприємств на основі досягнень НТП сучасним обладнанням; повне і ефективне використання натуральної і штучної (синтетичного) сировини; розширення асортименту і підвищення конкурентоспроможності продукції, а також використання нетрадиційної сировини. Прикладом служить організація переробки льону на бавовняних підприємствах, що дозволить забезпечити сировиною бавовняні комбінати, освоєння виробництва поліамідних і поліпропіленових ниток і волокон для текстильної та трикотажної промисловості (АТ "Барвник" в Рубіжному, Слов'янський завод).

Наслідком і метою розширення асортименту продукції в легкій промисловості є її конкурентоспроможність. Заходами її забезпечення є:

- широка реклама продукції вітчизняного виробництва та науково-технічних розробок шляхом проведення виставок, ярмарків, аукціонів, видання інформаційних і рекламних матеріалів;
- розвиток фірмової торгівлі з широким асортиментом;
- створення регіональних органів сертифікації продукції;
- зміна форм власності згідно з чинним законодавством;
- створення необхідних умов для підвищення ефективності експортних операцій;
- впровадження у виробництво закордонних технологічних процесів і передових методів управління виробництвом.

Також для стабільного розвитку легкої промисловості необхідно розробити за аналогією з розвиненими країнами модель розвитку вітчизняної легкої промисловості з урахуванням всіх її національних особливостей і сучасної оцінки геополітичних факторів. На першому етапі слід розробити новітні ресурсо- та енергозберігаючі технології згідно з реаліями ринку.

Жодна галузь промисловості не може зрівнятися з легкою промисловістю за рівнем забезпечення населення, своєї віддачі і потенціалу економічного зростання. Ні Світовий банк, ні Міжнародний валютний фонд і ніякі інші інвестори не зможуть забезпечити таких вкладень, як власний народ. Так як, навіть якщо в розрахунку на рік, в нашій країні буде спожито власних товарів на тисячу гривень на одну людину, то Україна буде мати близько 40 мільярдів надходжень. Ця цифра говорить сама за себе. Виходячи з цього, відродження вітчизняної легкої промисловості необхідно починати негайно, починаючи з товарів народного споживання. І це політично, економічно та соціально обґрунтовано, вигідно для якнайшвидшого економічного відродження України.

Забезпечити це відродження можна і необхідно тільки за умови, що заходи будуть системними і комплексними, цілеспрямованими і достатніми для отримання відчутних позитивних результатів. До таких заходів належать:

- максимально можливе зниження податкового пресу;
- пільгове кредитування, модернізація та поповнення необхідних оборотних коштів;
- амністія або повна реструктуризація боргів;
- митні тарифи;
- інформація та реклама для вітчизняних товаровиробників;
- протекціонізм в експорті;
- пільгові тарифи на сировину та енергоносії.

Виробництво непродовольчих товарів народного споживання в розвинених країнах є пріоритетним, внаслідок чого ці країни не тільки задовольняють основну частину національного попиту на такі товари власними силами, але й забезпечують розвиток споріднених галузей, що дає можливість створити значну кількість робочих місць і забезпечити більше половини бюджетних надходжень.

Наприклад, в Італії та Кореї, які серед інших країн найбільш динамічно розвиваються в останні 20 років, в першу чергу у виробництві товарів народного споживання – текстиль, взуття і одяг складають важливі статті експортних надходжень. Ще в 1985 році тільки за цими статтями названі країни мали по 4 мільярди доларів експортних надходжень.

Легка промисловість може стати базовим джерелом створення загальнодержавних фінансових нагромаджень і формування необхідного фінансового ринку, а також дасть можливість створити за короткий час інвестиційний потенціал для інших галузей промисловості і важливих соціальних програм. Тому необхідно в інтересах України необхідно створити стартові умови для "запуску" легкої промисловості в режим стійкого функціонування і досягнення її рівня самофінансування.

Якою б важкою не була в даний момент ситуація в легкій промисловості, вона аж ніяк не безвихідна. Легка промисловість є дуже перспективною галуззю.

Для того щоб уявити собі можливі шляхи розвитку легкої та текстильної

галузі в Україні, необхідно, насамперед, оцінити з різних точок зору її сьогодинішнє становище в світовому розподілі праці; наявність сировинних ресурсів, вартість робочої сили, вартість енергії та ресурсів і т.д.

На сьогоднішній день, безумовно, лідером у легкої та текстильної промисловості є Китай, країни Середньої і Південно-Східної Азії, а також бурхливо розвиваються останнім часом країни Південної Америки. Однак географічне положення України, а саме розташування між Європою і Росією, дає їй ряд додаткових переваг і можливостей для розвитку легкої та текстильної промисловості, точніше її певних напрямків, які характеризуються наявністю власної сировинної бази, а це в першу чергу – луб'яні культури.

Для наочності почнемо з аналізу ринку. В даний час для виробництва тканини в Україні і за кордоном використовуються різноманітні види волокон, а саме:

- 1) натуральні волокна (бавовна, льон, шовк, шерсть, віскоза);
- 2) різні типи синтетичних волокон.

З перерахованих вище натуральних волокон в Україні в даний час проводяться деякі види грубої вовни, а також льон і пеньку (в дуже малих кількостях). Виробництво синтетичних волокон в даний час знаходиться за кордоном, у тому числі в Білорусії. Таким чином, на даний момент Україна не є виробником сировини для основних видів текстильного виробництва, а відповідно, закупаючи і ввозячи цю сировину, за інших рівних умов не зможе бути конкурентоспроможною в порівнянні з країнами, що виробляють сировину і готову продукцію в масовому сегменті ринку.

Однак, враховуючи специфіку країн Європи, які виробляють сировину і масову готову продукцію, можна з упевненістю сказати, що при правильному економічному підході в Україні можна відновити виробництво натуральних тканин. Враховуючи традиції та високу кваліфікацію фахівців, а також стагнацію виробництва в Європі при створенні привабливих умов, багато європейських фірми із задоволенням розмістять таке виробництво і замовлення на території України. Крім того, цікавий розвиток для країни може отримати

інвестування коштів у виробництво льону та продукції з нього в традиційних регіонах.

Ринок льону – не такий на сьогодні ємний, однак це саме той сегмент, на якому Україна може займати свої позиції по повному циклу: від виробництва сировини до прядіння, ткацтва та оздоблення.

Якщо окремо розглядати галузь первинної обробки луб'яних волокон, то можна констатувати той факт, що на сучасному етапі її розвитку до цих пір застосовуються вітчизняні технології, які характеризуються високою метало-та енергоємністю обладнання, великими втратами волокнистої продукції та значним зниженням її якості.

Однак розроблені сучасні технології не можуть знайти ефективного впровадження за браку коштів на закупівлю новітнього закордонного обладнання, або виготовлення більш досконалого вітчизняного. Це тягне за собою збільшення собівартості і відповідно зменшення попиту, в результаті чого істотно знижується інвестиційна привабливість цих технологій, що призводить до консервації існуючих підприємств. Ця тенденція відображена в табл. 1.

Таблиця 1

Площа посіву льону-довгунця і конопель в Україні

№ з/п	Назва областей	Площа посівів льону		Площа посівів конопель	
		тис. га	%	тис. га	%
1.	Волинська	0,03	2,3	0,12	15,0
2.	Житомирська	0,01	0,8	-	-
3.	Київська	0,01	0,8	-	-
4.	Львівська	0,17	13,3	-	-
5.	Рівненська	0,05	3,9	-	-
6.	Сумська	0,58	46,1	0,14	17,5
7.	Тернопільська	0,14	10,9	-	-
8.	Чернігівська	0,28	21,9	-	-
9.	Черкаська	-	-	0,01	1,3
10.	Полтавська	-	-	0,1	12,5
11.	Хмельницька	-	-	0,43	53,7
Разом		1,28	100	0,8	100

Таблиця 2

Площа посіву льону-довгунця і конопель в країнах ЄС, га

№ з/п	Країна	2008		2009		2010	
		льон	конопля	льон	конопля	льон	конопля
1.	Бельгія	12230	324	10350	350	11377	220
2.	Чеська Республіка	156	518	145	-	13	-
3.	Німеччина	42	896	30	800	-	800
4.	Франція	67688	7525	56637	12500	54679	10500
5.	Латвія	356	20	39	5	-	-
6.	Литва	247	5	34	-	12	-
7.	Голандія	2572	274	2086	1000	2000	1200
8.	Польща	779	987	547	1200	500	282
Разом		84070	10549	69868	15855	68581	13002

Так статистичні дані, показують, що виробництво таких видів продукції, як неткані матеріали та вата за останні 10 років збільшилася більш ніж у два рази, а виробництво паперу з кожним роком невпинно зростає. Однак слід зауважити той факт, що вся ця продукція виробляється з імпортованої сировини, закупівля якої вимагає значних валютних капіталовкладень.

Порівнюючи ці показники з показниками провідних європейських країн, наведеними в табл. 2, видно, що поряд із загальним зниженням посівних площ під ці культури України ще зберігає потужний виробничий потенціал, який необхідно направити на задоволення потреб виробників в інших галузях народного господарства країни.

КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ С.-Г. ПРОДУКЦІЇ

М.Є. ШАБЛІЙ

К.т.н. ст. викладач ВП НУБІП «Ніжинський агротехнічний інститут»

м.Ніжин Україна

Уданій статті розглянуто комплекс машин для переробки с.-г. продукції. Наведено опис машин, що захищені патентами України, а також перспективи вдосконалення машин і способів переробки продукції.

Ключові слова: борошно, крупорушка, віджим, прес-екструдер, подрібнення, кутери, емульгатори, решітка, фільтр, суспензії.

В Україні налічується більше 42 тисяч фермерських підприємств (згідно статистичних даних). Пріоритетний напрямок діяльності цих підприємств, поряд з виробництвом с.-г. продукції рослинництва і тваринництва – це переробка с.-г. продукції на високоякісні продукти харчування. Органічні продукти без ГМО, досить популярні в даний час серед населення. Пояснюється така популярність органічних продуктів відсутністю вмісту в продуктах хімічних речовин, що мігрують з мінеральних добрив і ядохімікатів в готові продукти харчування і зменшуються ризики виникнення різних захворювань.

Розпаювання земель в Україні і утворення дрібних фермерських підприємств створило дисбаланс у сівозміни, які виконувались в крупних с.-г. підприємствах, а також зменшилося поголів'я тварин різних видів у 5-6 разів. При цьому зупинилось накопичення органіки для внесення на 1га 10-12 тонн, а компенсація вмісту НРК в ґрунті компенсується мінеральними добривами, що призводить до засолювання земель. Особливо згубно діє використання земель орендаторами, що не покладає ніякої відповідальності на користувача і призводить часто до виснаження, засолювання, засмічення бур'янами і взагалі виведення раніше родючих земель в непридатні для с.-г. угідь, що потребує великих коштів для їх відновлення. В такій ситуації

досить складно отримати органічні продукти харчування, що виконується лише в окремих підприємствах де утримується ВРХ і на поля вноситься органіка. Тому багато продуктів харчування імпортовані з-за кордону.

Переробка с.-г. продукції поділяється на чотири групи:

1. Переробка зерна на борошно, крупи і рослинну олію. При виробництві борошна застосовують машини для очистки зерна, а також обладнання для сухої і волого-теплової обробки зерна для підготовки зерна до переробки на борошно і крупи. Переробка підготовленого зерна на борошно проводиться вальцьовими млинами і жорновими посадами, а для отримання круп приміняють крупорушки різних конструкцій. Для підвищення якості розмелювання зерна і зниження енергоємності процесу нами запропоновано нову компоновку вальцьового млина (патент України на корисну модель №52504 від 25.08.2010р. Бюл.№16) в якому досягається 1-2 і 3-х кратне подрібнення або плющення олійного зерна при віджимі рослинної олії. Для поліпшення процесу віджиму олії з насіння олійних культур нами запропоновані нові конструкції олійних пресів (патенти України на корисну модель №50237, №56408 і прес-екструдер №61141) в нових конструктивних рішеннях досягається підвищення ступеня віджиму олії, зменшується енергоємність процесу і металоємність конструкцій.

2. Впровадження передових технологій забою і переробки м'яса тварин, птиці і риби дозволяє отримати високоякісні харчові продукти. Підготовка м'яса до переробки включає подрібнення грубе, середнє, тонке надтонке. Для досягнення різного ступеня подрібнення використовують такі машини: дискові пили, м'ясорубки, вовчки, кутери, емульгатори і колоїдні млини./3/. Для досконалення процесу подрібнення м'яса нами запропоновано (вовчки по патенту України на корисну модель № 32742 №32743 і решітка №33695), що дозволяє суттєво підвищити продуктивність і надійність вовчків. При тепловій обробці м'яса приміняють операції жарення, варіння, копчення і консервування продуктів для довготермінового зберігання і

безпечного споживання в їжу. Теплова обробка потребує значної витрати теплової енергії, що значно підвищує ціни на продукти харчування.

3. Переробка молока потребує більш досконалих машин і витримування вимог технології в результаті чого можна отримати високоякісний продукт. Виготовлення високоякісного пастеризованого молока, сметани, кефіру, вершків, масла, кислого і твердого сиру можливе при використанні досконалих машин і обладнання. При переробці молока використовується велика кількість води, пари, механічної і електричної енергії, тому вдосконалення цих машин значно знизить затрати на виробництво і підвищить якість продуктів./2/

4. При переробці овочів і фруктів ми отримуємо вітамінні продукти харчування – це соки, джеми, варення, пюре, пасти, консервована, квашена і сушена продукція. В цих технологіях використовують машини для інспектування, сортування, мийки, подрібнення і віджиму соку. При тепловій обробці включають ошпарювачі, бланшувачі, обжарювальні, паромасляні печі і пастеризатори. Сховища і холодильники досить широко використовують при зберіганні плодоовочевої продукції. Нами запропоновано технічне рішення по вдосконаленню процесу очистки суспензій при виготовленні плодоовочевих соків і рослинної олії (патент України на корисну модель №52522 від 25.08.2010р. Бюл.№16). В запропонованому рішенні суспензія подається на псевдосферу з отворами на якій рідка фракція проходить через отвори, а домішки рухомим чистиком направляються в лоток. При розробці вищезгаданих технічних рішень для переробки ми розробляли також теоретичні питання: при подрібненні зерна, подрібненні м'яса, процес віджиму олії в гвинтовому пресі, а також описаний процес фільтрації рідинних суспензій і визначено параметри апарату.

Світова практика використовує в переробній галузі мембранні технології, нанотехнології, ультрафіолетове опромінення, сенсорне керування машинами, що підвищує рівень технологій переробки с.-г.

продукції. Велике значення має застосування новітніх матеріалів для виготовлення машин і обладнання.

Література

1. Зберігання і технологія сільськогосподарських продуктів / Б.В. Лесик, Л.О. Трисвятський, В.А. Снежко, М.В. Сабуров. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Вища школа, 1980. – 416 с.

2. Маньківський А.Я., Скалецька Л.Ф., Подпрятков Г.І. та ін. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. – Ніжин: Аспект, 1999. – 383 с.

2. Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Рогач Ю.П. та ін. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Навчальний посібник / За ред. О.В. Гвоздєва. – Суми: Довкілля, 2004. – 420 с.

В данной статье рассмотрено комплекс машин для переработки с.-х. продукции. Приведен описания машин, что защищены патентами Украины, а также перспективы усовершенствования машин и способов переработки с.-х. продукции.

Ключевые слова: борошно, крупорушка, отжим, прес-екструдер, подрібнення, кутеры, емульгатор, решетка, фильтр, суспензии.

УДК 631. 173

Студент гр. БМ 122ск факультету механізації: Супрун О.М.

Керівник: Махмудов І.І., к.т.н., доц.

ВП НУБіП «Ніжинський агротехнічний інститут»

ФОРМУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ МАЛИХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Ключові слова: парк машин, матеріально-технічна база, виробництва, фермери, малогабаритна техніка, ефективність.

Проблема. Питання ефективності функціонування сільськогосподарського виробництва в аграрних формуваннях будь-яких форм власності, прямо пропорційної пов'язано з проблемою створення якісної та міцної матеріально-технічної бази, забезпечення підприємств необхідною кількістю ресурсів. Без високотехнологічного дотримання строків обробітку ґрунту, внесення встановлених норм мінеральних та органічних добрив, засобів захисту рослин і збирання врожаю неможливо досягнути високих результативних показників. Україна має один з самих високих в світі відсоток родючих сільськогосподарських земель

Дослідження. В результаті реформування відносин власності ситуація в аграрному секторі докорінно змінилась. На засадах приватної власності в галузі створено понад 48 тисяч господарюючих суб'єктів різних форм власності. Кількість господарюючих суб'єктів до цих пір є нестабільною. В галузі продовжуються інтеграційні та дезінтеграційні процеси.

Господарства населення – це домогосподарства, які здійснюють сільськогосподарську діяльність як з метою самозабезпечення продуктами харчування, так і з метою виробництва товарної продукції. До цієї категорії виробників віднесені також фізичні особи – підприємці, які діють у галузі сільського господарства.

Для матеріально-технічного забезпечення в тому числі таких суб'єктів як малі фермерські господарства в Україні існує Науково-виробниче об'єднання «Селта» Національного наукового центру «Інститут механізації і електрифікації сільського господарства»

**Розподіл діючих аграрних підприємств
за розміром сільськогосподарських угідь
(станом на 01.10.13 р.)**

Розміри сільськогосподарських угідь	Кількість підприємств		Площа сільськогосподарських угідь		Середній розмір угідь на одне підприємство, га
	Всього	У відсотках до загальної кількості	Всього, тис. га	У відсотках до загальної кількості	
Підприємства, що мали с.-г. угіддя, тис. га, у тому числі:	51456	88,1	20491,0	100,0	350,9
до 5,0 – 500,0	42619	73,0	2898,2	14,2	68,0
500,1 – 2000,0	5850	10,0	6317,9	30,8	1080,0
2000,1 -10000,0	2923	5,0	10369,5	50,6	3547,6
більше 10000,0	64	0,1	905,4	4,4	14146,9
Підприємства, що не мали сільськогосподарських угідь	6931	11,9	х	х	х

Довідково: Станом на 30.03.13 р. в Україні близько 48 тис. фермерських господарств, вони обробляють понад 4,5 млн. гектарів орної землі. В середньому на кожне фермерське господарство припадає 105-110 гектарів.

Кількість фермерських господарств України

Області	Кількість фермерських господарств по роках, од..							
	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2009	2013
Україна	82	38428	41599	43042	43016	42533	42445	47245
АР Крим	-	1535	1860	1986	2024	2016	2017	2214
Вінницька	-	974	1238	1190	1218	1322	1374	1352
Волинська	1	528	571	590	641	700	754	761
Дніпропетровська	1	3027	3265	3419	3483	3377	3405	3530
Донецька	4	2154	2192	2168	2112	1841	1802	1956
Житомирська	4	501	596	638	645	641	686	691
Закарпатська	-	1454	1420	1377	1417	1389	1447	1449
Запорізька	-	2191	2387	2512	2508	2380	2337	2378
Івано-Франків.	10	632	658	637	586	558	531	536

Київська	2	1222	1415	1502	1538	1477	1479	1487
Кіровоградська	-	2216	2451	2596	2599	2677	2585	2601
Луганська	2	1532	1531	1576	1553	1501	1474	1495
Львівська	36	1164	1190	1180	1178	1143	1194	1201
Миколаївська	-	4260	4373	4504	4533	4517	4445	4502
Одеська	4	4867	5393	5830	6041	6195	6213	6215
Полтавська	1	1393	1477	1531	1525	1520	1527	1543
Рівненська	-	495	535	551	492	491	505	507
Сумська	1	797	814	808	770	709	728	731
Тернопільська	1	696	721	741	650	654	656	664
Харківська	132	1179	1298	1328	1332	1329	1314	1345
Херсонська	-	3013	3080	3100	2922	2737	2529	2541
Хмельницька	-	784	1090	1117	1114	1177	1199	1199
Черкаська	-	713	879	1011	1025	1067	1102	1114
Чернівецька	-	623	633	644	651	656	681	682
Чернігівська	2	475	532	506	459	459	461	463

НААН України яка створює та виготовляє засоби механізації і автоматизації процесів в рослинництві, племінної роботи в тваринництві, тощо. Техніка, яку об'єднання виготовляє дозволяє прискорити продуктивність праці в господарстві.

Техніка та технічні засоби для дрібного фермерства істотно відрізняється від устаткування і машин загальновиробничого призначення, оскільки при її розробці ставиться задача виконання технологічного процесу на обмежених с-г полях. В об'єднанні розроблено і освоєно виробництвом більше 150 найменувань машин, обладнання і приладів. Техніка призначена насамперед для зернових і зернобобових культур, для картоплі, для овочевих культур, для конопель і льону, для багаторічних трав, для кукурудзи і сорго, для цукрових буряків, для тютюну і махорки, та інша техніка загального призначення.

В НВО «Селта» виробляється вирівнювач –подрібнювач ґрунту ВІП-2А, для суцільної обробки ґрунту глибиною до 12 (16) см фрези ФНС-1,5 (1,8) з шириною захвату 1,5 (1,8) м., розпушування ґрунту і знищення бур'янів в міжряддях просапних культур з шириною міжрядь 40; 50; 60; 70 см культиватор фрезерний КФ-6, формування грядок при вирощуванні овочевих культур з краплинним зрошуванням грядкоутворювач ГУТ-1,4, висіву насіння зернових і зернобобових культур і трав випускається сівалка СС-16. Також випускається

повітряно-решітна машина РАСМ-0,15, яка призначена для очищення і сортування невеликих партій насіння різних сільськогосподарських культур. Розроблений трієр для очищення партій насіння від довгих або коротких домішок продуктивністю 120 кг/годину.

Для утримання і вирощування перепелів в сімейних та фермерських господарствах розроблені клітка і кліткова батарея. Для приготування кормів для домашніх тварин і птиці виготовляється різної продуктивності (від 50 до 300 кг/годину) лінія комбікормів.

Висновки. Створені в результаті реформування колективних господарств сільськогосподарські підприємства суттєво відрізняються від своїх попередників та між собою за обсягами землекористування.

Дезінтеграція колективних с.-г. підприємств і створення на їх основі великої гами дрібнотоварних господарюючих значно ускладнила проблему технічного забезпечення виробництва с.-г. продукції, ефективного використання матеріально-технічної бази. Значна частина технічних засобів перейшла у власність населення.

Література

1. Тивоненко І.Г. Первинний облік: стан і вимоги в інженерній службі села// Економіка АПК, 2002.-№10.- С.108-111.
2. Махмудов І.І. Формування ринку технічних засобів в агропромисловому комплексі України//Міжвідомчий науковий збірник ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Глеваха, 2007. Випуск 9 – с.65-70.
3. Махмудов І.І. Рівень забезпеченості фермерських господарств.- Кіровоград:- Науковий збірник, вип. 3.- УААН,- Кіровоградський інститут агропромислового виробництва , - 2006.-141с.

УДК 631.372: 617-07

В.В. Яременко,
доцент, канд. техн. наук.
НУБіПУ

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ КОМБАЙНІВ

Наведено перелік та діапазон вимірювання діагностичних параметрів гідравлічних приводів комбайнів. Розглянуто конструктивні параметри витратомірів та визначено їх технічні характеристики. Представлена оцінка функціональних показників працездатності гідравлічних приводів у цілому та їх складових агрегатів, яка проводиться за результатами визначення значень діагностичних параметрів. На підставі проведених досліджень обґрунтовано діагностичні параметри, які характеризують технічний стан агрегатів гідравлічних приводів комбайнів.

Ключові слова: діагностичні параметри, технічне діагностування, комбайн, конструктивні параметри, трудомісткість

Проблема. Технічне діагностування гідравлічних приводів комбайнів (зернозбиральних, кормозбиральних, бурякозбиральних) пов'язане з виконанням таких функцій: пошук та усунення несправностей; визначення параметрів технічного стану гідроагрегатів; встановлення залишкового ресурсу агрегатів та прогнозування тривалості подальшої їх експлуатації; проведення контрольних та регулювальних операцій. Оцінка цих функціональних показників працездатності гідравлічних приводів у цілому та їх складових агрегатів проводиться за результатами визначення значень діагностичних параметрів. На підставі проведених досліджень [1] обґрунтовано такі діагностичні параметри, які характеризують технічний стан агрегатів гідравлічних приводів комбайнів: об'ємна подача(витрата) робочої рідини в діапазоні від 5 л/хв до 212 л/хв при номінальних значеннях тиску від 1 МПа до 22 МПа; швидкість обертання рульового колеса в діапазоні від 1 об/хв до 100

об/хв; швидкість переміщення робочих органів гідрофікованих механізмів у діапазоні від 1 мм/с до 250 мм/с; тиск робочої рідини в діапазоні від 0 до 40 МПа; вакуум в діапазоні від 0,02 МПа до 0,04 МПа; температура робочої рідини в діапазоні від 10⁰С до 100⁰С; втрати робочої рідини в спраженнях гідроагрегатів у діапазоні від 1 см³/с до 20 см³/с. Для вимірювання вказаних діагностичних параметрів проведено дослідження по розробці та виготовленню відповідних діагностичних засобів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Тривалість простоїв комбайнів на проведення робіт по технічному обслуговуванню та усуненню несправностей досягає 0,5-0,6 годин на кожну годину чистої роботи комбайна [2]. Значна частина тривалості простоїв пов'язана з усуненням несправностей гідравлічних приводів комбайнів. Близько 24% відмов, від загальної кількості відмов по комбайну припадає на гідравлічні приводи [3]. Надійність роботи комбайнів у значній мірі залежить від рівня технічного сервісу [4]. Підвищенню надійності роботи гідравлічних приводів комбайнів сприяє своєчасне виявлення на ранніх стадіях розвитку та усунення несправностей. Це досягається шляхом створення та реалізації системи технічного діагностування гідравлічних приводів.

Мета дослідження. Обґрунтувати засоби діагностування гідравлічних приводів комбайнів, які забезпечили б у 2-3 рази скорочення трудомісткості виконання робіт з пошуку та усуненню несправностей.

Результати досліджень. Сучасні імпортні комбайни обладнані вмонтованими електронними (комп'ютеризованими) засобами діагностування, які забезпечують оператора (комбайнера) інформацією, в основному, про загальний технічний стан гідроприводу, а для локального (поелементного) діагностування використовуються переносні засоби (гідротестери). Більшість комбайнів, які експлуатуються в Україні ("Нива", "Колос", "Дон-1500", "Славутич", "КСКУ-6АС", "РКМ-6", "МКК-6-02", "КС-6Б-02", "Полісся-250", "Марал-125" та інші), не обладнані вмонтованими засобами діагностування, а тому для діагностування їх гідроприводів доцільно використовувати переносні

технічні засоби діагностування. При цьому слід враховувати те, що кожна модель комбайна обладнана декількома гідроприводами (основний, рульового керування, ходової системи), які мають особливості щодо будови та компоновальних схем розміщення гідроагрегатів, а також нормативних значень діагностичних параметрів. З врахуванням таких особливостей гідравлічних приводів комбайнів доцільним є виготовлення двох комплектів засобів: для діагностування гідроагрегатів основного гідроприводу та гідроприводу рульового керування; другий комплект засобів для діагностування гідравлічних приводів ходової системи.

Основними складовими цих комплектів є витратоміри робочої рідини. Для вимірювання витрати робочої рідини при діагностуванні гідроагрегатів основного гідроприводу та рульового керування розроблено витратомір постійного перепаду тиску, схема якого наведена на рис. 1.

Вимірювальним перетворювачем цього витратоміра є втулка 8 з щілиною та плунжер 17, який має осьовий отвір і на зовнішній поверхні фігурну відсічну кромку. При повертанні плунжера, його фігурна відсічна кромка змінює площу щілини, через яку перетікає робоча рідина. Об'ємна витрата робочої рідини через щілину характеризується виразом [5]:

$$Q_0 = \mu \cdot F \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_1 - P_2)}{\rho}}, \quad (1)$$

де Q_0 - об'ємна витрата (подача) робочої рідини через щілину, м³/с; μ - коефіцієнт витрати для даного типу перетворювача; F - площа щілини, через яку перетікає робоча рідина, м²; P_1 - тиск робочої рідини на вході у витратомір, Па; P_2 - тиск робочої рідини на виході з витратоміра, Па; ρ - щільність робочої рідини, кг/м³.

Для гідравлічних приводів основних механізмів та рульового керування комбайнів номінальним значенням тиску робочої рідини при їх функціонуванні прийнято 10 МПа. Тому для розробленого витратоміра різниця значень тисків у

нагнітальній магістралі “Н” та зливній “З” (P_1 - P_2) прийнято постійною в 10 МПа.

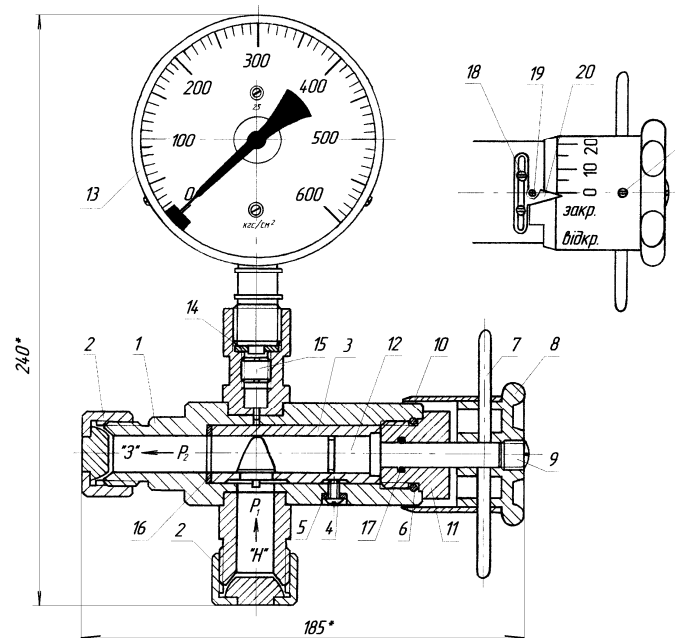


Рис. 1. Витратомір постійного перепаду тиску:

1, 6, 16, 19-прокладки; 2-корпус; 3, 4-шайба і пластина демпфера; 5-манометр;
7-гвинт- демпфер; 8-втулка; 9, 13, 18-гвинт; 10-стрілка; 11-гайка; 12-стержень;
14-рукоятка; 15-лімб; 17-плунжер.

Робочі рідини, які використовуються в гідравлічних приводах комбайнів, мають щільність у діапазоні від 850 кг/м^3 до 905 кг/м^3 і кінематичну в'язкість (при температурі 100°C) від 8 сСт до 11 сСт. Контроль тиску робочої рідини в нагнітальній магістралі (P_1) проводиться манометром 5 класу 2,5 з верхньою межею вимірювання 250 кгс/см^2 . В зливній магістралі тиск (P_2) не контролюється, оскільки забезпечується її вільний злив у бак (тиск у зливній магістралі не повинен перевищувати 0,5 МПа). В'язкість робочої рідини змінюється при зміні її температури, а тому вимірювання витрати слід проводити при значенні температури від 45°C до 55°C . З урахуванням таких вимог розроблена конструкція витратоміра, яка забезпечує вимірювання

витрати робочої рідини в діапазоні від 5 л/хв до 90 л/хв, з відносною похибкою не більше 5 %. На рис. 2 представлено тарувальну характеристику витратоміра постійного перепаду тиску (Q'), яка характеризує залежність витрати робочої рідини від кута повороту плунжера при постійному значенні перепаду тиску ($P_1 - P_2$) – 10 МПа і температурі (45-55⁰С). Повертання плунжера здійснюється за допомогою рукоятки 14, яка жорстко з ним з'єднана стержнем 12. Разом з рукояткою повертається лімб 15, який має шкалу протаровану в л/хв, що відповідає відповідним значенням кута повороту плунжера. Точність вимірювання витрати робочої рідини складає 5 л/хв.



Рис. 2. Тарувальна характеристика витратоміра постійного перепаду тиску.

Для під'єднання витратоміра до об'єктів діагностування розроблено відповідні комутатор потоків робочої рідини та перехідники. Нагнітальна магістраль витратоміра за допомогою трубопроводів з'єднується з нагнітальною магістраллю гідроагрегату, а зливна магістраль витратоміра з'єднується з баком комбайна. Перед під'єднанням витратоміра до гідроагрегату, його рукоятку 14 слід обов'язково повернути в крайнє положення проти стрілки годинника.

Для вимірювання витрати рідини, при прогрітій робочій рідині (45-55⁰С) і регламентованій частоті обертання приводного вала гідроагрегату, рукоятку 14 витратоміра повертають за ходом стрілки годинника до досягнення тиску робочої рідини 10 МПа (100кгс/см²), за показаннями манометра 5 і за шкалою

лімба визначають значення витрати. Крім вимірювання витрати даний прилад використовується для створення потрібного тиску робочої рідини в гідроприводі, при визначенні таких діагностичних параметрів як: тиск спрацювання запобіжних, переливних та інших клапанів; внутрішні та зовнішні втрати робочої рідини. Визначення фактичної витрати робочої рідини даним витратоміром, при значеннях тиску ($P_1 - P_2$) інших ніж 10 МПа (100 кгс/см²), проводиться на підставі розрахунку за формулою:

$$Q_{\phi} = Q_{III} \cdot 0,1 \cdot \sqrt{(P_1' - P_2')} , \quad (2)$$

де Q_{ϕ} - фактичне значення витрати робочої рідини, яка перетікає через витратомір, Q_{III} - значення витрати робочої рідини зафіксоване за шкалою витратоміра, л/хв; P_1' - фактичне значення тиску рідини за показаннями манометра витратоміра, кгс/см²; P_2' - тиск робочої рідини в зливній магістралі витратоміра (допускається не контролювати, якщо він не перевищує 5 кгс/см²).

Враховуючи особливість гідравлічного приводу ходової системи, яка заключається в його роботі з замкнутою циркуляцією робочої рідини, а також потребою у вимірюванні, крім витрат робочої рідини в діапазоні від 5 л/хв до 212 л/хв, високого тиску від 10 МПа до 40 МПа, низького тиску в системі керування та дренажу від 0,2 МПа до 2,0 МПа та вакууму від 0,02 МПа до 0,04 МПа, доцільним є розробка окремого комплексу засобів для його діагностування.

Комплект має складатись з витратоміра, манометрів високого та низького тиску, вакуумметра, перехідників та трубопроводів для під'єднання приладів до гідроагрегатів.

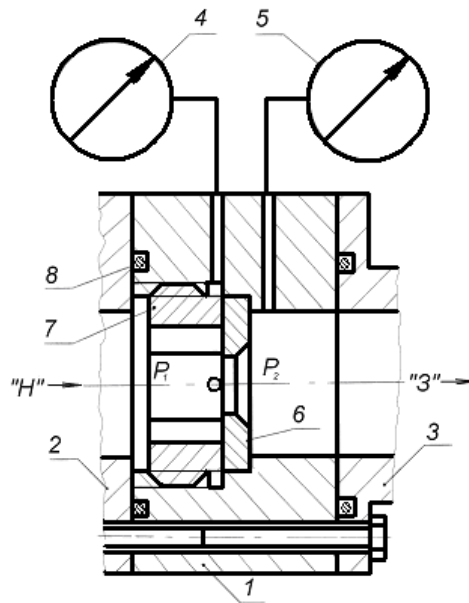


Рис. 3. Витратомір змінного перепаду тиску.

Витратомір може використовуватись змінного перепаду тиску, схема якого представлена на рис. 3. В корпусі 1 за допомогою гайки 7 кріпиться діафрагма з отвором відповідного діаметра. Тиск в нагнітальній магістралі P_1 вимірюється манометром 4, а тиск у зливній магістралі P_2 вимірюється манометром 5. Під'єднується витратомір до насоса 2 за допомогою подовжених болтів разом з трубопроводом високого тиску 3, який попередньо від'єднується від насоса 2. Для витратомірів змінного перепаду тиску характерним є те, що площа отвору діафрагми є постійною, а показником витрати робочої рідини, яка перетікає через отвір діафрагми, є значення перепаду тиску робочої рідини ($P_1 - P_2$). В результаті проведених досліджень обґрунтовано конструктивні параметри витратоміра, виготовлено та проведено його тарування.

На рис. 4 представлено тарувальну характеристику (ΔP) витратоміра змінного перепаду тиску, яка характеризує залежність перепаду тиску ΔP ($P_1 - P_2$) від кількості робочої рідини Q'' , яка перетікає через отвір діафрагми (діаметр отвору 5,5 мм, температура робочої рідини від 45°C до 55°C , в'язкість робочої рідини від 8 сСт до 11 сСт при температурі 100°C).

За результатами експериментальних досліджень розроблених конструкцій витратомірів встановлено значення коефіцієнтів витрати (μ): для витратоміра постійного перепаду тиску $\mu_{\text{п}}=0,52$; для витратоміра змінного перепаду тиску $\mu_{\text{з}}=0,66$.

Вимірювання таких діагностичних параметрів, як: частота обертання рульового колеса, швидкість переміщення робочих органів гідрофікованих механізмів, температура робочої рідини, втрати, тиск та вакуум проводиться стандартизованими засобами при відповідних технологічних режимах.

Послідовність виконання операцій та режими діагностування гідравлічних приводів конкретних комбайнів представлено у відповідних технологіях.

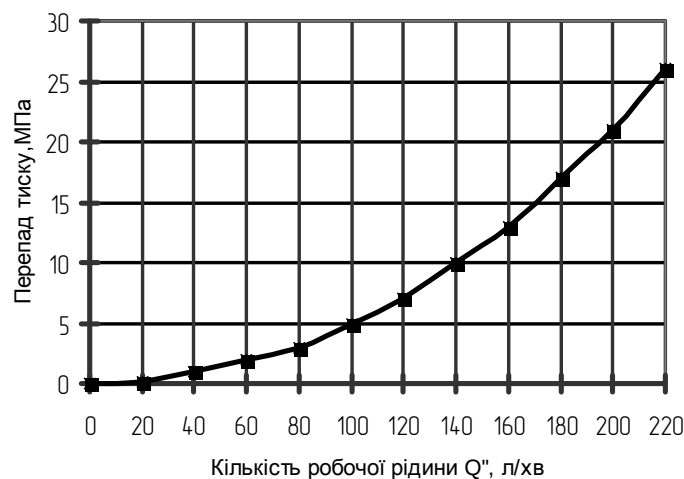


Рис. 4. Тарувальна характеристика витратоміра змінного перепаду тиску.

Висновки.

1. Для діагностування основного гідроприводу та гідравлічного приводу рульового керування комбайнів доцільно використовувати комплект засобів, основним елементом якого є витратомір постійного перепаду тиску з такими технічними параметрами: діапазон вимірювання витрати робочої рідини від 5 л/хв до 90 л/хв; відносна похибка вимірювання витрати становить 5%;

вимірювання тиску робочої рідини проводиться в діапазоні від 0 до 25 МПа; точність вимірювання витрати робочої рідини 5 л/хв.

2. Комплект засобів для діагностування гідроприводів ходових систем сформовано на базі витратоміра змінного перепаду тиску має такі характеристики: діапазон вимірювання витрати робочої рідини від 5 л/хв до 212 л/хв; відносна похибка вимірювання витрати становить 3%; вимірювання тиску робочої рідини проводиться в діапазоні від 0,2 МПа до 40 МПа; точність вимірювання витрати робочої рідини 5 л/хв, діапазон вимірювання вакууму від 0,02 МПа до 0,04 МПа.

3. Використання розроблених діагностичних засобів дозволяє в 2-3 рази скоротити трудомісткість виконання робіт з пошуку та усуненню несправностей гідравлічних приводів комбайнів.

Бібліографія:

1. Булгаков В.М., Яременко В.М., Яременко В.В. Діагностування гідравлічних приводів-важливий напрямок у підвищенні технічної готовності комбайнів та скороченні затрат на техсервіс. Сборник научных трудов Керченского морского технологического института. Механизация производственных процессов рыбного хозяйства промышленных и аграрных предприятий. 2003, -Вып. 5.- С.147-156.

2. Комплексна механізація виробництва зерна / І.М. Каплін, М.П. Романенко, М.Н. Нагорний, О.П. Бабики. За ред. І.М. Капліна, - К.: Урожай, 1985. – 160 с.

3. Храмцов Л.Д., Гараєв П.И., Карпенко В.Д. Оценка надежности комбайнов «Дон-1500» в эксплуатационных условиях. Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1991,- № 2.- С. 44-46.

4. Варнаков В.В., Денсаткин М.Е., Шленкин К.В. Надежность комбайнов “Дон-1500”, находящихся в лизинге, при различном качестве их технического сервиса. Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1997, № 9, С. 21-25.

5. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. - 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. 1989. – 701с.

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ КОМБАЙНОВ**

РЕЗЮМЕ. Приведен перечень и диапазон измерений диагностических параметров гидравлических приводов комбайнов. Рассмотрено конструктивные параметры расходомеров и определены их технические характеристики. Представлена оценка функциональных показателей работоспособности гидравлических приводов в целом и их составляющих агрегатов, которая проводится по результатам определения диагностических параметров. На основе проведенных исследований обоснованы диагностические параметры, которые характеризуют техническое состояние агрегатов гидравлических приводов комбайнов.

Ключевые слова: диагностические параметры, техническая диагностика, комбайн, конструктивные параметры, трудоёмкость

**SUBSTANTIATION OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF
DIAGNOSTICS TOOLS OF HYDRAULIC DRIVES OF COMBINES**

The RESUME. The enumeration and a range of measurements of diagnostic parametres of hydraulic drives of combines is reduced. It is considered design data of flowmeters and their technical characteristics are defined. The estimation indicators of working capacity of hydraulic drives in whole and their making units which is spent by results of definition diagnostic is presented. On the basis of the spent researches diagnostic parametres which characterise an engineering condition of units of hydraulic drives of combines are justified.

Key words: diagnostic parametres, engineering diagnostics, a combine, design data, labour input

УДК 631.372:617-07

*В.В.Яременко, А.Г. Куценко,
О.М. Черниш, М.М. Бондар-
доценти, НУБіП*

ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ

Проблема. Оптимальна тривалість збирання зернових культур, при якій втрати зерна колосових культур не повинні перевищувати 2,5% від вирощеного врожаю, складає 7-10 днів. Збільшення тривалості збирання може призвести до значних втрат, які досягають 20–30% від вирощеного врожаю. Роботи по заготівлі кормів та збиранню коренеплодів мають проводитись в оптимальні строки, щоб не допустити погіршення якості зібраної продукції та втрат. Однією з причин збільшення тривалості збиральних робіт є недостатньо висока надійність комбайнів, що призводить до їх простоїв по причині усунення несправностей. Тривалість простоїв комбайнів на проведення робіт по технічному обслуговуванню та усуненню несправностей досягає 0,5-0,6 годин на кожну годину чистої роботи комбайна. Значна частина тривалості простоїв пов'язана з усуненням несправностей гідравлічних приводів комбайнів. Близько 24% відказів, від загальної кількості відказів по комбайну, припадає на гідравлічні приводи. Надійність роботи комбайнів в значній мірі залежить від рівня технічного сервісу. Підвищенню надійності роботи гідравлічних приводів комбайнів, а відповідно скороченню затрат на технічне обслуговування, сприяє своєчасне виявлення на ранніх стадіях розвитку та усунення несправностей [1,2].

Діагностування слід проводити для конкретних типів гідравлічних приводів за видами:

- експрес-діагностування проводити за обмеженою кількістю діагностичних параметрів для визначення загального технічного стану гідравлічного привода;
- періодичне діагностування проводити через встановлені, для даного типу техніки інтервали часу (ТО2, ТО3, сезонне ТО), або за потребою для

визначення технічного стану складових частин, залишкового ресурсу та потреби в ремонті об'єктів діагностування.

Експрес-діагностування. Встановити об'єкт діагностування на рівному майданчику з твердим покриттям. На (n_{cp}) рульове колесо повернути в крайню позицію і, притримуючи його, нагріти робочу рідину. Виконати шість поворотів керованих коліс з однієї крайньої позиції в іншу на ($n_{ном}$) та заміряти зусилля (силу) яке прикладається до рульового колеса для його повертання.

Зусилля для повертання рульового колеса не повинно перевищувати 30 Н при працюючому насосі живлення і 600 Н – при непрацюючому насосі живлення. Частота обертання рульового колеса має забезпечуватись гідравлічним приводом від 1 с^{-1} (60 об/хв) до $1,6 \text{ с}^{-1}$ (100 об/хв) на частоті обертання колінчастого вала двигуна не більше 60 % номінального значення.

Гідравлічний привод рульового керування:

Заміряти люфт рульового колеса, встановивши керовані колеса в позицію, що відповідає прямолінійному переміщенню об'єкта, який не повинен перевищувати 15 градусів. Для гідравлічних приводів з насосами-дозаторами, визначити частоту обертання рульового колеса (швидкість сковзання) при крайній позиції керованих коліс, яка не повинна перевищувати $0,05 \text{ с}^{-1}$ (3 об/хв). Повертання керованих коліс з однієї крайньої позиції в іншу, при працюючому насосі живлення, має відбуватись не більше ніж за шість обертів рульового колеса.

Періодичне діагностування

Визначення технічного стану насоса. Приєднати діагностичні засоби до об'єкта діагностування за схемою наведеною на рис 1. Комутатор включити в позицію, при якій перекривається подача робочої рідини до рульових механізмів та насос-дозаторів, а весь потік спрямовується через діагностичний засіб до витратоміра. Встановити ($n_{ном}$) та ($P_{ном}$), заміряти подачу робочої рідини насосом і співставити її значення з нормативними.

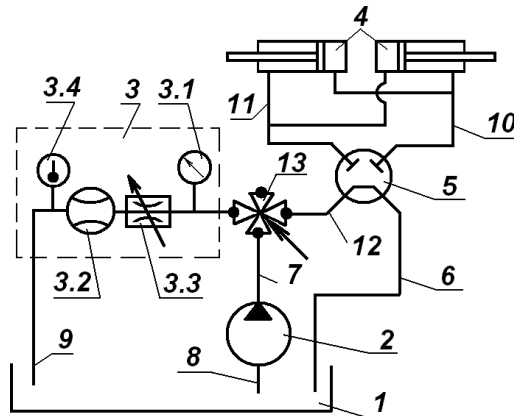


Рис 1. Схема під'єднання засобів діагностування до гідравлічного привода рульового керування комбайнів:

1 – гідробак; 2 – гідронасос; 3 – діагностичний засіб (3.1 – манометр; 3.2 – дросель; 3.3 – витратомір; 3.4 – термометр); 4 – гідроциліндри; 5 – насос-дозатор; 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 – гідропроводи; 13 – комутатор потоків.

Визначення технічного стану рульових механізмів та насос-дозаторів.

Комутатор (рис. 1) включити в позицію при якій робоча рідина подається до рульових механізмів та насос-дозаторів і діагностичних засобів. Встановити ($p_{ном}$), повернути рульове колесо в крайню позицію і утримувати його в такій позиції на час випробування, створити ($P_{ном}$) і заміряти витрату робочої рідини. Різниця значень подачі робочої рідини насосом та заміряної витрати характеризує втрати робочої рідини в рульовому механізмі або насос-дозаторі.

Визначення тиску спрацювання запобіжного клапана. Комутатор (рис. 1) включити в позицію при якій робоча рідина паралельно подається до рульових механізмів та насос-дозаторів і діагностичних засобів. Встановити ($p_{сп}$), повернути рульове колесо в крайнє положення і утримувати його в такій позиції на час випробування. Дроселем перекрити злив робочої рідини через діагностичний засіб в бак і заміряти тиск робочої рідини в нагнітальному гідроканалі. Максимальне значення тиску робочої рідини зафіксоване при випробуванні, характеризує тиск спрацювання запобіжного клапана. Співставити заміряне значення тиску спрацювання запобіжного клапана з

нормативними значеннями.

Експрес-діагностування. Нагріти робочу рідину і перевірити функціонування всіх споживачів гідравлічної енергії. Включання та виключання має відбуватися чітко, а спарені виконавчі елементи (гідроциліндри) повинні працювати синхронно. Переміщення вихідних ланок (штоків, плунжерів) виконавчих механізмів має відбуватись плавно, без ривків, заїдань та вібрації.

Основний гідравлічний привод:

Для визначення загального технічного стану основного гідравлічного привода комбайна необхідно виконати п'ять повних підйомів та опускань найбільш енергоємних пристроїв (жниварки, копачів та інших складових комбайна). Заміряти тривалість виконання цих операцій. Якщо тривалість підймання перевищує 5 с, а опускання менше 2 с, то потрібно провести діагностування для визначення технічного стану складових частин основного гідравлічного привода комбайна. Транспортну усадку штоків (плунжерів) гідроциліндрів вказаних пристроїв визначити за алгоритмом наведеним раніше. Якщо значення транспортної усадки штоків гідроциліндрів більше 50 мм за 180 с (3 хв) то потрібно визначити технічний стан складових частин основного гідравлічного привода.

Періодичне діагностування

Визначення технічного стану насоса. Діагностичні засоби до об'єкта діагностування приєднати за схемою наведеною на рис 2. Комутатор включити в позицію, при якій перекривається подача робочої рідини від насоса до розподільників, а весь потік направляється до діагностичного засобу та витратоміра.

Встановити ($n_{ном}$) та ($P_{ном}$), заміряти витратоміром подачу робочої рідини насосом, співставити її з нормативними значеннями.

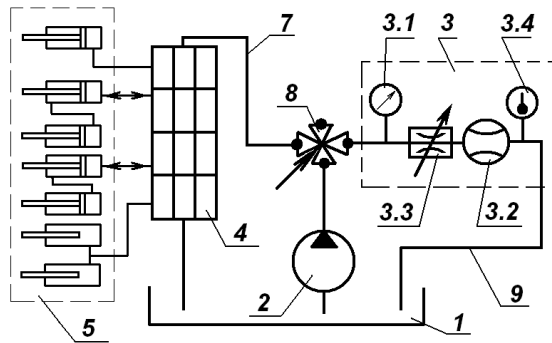


Рис.2. Схема під'єднання засобів діагностування до основного гідравлічного привода комбайнів для визначення технічного стану його складових частин:
1 – гідробак; 2 – гідронасос; 3 – діагностичний засіб (3.1 – манометр; 3.2 – дросель; 3.3 – витратомір; 3.4 – термометр); 4 – гідророзподільник; 5 – гідроциліндри; 6,7,9, – гідропроводи; 8 – комутатор потоків.

Визначення технічного стану розподільників. Комутатор (рис. 2) включити в позицію, при якій робоча рідина від насоса подається паралельно до розподільника і діагностичного засобу. Включити один із золотників розподільника в робочу позицію і утримувати його в такій позиції на час випробування. Встановити ($n_{ном}$) та ($P_{ном}$), заміряти витратоміром подачу робочої рідини. Різниця значень подачі робочої рідини насосом і замірним значенням витрати характеризує загальні втрати робочої рідини в розподільниках та інших складових частинах основного гідравлічного привода комбайна. Співставити замірні значення втрат робочої рідини з нормативними значеннями.

Для визначення тиску спрацювання запобіжного клапана комутатор (рис. 2) включити в позицію, при якій робоча рідина може надходити паралельно до розподільника (запобіжного клапана) і діагностичного засобу. Включити один із золотників розподільника в робочу позицію і утримувати його в такій позиції на час випробування, на ($n_{ср}$) дроселем перекрити злив робочої рідини через діагностичний засіб в бак і заміряти тиск робочої рідини. Максимальне значення тиску робочої рідини зафіксоване при випробуванні, характеризує тиск спрацювання запобіжного клапана.

Гідравлічний привод ходової системи:

Експрес діагностування. Комбайн встановити на рівному майданчику з твердим покриттям. Встановити ($p_{ср}$) і прогріти робочу рідину. Важіль керування коробкою зміни діапазонів встановити в позицію “Нейтральне”. Від’єднати механізм керування гідравлічним приводом від розподільника аксіально-поршневого насоса. Встановити ($p_{ном}$), важіль керування розподільником гідравлічного приводу ходової системи, по чергово встановити в робочі позиції, що відповідають рухові комбайна “Вперед” і “Назад” та заміряти час (тривалість), протягом якого важіль повертається з робочих позицій в “Нейтральне”. Під’єднати важіль керування розподільником і на ($p_{ном}$) перевірити функціонування механізму керування гідравлічним приводом. Важіль має плавно переміщуватись в усьому діапазоні і надійно фіксуватися фрикційним механізмом. Зусилля на переміщення важеля має знаходитись в діапазоні від 20 Н до 30 Н. По чергово, важелем керування коробкою зміни діапазонів, включати передачі, а важелем керування гідравлічним приводом на ($p_{ср}$) задавати комбайну відповідний напрямок руху. Напрямок руху, інтенсивність підвищення (набирання) швидкості комбайна має відповідати технічним вимогам на комбайн. Якщо включена будь-яка передача, а важіль керування встановлений в позицію “Нейтральне”, комбайн не повинен рухатись. Під час випробувань потрібно спостерігати за показаннями вакуумметра. Результати випробувань співставити з нормативними значеннями.

Періодичне діагностування

Визначення тиску робочої рідини та вакууму в системі керування (підживлення). Під’єднати діагностичні засоби до об’єкту діагностування за схемою наведеною на рисунку 3. Важіль керування коробкою зміни діапазонів включити в позицію “Нейтральне”. Встановити ($p_{ном}$), важіль керування розподільником гідравлічного привода ходової системи, по чергово встановити в робочі позиції, що відповідають рухові комбайна “Вперед” і “Назад”, зафіксувати значення тиску та вакууму за показаннями відповідних приладів і

співставити їх з нормативними значеннями.

Визначення технічного стану запобіжних клапанів високого тиску.
Важелем керування коробкою зміни діапазонів включити одну з передач. Гальмівною системою зафіксувати комбайн від переміщення. Встановити ($p_{\text{ср}}$), важіль керування гідравлічного привода ходової системи, по чергово встановити в робочі позиції, що відповідають рухові комбайна “Вперед” і “Назад”, зафіксувати значення тиску робочої рідини в системі керування та гідролініях високого тиску. Якщо заміряні значення відповідають номінальним або допустимим значенням то клапани і система високого тиску справні, а якщо не відповідають то потрібно перевірити технічний стан складових частин гідравлічного привода: запобіжних клапанів високого тиску; шунтувального золотника та переливного клапана гідромотора; запірних клапанів; аксіально-поршневих насоса та гідромотора.

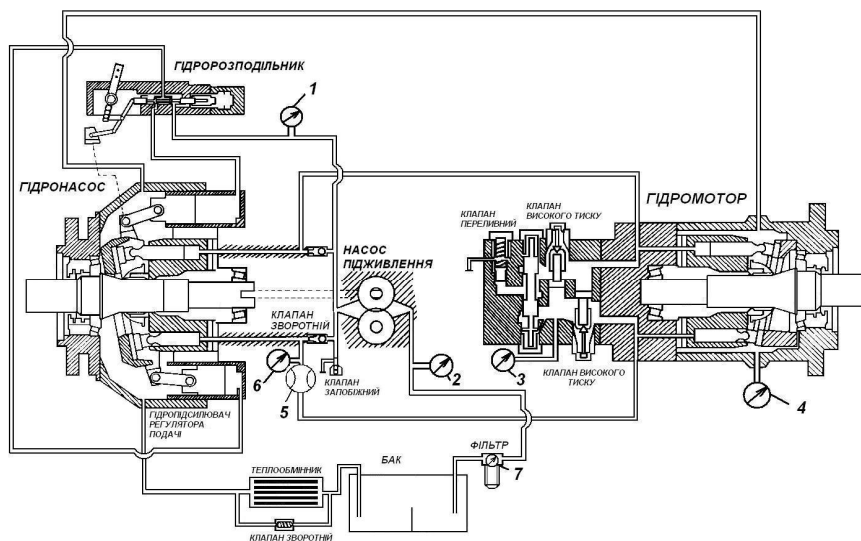


Рис. 3. Схема під'єднання засобів діагностування до гідравлічного привода ходової системи комбайна для визначення технічного стану його складових частин:

1 – манометр для вимірювання тиску в системі керування; 2 – вакуумметр для контролю вакууму у всмоктувальній магістралі; 3 – манометр для вимірювання високого тиску; 4 – манометр для вимірювання тиску в дренажній системі; 5 – витратомір; 6 – манометр витратоміра; 7 – штатний вакуумметр.

Визначення технічного стану запобіжних клапанів високого тиску. Важелем керування коробкою зміни діапазонів включити одну з передач. Гальмівною системою зафіксувати комбайн від переміщення. Встановити (p_{cp}), важіль керування гідравлічного привода ходової системи, по чергово встановити в робочі позиції, що відповідають рухові комбайна “Вперед” і “Назад”, зафіксувати значення тиску робочої рідини в системі керування та гідролініях високого тиску. Співставити результати випробувань з нормативними значеннями. Якщо заміряні значення відповідають номінальним або допустимим значенням то клапани і система високого тиску справні, а якщо не відповідають то потрібно перевірити технічний стан складових частин гідравлічного привода: запобіжних клапанів високого тиску; шунтувального золотника та переливного клапана гідромотора; запірних клапанів; аксіально-поршневих насоса та гідромотора.

Визначення технічного стану аксіально-поршневих насоса та гідромотора. Важіль керування коробкою зміни діапазонів включити в позицію “Нейтральне”. Встановити ($p_{ном}$), важіль керування гідравлічного привода ходової системи перемістити в крайню позицію, що відповідає переміщенню комбайна “Вперед”, витратоміром заміряти подачу робочої рідини аксіально-поршневим насосом при ($P_{ном} = 250 \text{ кгс/см}^2$). Співставити заміряну подачу з нормативним значенням для даного типу гідравлічного привода. Якщо значення подачі відповідає номінальному або допустимому значенню то насос справний і може працювати до наступного діагностування, а якщо відповідає граничним то насос потребує ремонту.

Якщо за результатами діагностування встановлено, що аксіально-поршневий насос і елементи системи керування та клапани високого тиску справні, а гідравлічний привод в цілому працює незадовільно то потрібно замінити несправний аксіально-поршневий гідромотор.

Висновки. 1. Комплексне застосування взаємоузгоджених правил, методів та засобів в сукупності з оператором та об’єктом забезпечує майже в два-три рази

зменшення трудомісткості і вартості діагностування гідроприводів сільськогосподарської техніки.

2. В результаті оперативного пошуку та усунення відмов в гідроприводах на 0,09 підвищується коефіцієнт готовності техніки в період виконання сільськогосподарських робіт.

3. Річний економічний ефект від реалізації системи технічного діагностування гідроприводів може складати в середньому 2,2-2,4 тис.грн. на одиницю складної гідрофікованої сільськогосподарської техніки.

Бібліографія:

1. Семейкин В., Теремиков В., Мельникова И. Качество и комплектность техники, поставляемой АПК // Сельский механизатор 1998. – № 7. – с.23-25; № 8. – С.24-25.
2. Войтюк В.Д., Демко А.А., Демко С.А. Аналіз впливу технічного сервісу на роботоздатність зернозбиральних комбайнів // Пропозиція. – 2004. – № 12. – С.91-94; 2005. – № 1. – С.108.
3. Моралевский А.В., Койда А.Н. Вопросы проектирования систем диагностирования. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. – 112 с. (Б-ка по автоматике: Вып. 648).
4. Основы технической диагностики. В 2-х книгах. Кн. I. Модели объектов, методы и алгоритмы. Под ред. П.П. Пархоменко. М.: Энергия, 1976. – 464 с.
5. Яременко В.В. Обґрунтувати важливості діагностування гідравлічних приводів на шляху до підвищення технічної готовності комбайнів та скорочення затрат на техсервіс // Вісник ХНТУСГ, Вип. 75, том 1, 2008. – С. 375-381.
6. СОУ 29.3-37-438:2006. Техніка сільськогосподарська. Діагностичне забезпечення гідравлічних приводів. Загальні технічні вимоги // М.В. Молодик, В.М. Яременко, В.В. Яременко, – К.: Укргостандартсертифікація, 2006. – 48 с.

7. *Техническая диагностика гидравлических приводов* / Т.В. Алексеева, В.Д. Бабанская, Т.М. Башта и др.; Под общ. ред. Т.М. Башты. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.

8. *Войтюк Д.Г. Технічний сервіс – як засіб розв’язання проблеми надійності сільськогосподарської техніки* // Войтюк Д.Г., Демко А.А., Демко С.А. – Техніка АПК. – 2004, №6-7. – С.37-38.

Диагностика гидравлических приводов

РЕЗЮМЕ. Сформировано и проанализировано методические основы по выбору правил, методов и средств диагностирования гидравлических приводов на этапах создания и реализации системы технического диагностирования. Приведены технико-экономические показатели, которые возможно получить в случае реализации системы технического диагностирования гидроприводов.

Ключевые слова: диагностика, технический сервис, гидропривод, алгоритм.

Diagnostics-gidrodribe

RESUME. It is generated and analysed methodical bases for choice rules, methods and diagnostics tools of hydraulic drives at stages of creation and test system realisation. Technical and economic indicators which probably to receive in case of realisation of the test system of hydrodrives are resulted.

Keywords: diagnostics, technical service, a hydrodrive, algorithm.

УДК 631.171:519.87

**СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР**

Герасименко Роман Денисович, студент 3 курсу агробіологічного факультету

Науковий керівник: к.т.н. Броварець О.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Сучасне сільськогосподарське виробництво вимагає отримання оперативної інформації про наявну врожайність сільськогосподарських культур. Для забезпечення отримання оперативної інформації про урожайність сільськогосподарських культур виникає необхідність проведення використання систем моніторингу урожайності сільськогосподарських культур.

Ключові слова: точне землеробство, моніторингу, урожайність.

Вступна частина.

Досліджувана проблема та її значення. Точне землеробство — впровадження технологій у сільське господарство на основі ґрунтових картографічних одиниць.

У основі наукової концепції точного землеробства лежать уявлення про існування неоднорідностей в межах одного поля. Дана концепція вимагає обов'язково приймати до уваги локальні особливості ґрунту, кліматичні умови. В окремих випадках це може дозволити легше встановити локальні причини хвороб або ущільнень [1, 2].

Технологія точного землеробства дозволяє побудувати роботу на основі інформації, зібраної в полі. Точне землеробство являє собою спосіб активнішого ведення господарства на полях з різними характеристиками [3, 4].

Найбільш поширеним компонентом технологій точного землеробства (ТЗ) можна вважати операції картографування (моніторингу) урожайності сільськогосподарських культур. Саме факт створення спеціалізованого обладнання для реєстрації кількості зібраної сільськогосподарської продукції з кожної елементарної ділянки поля обумовив поширення ідеї місцевизначеного менеджменту. Сьогодні існують технічні засоби картографування врожайності для багатьох культур: від зернових до цитрусових та бавовни (рис. 1.).

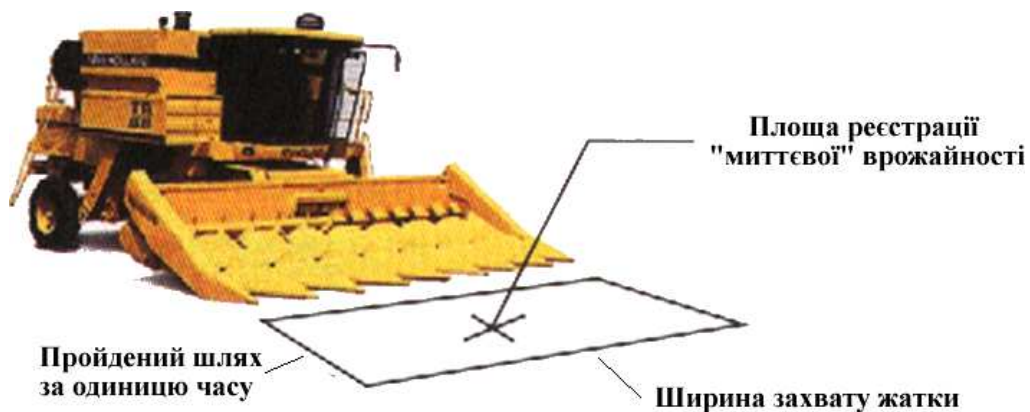


Рис. 1. Принцип роботи системи картографування зернозбирального комбайна.

Сучасні методики та засоби реєстрації властивостей ґрунту. Принцип роботи більшості систем досить простий: врожайність вираховується як відношення потоку матеріалу до добутку швидкості руху і ширини захвату збирального комбайну:

$$Q = \frac{10\lambda}{BV}, \quad (1)$$

де Q - місцевизначена врожайність, т/га;

λ - інтенсивність подачі зерна в бункер, кг/с;

B - ширина захвату жатки, м;

V - швидкість руху комбайна, м/с.

Схему розміщення датчиків та обладнання для моніторингу врожайності показана на рис. 2:

В будь-якому випадку кожен з встановлених датчиків працює з певною похибкою, що в кінцевому результаті суттєво зменшує надійність вимірів в окремих точках поля. Так, при збиранні зернових, похибку слід очікувати під час визначення таких параметрів, як інтенсивність потоку зерна, швидкість руху комбайну, дійсна ширина захвату комбайну, вологість зерна (використовується для компенсації нерівномірного вмісту вологи у зерні) тощо. Додатково існують об'єктивні фактори спотворення картограм врожайності. Серед них слід відмітити: непостійний час руху зерна від жатки до бункеру (враховуючи повторний обмолот), втрати врожаю і похибка датчика координат ГСП при визначенні положення комбайна в полі. Для більшості зернозбиральних комбайнів час проходження зерна від зрізу рослини до вивантаження

в бункер складає 8-12 секунд. При цьому лише 30% зерна досягають датчика потоку матеріалу в зазначений час [5, 6, 7].

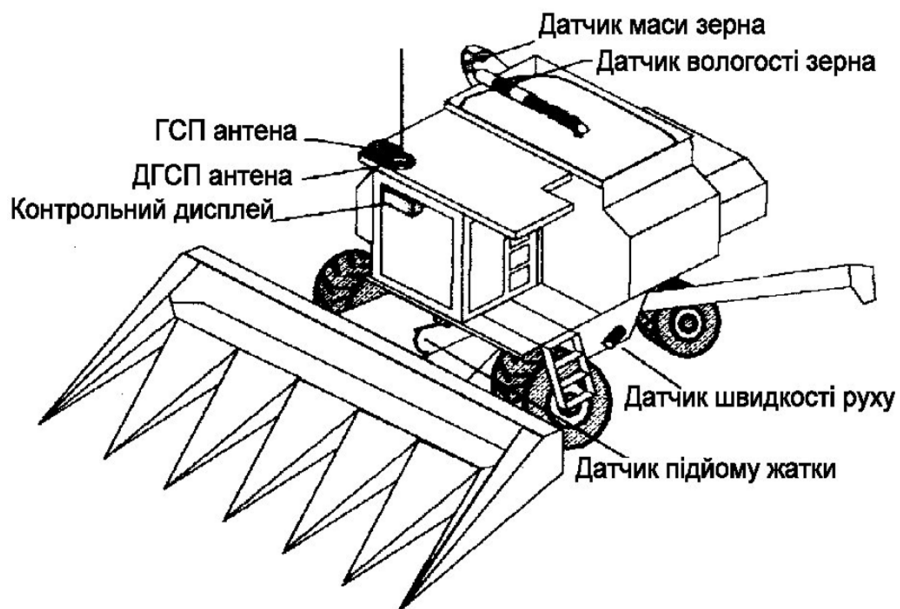


Рис. 2. Мінімальний комплект обладнання для картографування врожайності.

Основна частина.

До комплекту обладнання для визначення координат комбайна в полі та реєстрації місцевизначеної врожайності входять (рис. 3): бортовий і два робочих комп'ютери, приймальна антена ГСП- та ДГСП-сигналу, контрольний дисплей (термінал), принтер, датчик маси зерна і датчик швидкості руху комбайна. Антену встановлюють на кабіні комбайна. Сигнали супутникової ГСП – приймаються антеною і обробляються бортовим комп'ютером комбайна у складі контрольного дисплея і системного блоку. Інформація про місце знаходження комбайна у полі у світових координатах (широта, довгота) виводяться на екран контрольного дисплею, а також записуються на магнітний носій – флеш-карту.

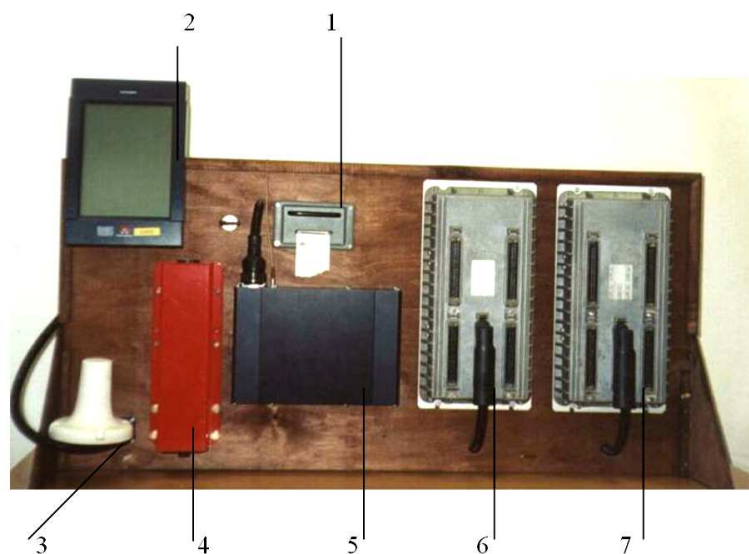


Рис. 3. Обладнання системи картографування урожайності:

**1- принтер; 2- контрольний дисплей (термінал); 3- приймальна антена ГСП;
4- датчик маси зерна; 5- бортовий комп'ютер; 6,7- робочі комп'ютери.**

Для визначення урожайності на елементарних ділянках поля використовується датчик маси зерна, який складається з джерела γ - випромінювання 1 і детектора 2 (рис. 4).

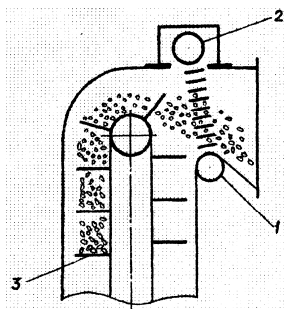


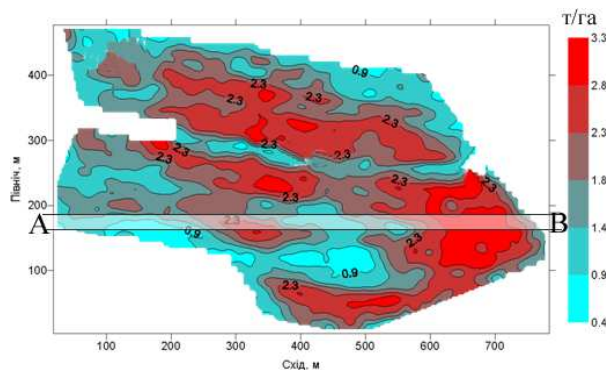
Рис. 4. Схема робочого процесу датчика маси зерна обладнання:

1 – джерело γ -випромінювання; 2-детектор; 3-зерновий елеватор.

Джерелом γ -випромінювання є контейнер з радіоактивним елементом Americium-241. Контейнер має екран, який дає змогу утворювати необхідний потік γ -променів тільки в напрямку детектора. Випромінювання в усіх інших напрямках виключається. Рівень радіаційного випромінювання при застосуванні такого датчика

не шкодить здоров'ю людини. Детектор реєструє потік радіаційного випромінювання, який проходить через горловину зернового елеватора. Визначення маси зерна базується на вимірюванні величини потоку радіоактивного вимірювання з урахуванням того, що ослаблення цього потоку пропорційне масі зерна, яка проходить між джерелом γ - випромінювання і детектором.

На рис. 5 показано один з проходів зернозбирального комбайна (освітлена смуга АВ) на фоні картограми поля з врожайності озимої пшениці.



***Рис. 5. Один з проходів (освітлена смуга АВ) комбайна, що накладений на
картограму врожайності (т/га) поля.***

З рис. 5 видно, що врожайність сільськогосподарської культури по площі поля варіює в широких межах. Навіть по напрямку одного проходу комбайна по полю, врожайність може змінюватись в декілька разів. З рисунку видно, що навіть на одному проході комбайна врожайність змінюється від 9 до 33 ц/га, тобто близько в три рази. Саме в таких випадках важко забезпечити рівномірне (в діапазоні раціональних режимів роботи) завантаження робочих систем комбайна. Значні зміни інтенсивності потоку зернового вороху (особливо пікові навантаження) негативно позначаються на витратах палива, якісних показниках збирання урожаю, зношенні деталей і вузлів машини та надійності зернозбирального комбайна в цілому, а також систем приводу внаслідок істотних силових збурень на робочих органах. Тобто, істотні коливання врожайності сільськогосподарських культур по напрямку руху збиральної машини негативно позначаються на роботі комбайна, якщо при цьому не змінювати відповідним чином кінематичні та технологічні режими функціонування. Нівелювати

подібні явища можливо шляхом застосування систем автоматичного регулювання потоку вороху, що подається на робочі органи.

Ще в 60-х роках минулого сторіччя була запропонована система автоматичного регулювання завантаження молотарки зернозбирального комбайна хлібною масою з метою підвищення якості отриманого врожаю і уникнення пікових завантажень робочих органів, що можуть призвести до забивання пристроїв і зупинки їх роботи. Така система складалась із датчика товщини шару хлібної маси полозкового типу, який встановлювався в похилій камері, а також ряду додаткових елементів. Якщо товщина хлібної маси в похилій камері змінювалась, це призводило до переміщення чутливого елемента датчика, сигнал з якого оброблявся і кінцево шляхом дії на гідроциліндр керування варіатором швидкості руху комбайна змінювалась швидкість комбайнування і, одночасно з цим, інтенсивність подачі хлібної маси до комбайна.

Пізніше були запропоновані різноманітні інші системи автоматичного завантаження робочих органів збиральних машин. Наприклад, було представлено спосіб регулювання режимами функціонування робочих органів і швидкості руху зернозбирального комбайна, який полягає у застосуванні ультразвуку для визначення рівня врожайності зернової культури безпосередньо перед жаткою комбайна. Отримана від датчика інформація обробляється в бортовому комп'ютері в результаті чого видаються команди на зміну швидкості руху зернозбирального комбайна і відповідних регулювань робочих органів.

Недоліком наведених і інших існуючих способів регулювання режимами функціонування робочих органів та швидкості руху збиральної машини є великий час реакції системи регулювання і виконавчих механізмів на зміну інтенсивності завантаження молотарки комбайна (як показують дослідження, на це уходить не менше 6-8 секунд). Це пояснюється тим, що збиральні машини складаються з технологічних вузлів (двигун, молотарка, система очистки тощо) з великими масо-габаритними характеристиками і моментами інерції. Тому, для переходу машини на інший режим роботи необхідний час, неврахування якого призводить до нерівномірної подачі вороху сільськогосподарської культури на молотильні, очищувальні та інші робочі органи комбайна. В деяких випадках подібні системи автоматичного регулювання режимів функціонування робочих органів і швидкості руху комбайна не

покращують, а навіть погіршують рівномірність завантаження силових агрегатів комбайна і саме тому такі системи регулювання не знайшли широкого застосування. Необхідно мати такі системи автоматичного завантаження робочих органів комбайна, які б дозволяли завчасно (за 6-8 і більше секунд) передавати на регулювальні системи комбайна необхідні значення параметрів і режимів функціонування, щоб забезпечити чітке відпрацьовування перехідних процесів які відбуваються в механізмах комбайна.

Одним з шляхів вирішення задачі відпрацьовування необхідних перехідних процесів при роботі збиральної машини є застосування прогностичних картограм врожайності поля на якому відбувається процес збирання в якості картограм-завдання на збирання сільськогосподарської культури.

Картографування прогнозованої врожайності поля може бути виконане за допомогою наступних моделей:

- моделі продуктивності поля, яка забезпечує прогноз врожаю на поточний вегетаційний період із застосуванням інформації про сорт сільськогосподарської культури, норми сівби, баланс вологості та поживних речовин;
- моделі врожаю яка забезпечує прогноз процесів росту і розвитку рослин у відповідності до фактичних агрономічних та метеорологічних умов з урахуванням процесів, що відбуваються у ґрунті, атмосфері і в самі рослині..

Основою для побудови зазначених математичних моделей являються сучасні знання фізіологічних процесів, які впливають на формування врожаю.

В межах досліджень, що представлені, в навчально-дослідному господарстві "Великоснітинський" НУБіП України на полі № 1 (яра пшениця, сорт – Стависька) були проведені дослідження з реєстрації місцевизначеної врожайності пшениці на стадіях молочної та повної стиглості. Результати досліджень показали, що картограма врожайності пшениці на стадії молочної стадії стиглості (рис. 6) може служити прогностичним завданням для зернозбирального комбайна на виконання операції збирання зернових на даному конкретному полі. На підставі цього був розроблений і сформульований прогностичний спосіб управління механізованим процесом збирання зернових.

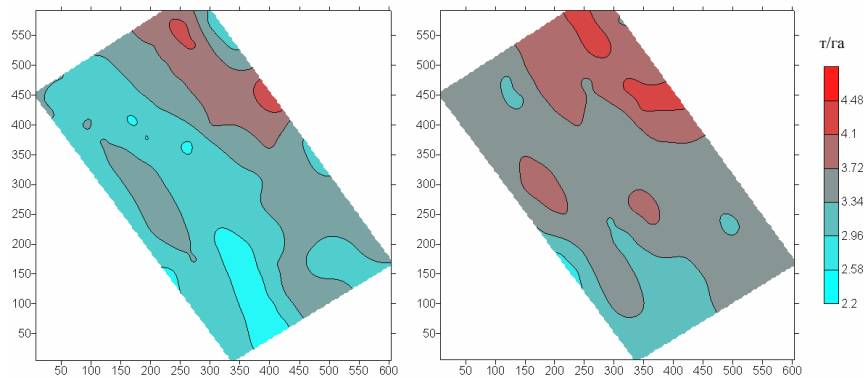


Рис. 6. Картограми врожайності зернових на стадії молочної (зліва) та повної стиглості.

Суть запропонованого прогностичного способу регулювання режимами функціонування робочих органів збиральної машини пояснюється схемою (рис. 7) системи контролю і регулювання технологічними режимами роботи комбайна.

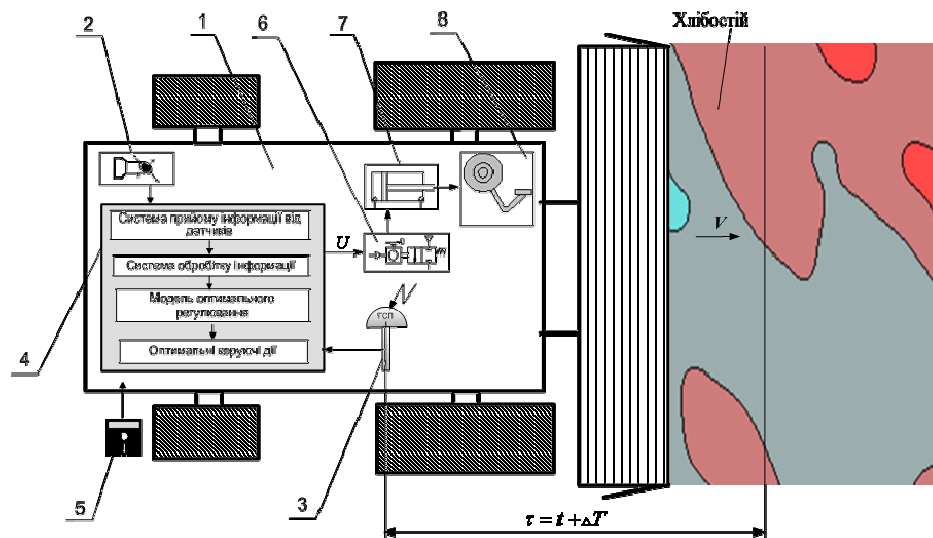


Рис. 7. Блок-схема системи прогностичного способу регулювання режимами функціонування комбайна.

На борту машини є обладнання супутникової глобальної системи позиціонування (ГСП), бортовий комп'ютер, в який перед збиранням завантажується електронна картограма-завдання на збирання, яка отримана на підставі обробітку даних з моніторингу процесів формування врожайності сільськогосподарської культури на

даному полі, і це дозволяє керувати параметрами і режимами функціонування робочих органів зернозбирального комбайна шляхом вироблення бортовим комп'ютером сигналу оптимальних керуючих дій з випередженням ΔT (6-8 секунд) і передачею цих сигналів на систему регулювання технологічними режимами роботи комбайна.

В процесі роботи комбайна 1 за допомогою системи датчиків 2 визначаються в реальному часі такі параметри і режими роботи комбайна як частота обертання молотильного барабану, кінематичні параметри функціонування системи очищення тощо, а також швидкість V руху машини. За допомогою глобальної системи позиціонування 3 обчислюються координати, в яких знаходиться комбайн в даний момент часу, а бортовий комп'ютер 4 розраховує координати точки поля, в якій збиральна машина буде через проміжок часу, що дорівнює ΔT . Для цих координат з електронної картограми-завдання 5 зчитуються дані про рівень і стан врожайності сільськогосподарської культури, далі проводиться (на підставі моделі оптимального регулювання) обробка комплексу навігаційної та телеметричної інформації про стан функціонування комбайну і випрацьовується сигнал оптимальної керуючої дії U , який передається на розподільник 6 (гідравлічного, пневматичного, електричного тощо типу). За допомогою виконавчого механізму 7 відбувається зміна режимів роботи об'єкту автоматичного керування 8 (наприклад, варіатора швидкості руху). Враховуючи те, що керування режимами роботи комбайна виконується з випередженням ΔT досягається рівномірне завантаження комбайна хлібною масою, а значить і підвищення надійності виконання технологічного процесу.

Висновки.

Аналіз існуючих способів та технічних засобів для збору місцевизначених параметрів про стан сільськогосподарського поля, з точки зору ефективності їх застосування в інформаційному землеробстві, показує, що їх основними недоліками є великий проміжок часу на обробку та отримання даних, низька продуктивність проведення спостережень, зокрема при використанні контактних способів збору місцевизначених параметрів. Вадами також є високі затрати фізичної енергії і довгий період проведення постпроцесів, що приводить до старіння інформації та невідповідності її до реального стану поля.

Таким чином, для використання в СТЗ пріоритет має прогностичний спосіб регулювання режимами функціонування комбайна. Запропонована блок схема та реалізовано прогностичний спосіб регулювання режимами функціонування комбайна, що дозволяє оптимізувати та забезпечити оптимальні умови роботи комбайнів.

Список літератури:

1. Аніскевич Л.В. Технології точного землеробства / Л.В. Аніскевич, В.І. Адамчук // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К., 2006. – № 101. – С. 8–27.
2. Місцевизначені технології в системі точного землеробства / В.І. Кравчук, Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, Г.Л. Баранов // Науковий вісник Національного аграрного університету. – Київ, 2000. – № 29. – С. 194–201.
3. Кравчук В. Інтегрована система технологій керованого землеробства / В. Кравчук, С. Любченко, О. Ковтуненко // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. праць. – Дослідницьке, 2009. – Вип. 13 (27). – С. 117–119.
4. Погорілий Л. До практичної реалізації моніторингу ґрунтів у системі точного землеробства / Л. Погорілий, В. Івасюк, О. Соломаха // Техніка АПК. – 2002. – № 10–11(жовтень–листопад) – С. 8–9.
5. Oltean, Gh., Cramariuc, R., Oltean, M.I., Ianosi, M., Turcu C., Pamfi, Gh., Aldea, C. Using Soil Electrical Conductivity Maps in Improving the Potato Crop Technology in Precision Farming. Abstracts of papers and posters, 16th Triennial Conference of the EAPR 2005, July 17-22, Bilbao, BI-1.688-05, Spain, p. 544-556.
6. Pierce F. Aspects of precision Agriculture. Vol. 67/ F. Pierce, P. Nowak // Advances in Agronomy. – San Diego: Academic Press, 1999. – P. 81–85.
7. Кочубей С.М. Спектральные свойства растений как основа методов дистанционной диагностики / С.М. Кочубей, Н.Н. Кобец, Т.М. Шадчина. – К.: Наукова думка, 1990. – 135 с.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Герасименко Роман Денисович, студент 3 курса агробиологического факультета

Научный руководитель: к.т.н. Броварець О.О.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Аннотация. Современное сельскохозяйственное производство требует получения оперативной информации об имеющейся урожайности сельскохозяйственных культур. Для обеспечения получения оперативной информации об урожайности сельскохозяйственных культур возникает необходимость проведения использования систем мониторинга урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: точное земледелие, мониторинга, урожайность.

SISTEMA MONITORING OF PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL CULTURES

Gerasimenco Roman Denis, student of a 3 course of agrobiological faculty

Scientific leader: PhD. Brovarets O.O.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Annotation. Modern agricultural production requires the receipt of operative information about present productivity of agricultural cultures. For providing of receipt of operative information about productivity of agricultural cultures there is the necessity of conducting of the use of the systems of monitoring of productivity of agricultural cultures.

Keywords: exact agriculture, monitoring, productivity.

Роботу виконано за підтримки гранта Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених на 2013 рік (проект GP/F49/109).

УДК 631.171:519.87

**ПРИСТРІЙ ДЛЯ СЕНСОРНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ**

Косяк Антон Сергійович, студент 3 курсу агробіологічного факультету

Науковий керівник: к.т.н. Броварець О.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Пошук ефективних сенсорних систем моніторингу стану сільськогосподарських угідь – пріоритетний напрямок розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва. Найбільшу ефективність моніторингу з використанням таких систем показали сенсорні системи моніторингу електропровідних властивостей ґрунтового середовища.

Ключові слова: точне землеробство, моніторингу, сенсорні системи.

Вступна частина.

Досліджувана проблема та її значення. Огляд сучасних літературних джерел та наукових розробок [1] показує, що останніми роками відбувається процес інтеграції натурального (органічного, або біологічного), біодинамічного, екстенсивного, інтенсивного (промислового) та no-till землеробств з новітніми технологіями, зокрема з системою точного (СТЗ) та системою інформаційного землеробства (СІЗ). При цьому останній напрям є найбільш актуальним та перспективним для умов України.

Важливою задачею точного землеробства є так званий «management units» - територіальних одиниць з подібними параметрами просторової неоднорідності, де повинні використовуватися однотипні технології обробітку сільськогосподарських культур. Неоднорідність ґрунту можна представити як ієрархічну підпорядкованість явищ. Питання про шкалу вимірювання неоднорідності. Звичайно, неоднорідність порівняно просто вираховується, коли порівнюються об'єкти вимірюються кількісно і при цьому використовуються кількісні критерії. Неоднорідність вважають фактором,

відповідальним за біорізноманіття, тому що завдяки їй формується екологічна складова і забезпечується багатогранність організмів ґрунту [2].

Сучасні методики та засоби реєстрації властивостей ґрунту. Очевидно, що для правильної організації управління якістю навколишнього природного середовища абсолютно необхідною умовою є організація системи моніторингу. Для оцінки стану навколишнього середовища важлива об'єктивна оперативна інформація про критичні чинники антропогенної дії, про фактичний стан біосфери і прогнози її майбутнього стану. Існує проблема організації спеціальних систем спостережень, контролю і оцінки стану природного середовища (моніторингу) як в місцях інтенсивної антропогенної дії, так і в глобальному масштабі [3]. Важливе місце на сучасному етапі займає реєстрації електромагнітних характеристик ґрунту. Електромагнітні характеристики ґрунту об'єднують багато властивостей ґрунту, що впливають на врожайності сільськогосподарських культур. До них відносяться вміст ґрунтової вологи, гранулометричний склад ґрунту, ЄКО, засоленість, вміст обмінних катіонів кальцію (Ca) і магнію (Mg) та ін. Електромагнітні характеристики ґрунту не дозволяють безпосередньо виміряти вміст поживних речовин, але показують варіативність важливих характеристик, таких як структура ґрунту і вміст обмінних катіонів. Ця варіативність занадто важлива, щоб її ігнорувати, і повинна враховуватися при відборі проб.

Для картографування ґрунту в господарстві «Дружба-Нова» використовується позашляховик, який оснащено бортовим комп'ютером з технологією паралельного водіння, GPS-приймачем, приладом EC Veris 3100 (рис. 1) та причіпним агрегатом з дисками (з розміщеними в дисках електродами). При проведенні вимірювань, агрегат рухається по полю із зануреними в ґрунт дисками на глибину 2-5 см, одна пара ізольованих електродів вводить електричний струм у ґрунт, інші електроди вимірюють струм, що змінюється в залежності від опору ґрунту[4].

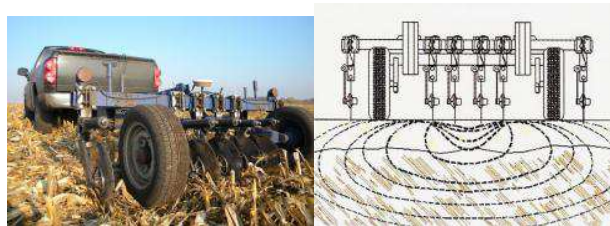


Рис. 1. Пристрій EC Veris 3100.

Причіпний агрегат Veris тягнеться по полю, одна пара ізольованих електродів вводить електрострум в ґрунт, а інша пара вимірює падіння напруги, яка буде відрізнатися - так наприклад, глина проводить струм краще, ніж мул або пісок. Заміри електропровідності поєднуються з даними GPS і наочно відображаються у вигляді карти. Veris 3100 використовує два промені електропровідності для картографування двох глибин ґрунтів (0-30,5 см і 0-91,5 см) одночасно.

Veris 3100 формує два набори карт - карту поверхневого шару (30,5 см) і карту захоплюючу кореневу зону (91,5 см). Карта верхнього шару часто використовується для вибору місць забору проб, а більш глибока карта - для визначення норми внесення добрив (особливо азотних). [5].

Також широкого застосування здобув безконтактний сенсор електропровідності ЕМ-38-МК2 фірми «Geonics» (рис. 2), яка була заснована в 1962 році і виявляється світовим лідером в області проектування, виробництва та обслуговування електромагнітного (ЕМ) й геофізичного обладнання.



Рис. 2. ЕМ-38-МК2 фірми «Geonics».

В 1980 році був створений ЕМ-38-МК2, який забезпечує вимірювання електропровідності у вертикальній(VDP) і горизонтальній(HDP) орієнтації диполів. При максимальній ефективності приладу глибина проникання електромагнітних хвиль коливається від 0,75 до 1,5 м. Він має дві приймальні котушки, які розташовуються від передавача на відстані 1 і 0,5 м., і працюють з частотою 14600 Гц. На приладі розміщена GPS антена, яка передає сигнал на спеціальний ноутбук Allegro CX, який містить програму FarmWorks. ЕМ-38-МК2 можна встановлювати, як стаціонарно, так і закріпивши на автомобіль, для дослідження великих територій. За допомогою цього пристрою, в польових умовах, можна з легкістю визначити: гранулометричний(механічний) склад ґрунту, вміст солей в ґрунті, запас гумусу і вологи.[6].

Дані пристрої надто вартісні та дають значну похибку при вимірюваннях, це створює умови для подальшого дослідження даних систем.

Основна частина.

Функціональна схема і склад обладнання для проведення лабораторно-польових досліджень радарним способом. Функціональна схема обладнання для вимірювання магнітних властивостей ґрунту безконтактним способом представлена на рис. 3.

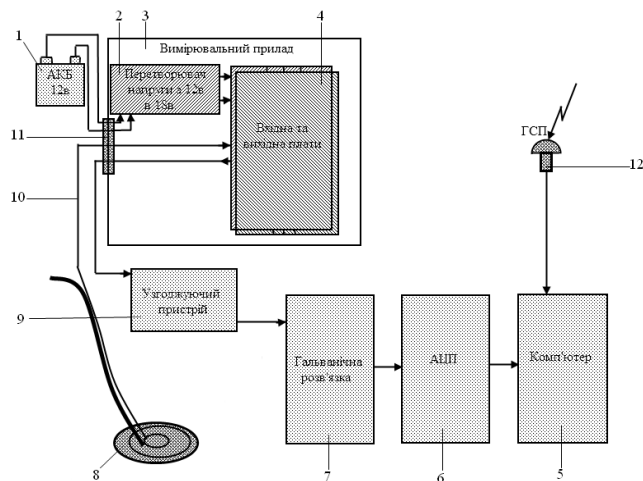


Рис. 3. Схема обладнання для вимірювання магнітних властивостей ґрунту:

1 – акумуляторна батарея; 2 – перетворювач напруги з 12 на 18 В; 3 – вимірювальний прилад; вхідна та вихідна плати; 5 – комп'ютер; 6 – аналого-цифровий перетворювач; 7 - гальванічна розв'язка; 8 – пошукова головка; 9 – узгоджуючий пристрій; 10 - екранований 4-х жильний кабель; 11 – центральне рознімання; 12 – датчик ГСП.

Спосіб базується на опроміненні ділянки поверхні ґрунту електромагнітними хвилями синусоїдальної форми низької частоти 15 кГц.

Сигнал від випромінюючої антени, яка розташована в пошуковій голівці 8, отримує електричний синусоїдальний сигнал 15 кГц по кабелю 10 від генератора, розташованого на вхідній платі, опромінює ґрунт, що слугує середовищем від якого відбивається сигнал і надалі надходить до приймальної антени, яка розташована в пошуковій голівці 8.

З приймальної антени сигнал поступає по кабелю 10 до вхідної плати, де обробляється, регулюється рівень підсилення та передається на узгоджуючий пристрій 9, який служить для узгодження амплітуди сигналу з діапазоном вхідних можливостей гальванічної розв'язки 7. Далі сигнал потрапляє на аналогово-цифровий перетворювач 6, а вже з нього на комунікаційні порти комп'ютера 5.

Комп'ютер, за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення Агролог-2012 проводить синхронний запис сигналів датчика координат місцезнаходження системи в полі і сигналу від датчика-вимірювача аналогового типу на магнітний носій з формуванням файлу даних текстового типу з розподільником "кома" і розширенням *.csv. Масиви даних такого формату надалі можна обробляти за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

Загальний вигляд ручного варіанту лабораторно-польової установки радарного типу представлений на рис. 4.



Рис. 4. Загальний вигляд ручного варіанту лабораторно-польової установки.

Перед проведенням лабораторно-польових досліджень розроблене обладнання проходило стендові випробування у лабораторних умовах. Лабораторні дослідження з реєстрації магнітних властивостей ґрунту проводились в лабораторіях кафедри сільськогосподарських машин і системотехніки НУБіП України.

В лабораторних умовах за допомогою розробленого приладу виконувались вимірювання електромагнітних властивостей ґрунту з проб, які відбирались по лініях проходу експериментальної установки у відповідності до складеної методики. На рис. 5 представлені осцилограми зміни рівня електропровідності по довжині гону.



Рис. 5. Осцилограма рівня ЕМ властивостей ґрунту по довжині гону.

Лабораторні дослідження з реєстрації електропровідності параметрів ґрунту проводились в лабораторіях кафедри сільськогосподарських машин і системотехніки

НУБіП України. На першому етапі досліджувався вплив форми та частоти сигналу, що випромінюється на величину прийнятого сигналу. Дослідження проводились з трьома формами сигналу – синусоїдальної, пилоподібної та прямокутної форм на частотах від 20 Гц до 16 кГц з градацією у 10 Гц в діапазоні 20-200 Гц, у 100 Гц в діапазоні 200-1000 Гц та у 500 Гц в діапазоні 1-16 кГц. Амплітуда вихідного сигналу для всіх варіантів досліду склала 23 В.

Як бачимо, найбільша віддача сигналу спостерігається на частотах 40-60 Гц та 6-9 кГц. Як показали подальші лабораторно-польові дослідження, в польових умовах на частотах близьких до 50 Гц спостерігаються значні наведення, що обумовлені промисловими лініями електромереж. В зв'язку з цим сенсорна система була налагоджена на роботу на частоті 7 кГц з прямокутною формою сигналу.

Результати досліджень представлені на рис. 6.

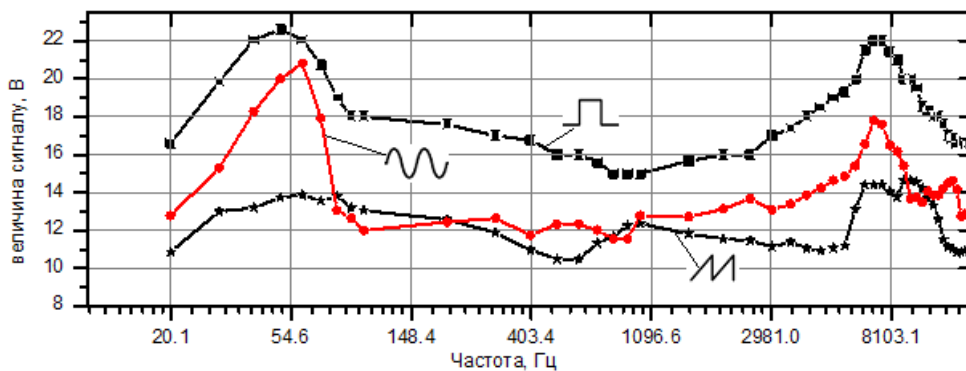


Рис. 6. Вплив синусоїдальної, пилоподібної та прямокутної форми сигналу випромінювання на рівень сигналу на приймальній антені (шкала частоти – логарифмічна).

В подальшому були проведені досліди з перевірки стабільності вихідного сигналу датчика електромагнітних властивостей при різних значеннях вологості ґрунту та щільності контакту датчика з ґрунтом в межах температурного діапазону 10-250С з градацією у 5 градусів. Дослідження проводились з підключенням до реєструючого

приладу датчиків ЕП властивостей, температури та вологості ґрунту. Попередньо були зібрані в об'ємі близько по 10 кг кожний чотири різних за типом зразків ґрунту.

Щільність контакту датчика з ґрунтом змінювалась шляхом завантаження санчат з випромінюючою та приймальною антенами вантажами від 0.5 до 1.5 кг з градацією у 0.5 кг.

Результати перевірки працездатності і надійності формування вихідного сигналу датчика ЕР властивостей ґрунту поверхнево-контактного типу наведені у таблиці 1 та на рис. 7. Частота і амплітуда сигналу на випромінюючій антені для всіх варіантів дослідів склали відповідно 7 кГц та 23 В, форма сигналу - прямокутна.

Таблиця 1 - Величина сигналу на приймальній антені сенсорної системи в залежності від типу ґрунту та його вологості і температури (маса санчат – 3,4 кг).

Тип ґрунту	Відносна вологість, %	Величина сигналу на приймальній антені, В			
		Температура, 0С			
		10	15	20	25
I	18	18.96	18.89	19.23	19.37
	24	19.16	18.96	18.68	18.75
	30	18.96	19.16	18.82	18.68
II	18	20.95	20.88	20.95	21.15
	24	21.15	20.88	20.83	21.29
	30	20.95	20.81	20.81	20.95
III	18	23.08	23.21	23.28	23.21
	24	23.15	23.15	22.87	23.28
	30	22.94	23.17	23.21	22.73
IV	18	17.17	16.9	17.24	17.31
	24	16.96	16.8	17.17	16.76
	30	17.17	16.9	17.17	17.24

Аналіз отриманих даних показує, що показники сенсорної системи відносно величини сигналу на приймальній антені є стабільними незалежно від температури та величини відносної вологості ґрунту і значною мірою змінюються в залежності від типу ґрунту.

Статистична обробка результатів досліджень величини сигналу на приймальній антені сенсорної системи в залежності від типу ґрунту, його вологості і температури, а також навантаження на платформу санчат показали, що при зміні вологості, температури і навантаження на платформу в межах, визначених експериментом, величини сигналу на приймальній антені сенсорної системи змінюється не більше ніж на 5 %.

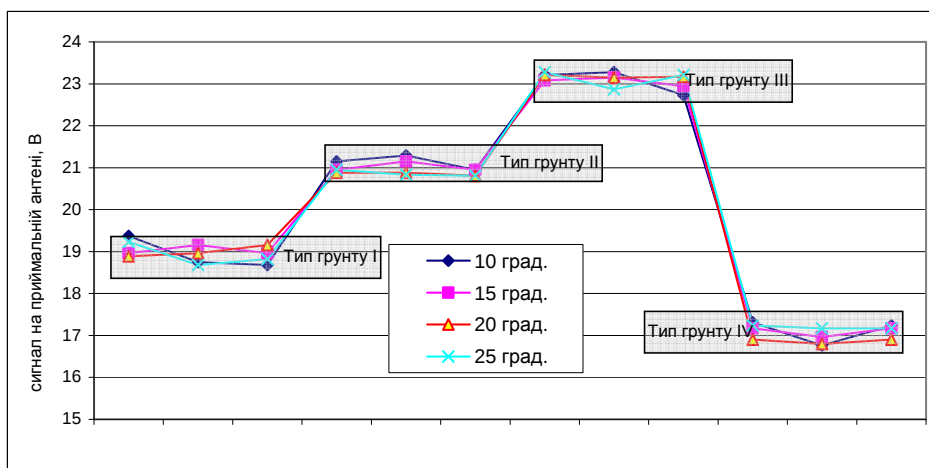


Рис. 7. Вплив типу ґрунту та його відносної вологості і температури на рівень сигналу на приймальній антені (маса санчат – 3.4 кг).

В подальшому ці експериментальні дані співставлялися з даними про рівень вологості ґрунту в кожній точці відбору зразків на лабораторний аналіз.

Лабораторно-польові дослідження проводились на полях учбово-виробничого господарства НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне).

Було обрано експериментальну ділянку площею 10.1 га. Вміст гумусу в поверхневому шарі ґрунту цієї ділянки становить від 3,8% до 4,4%, кислотність рН – 6,3-7,6. Щільність ґрунту в рівноважному стані склала 1,2 г/см³. Польова вологоемкість ґрунту в шарі 0-10 см склала 27,4%. Температура повітря на дату проведення дослідів склала +7,5оС.

При використанні ручного варіанту лабораторно-польової установки досліді проводились при дотриманні наступних умов:

- для зменшення похибок від сторонніх шумів, оператор при собі не повинен мати магнітних або металевих предметів, а також мобільного телефону;
- використовувався візуальний контроль та порівняння рівня сигналу за допомогою вимірювача;
- використовувалися “середні” налаштування рівня підсилювання та дискримінації у приладі.

Для визначення оптимальної відстані між поверхнею ґрунту та пошуковою голівкою були проведені додаткові дослідження - визначення рівня вихідного сигналу на одній ділянці при відстані між пошуковою голівкою та поверхнею ґрунту 5-10-15 см для зменшення впливу нерівностей поверхні поля та грудочок ґрунту, які показали, що при фіксованих налаштуваннях приладу стабільний сигнал досягається на відстані 7-8 см між поверхнею ґрунту та пошуковою голівкою. Саме така величина визначила висоту розташування платформи причіпних санчат і була врахована при їх виготовленні.

Висновок.

Отже, електропровідні властивості ґрунту набувають великого значення у сучасному сільському господарстві. Вони допомагають визначити багато важливих властивостей ґрунту, які впливають на урожайність сільськогосподарських культур. Завдяки створеним картам за допомогою визначення електромагнітних характеристик ґрунтового покриття можна з легкістю визначити проблемні ділянки поля, провести необхідні заходи щодо їх усунення, і цим самим підвищити врожайність сільськогосподарських культур.

Перелік літератури:

1. Hertz A. Chad and John D. Hibbard. "A Preliminary Assessment of the Economics of Variable Rate Technology for Applying Phosphorus and Potassium in Corn Production," Farm Economics iss. 14, Department of Agricultural Economics, University of Illinois, Champaign-Urbana. - 1993. - P. 218-231.
2. В.В. Медведев. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть I. Введение в проблему. Харьков Изд. «Изд 13 типография», 2007, 296 с.
3. Иванов Ю.П., Синяков А.Н., Филатов И.В. Комплексирование информационно-измерительных устройств ЛА. 1984.-207 с.
4. <http://druzhba-nova.com/ru/index.html>.
5. <http://kbo-agro.com.ua>.
6. www.geonics.com.

Роботу виконано за підтримки гранта Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених на 2013 рік (проект GP/F49/109).

**ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СЕНСОРНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ**

Косяк Антон Сергеевич, студент 3 курса агробиологического факультета

Научный руководитель: к.т.н. Броварець О.О.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Аннотация. Поиск эффективных сенсорных систем мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий – приоритетное направление развития современного сельскохозяйственного производства. Наибольшую эффективность мониторинга с использованием таких систем показали сенсорные системы мониторинга электропроводных свойств грунтовой среды.

Ключевые слова: точное земледелие, мониторинга, сенсорные системы.

**PRISTRIY FOR SENSORY MONITORING OF THE STATE OF AGRICULTURAL
LANDS**

Kosik Anton Sergey, student of a 3 course of agrobiological faculty

Scientific leader: PhD. Brovarets O.O.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Annotation. Search of the effective sensory systems of monitoring of the state of agricultural lands – priority direction of development of modern agricultural production. Most efficiency of monitoring with the use of such systems was shown by the sensory systems of monitoring of electropovidnih properties of the ground environment.

Keywords: exact agriculture, monitoring, sensory systems.

Роботу виконано за підтримки гранта Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених на 2013 рік (проект GP/F49/109).

УДК 631.171:519.87

**ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ГРУНТУ**

Сівченко Тарас Михайлович, студент 4 курсу факультету інженерії агробіосистем

Науковий керівник: к.т.н. Броварець О.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Використання опосередкованих характеристик ґрунтового середовища (наприклад електропровідність) дає можливість реально оцінити стан сільськогосподарських угідь. Найбільшу точність серед існуючих систем визначення електропровідних властивостей ґрунту показав поверхнево контактний спосіб визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища.

Ключові слова: точне землеробство, моніторинг, електропровідність.

Вступна частина.

Досліджувана проблема та її значення. Структура ґрунту змінюється в значних межах на багатьох сільськогосподарських полях. Фізичні властивості ґрунту, як наприклад ґрунтова структура, мають прямий ефект на водомісткість, ємність катіонного обміну, урожайність тощо. Поживні речовини, що містяться у ґрунті, використовуються рослиною і їх вміст у ґрунті зменшуються. Загальноприйнятою характеристикою вмісту поживних речовин у ґрунті є вміст азоту, наявність якого у ґрунті значною мірою визначає урожайність. Картографія ґрунтової електричної провідності, широко використовується як ефективний засіб відображення ґрунтової структури і інших ґрунтових властивостей [1].

Швидкий опис мінливості сільськогосподарських угідь - важливий компонент для зональних методів управління. Точне сільське господарство вимагає точних даних про вміст поживних речовин, яких бракує у ґрунті, щоб досягти максимального прибутку при найменших затратах. Очевидно, що датчик ґрунтової електропровідності - корисний інструмент в картографії ґрунтів, щоб ідентифікувати області варіабельності ґрунтових властивостей [2].

Розвиток сільськогосподарського виробництва вимагає оперативного забезпечення певної врожайності на основі контролю наявних поживних речовин у ґрунті та їх вплив на урожайність. Мобільна установка для вимірювання ґрунтових властивостей була розроблена та використана для детальної картографії ґрунтової

електричної провідності. Вимірювання зробили протягом раннього та пізнього сезону, коли рівень ґрунтової вологи близький до вологомісткості поля. Засновані на просторовому аналізі ґрунтових властивостей шляхом вимірювання електропровідності ґрунту, дає можливість розробити рекомендації щодо стратегії керування агробіологічним потенціалом поля. [3].

Основна частина.

Мета та задачі дослідження. Нашою специфічною метою за цим дослідженням є сформувати склад обладнання для моніторингу електропровідних властивостей ґрунту.

Для реалізації цього етапу було розроблено пристрій для реєстрації електропровідних властивостей ґрунтового середовища. Важливим елементом даного пристрою є універсальний узгоджуючий пристрій виготовлено на базі вимірювального приладу DT-890B шляхом додавання до його схемотехніки цифро-аналогового перетворювача (ЦАП). На вхід ЦАП поступає з цифрової шини даних приладу інформація про параметр, що вимірюється, а на виході утворюється уніфікований аналоговий сигнал з розмахом 200 мВ. Такий підхід дозволив значно розширити перелік і діапазон величин, що вимірюються. Зокрема є можливість вимірювати ємність та індуктивність об'єктів з передачею виміряної інформації на комп'ютер.

Усі розроблені компоненти зібрані разом у єдиний вимірювально-реєструючий прилад (рис. 1) розмірами 42х31х12 см.

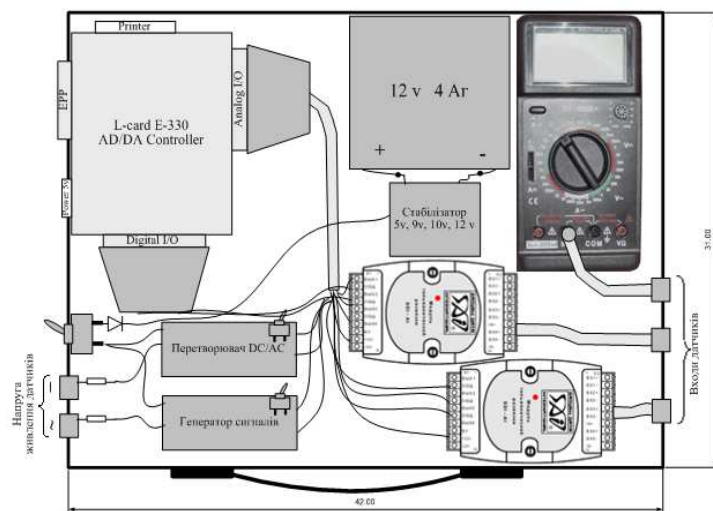


Рис. 1 - Компонувана схема вимірювально-реєструючого приладу.

У якості корпусу обрано армовану алюмінієм валізу з пілозахищеними кабельними розніманнями на боковинах (рис. 2).



Рис. 2 - Загальний вигляд вимірювально-реєструючого приладу.

Первинним джерелом енергії виступають акумуляторні батареї ємністю 4.5 АГод. Загальна вага вимірювально-реєструючого приладу – 6.3 кг. Для вхідних ланок сигналів з малою амплітудою використані екрановані кабелі довжиною 6 м. Рознімання вимірювально-реєструючого приладу мають запобіжні пристрої для аварійного роз'єднання кабелю у разі механічного натягу.

З урахуванням переваг і недоліків існуючих систем моніторингу електропровідних властивостей ґрунту, була запропонована схема контактного, але безруйнівного способу реєстрації електропровідності ґрунту. Спосіб базується на вилученні у ґрунтовий простір електромагнітних хвиль низької частоти в діапазоні 20-20000 Гц. Ґрунт слугує середовищем, через яке сигнал від випромінюючої антени 1 проходить та спотворюється, а надалі надходить до приймальної антени 2. Для формування сигналу вилучення частотою f застосовано генератор сигналів 3, на виході якого генерується сигнал амплітудою 1 вольт.

З приймальної антени 2 сигнал поступає на узгоджуючий пристрій 5, який служить для узгодження амплітуди сигналу з діапазоном вхідних можливостей гальванічної розв'язки 6. На два додаткових входи гальванічної розв'язки надходять сигнали від датчика температури ґрунту D_T та датчика його вологості D_w . Далі

сигнали T , f та W попадають на аналогово-цифровий перетворювач, а вже з нього на комунікаційні порти комп'ютера 7 (рис. 3).

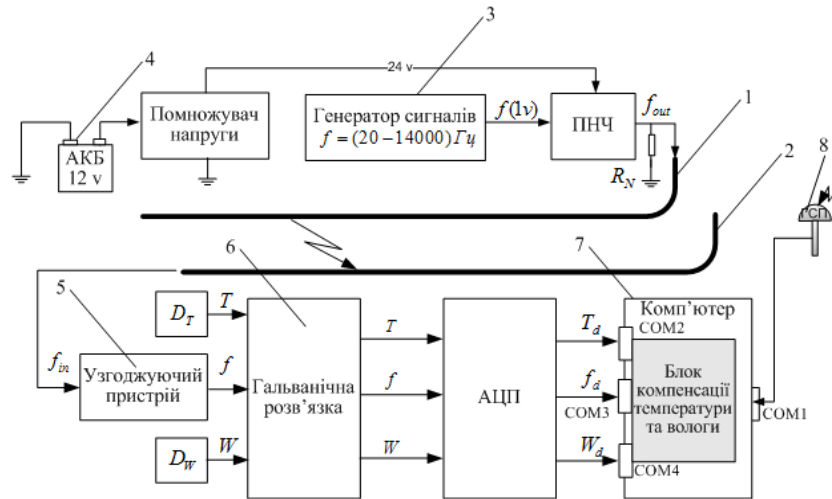


Рис. 3. - Схема обладнання для вимірювання ЕП властивостей ґрунту поверхнево-контактним способом: 1 – випромінююча антена; 2 – приймальна антена; 3 - генератор сигналів; 4 – акумуляторна батарея; 5 - узгоджувач пристрій; 6 - гальванічна розв'язка; 7 – комп'ютер; 8 – датчик ГСП.

На комунікаційний порт COM1 надходять сигнали від датчика координат глобальної системи позиціонування 8, а на порти COM2, COM3 та COM4 – відповідно сигнали T_d , f_d та W_d .



Рис. 4. - Загальний вигляд лабораторно-польової установки в робочому стані.

Полози санчат виготовлені з мідної труби діаметром 18 мм; один полозок слугує випромінювальною антеною, а другий – приймальною. Висота розташування платформи санчат над поверхнею поля обумовлена необхідним рівнем відбитого сигналу при роботі сенсорної системи радарного типу (див. далі). Колія санчат складає 220 мм і обрана меншою ніж колія радіокерованого моторизованого візка – 350 мм. Таке співвідношення колій санчат та самохідного шасі дозволило контактувати випромінювальній та приймальній антенам датчика ЕП властивостей з поверхнею ґрунту, що не ушкоджена протекторами коліс самохідного шасі.

Радіокероване шасі (рис. 5) виготовлене з наборів готових елементів алюмінієвої рами та опорно-ходової частини. Встановлено двигун внутрішнього згоряння об'ємом 3,45 куб. см. Гумові колеса із спеціальним протектором для польових умов мають повністю незалежну підвіску в конструкції якої присутні налаштування жорсткості пружин амортизаторів, регулювання розвалу, сходження, кліренсу, фрикціонів диференціалів тощо.

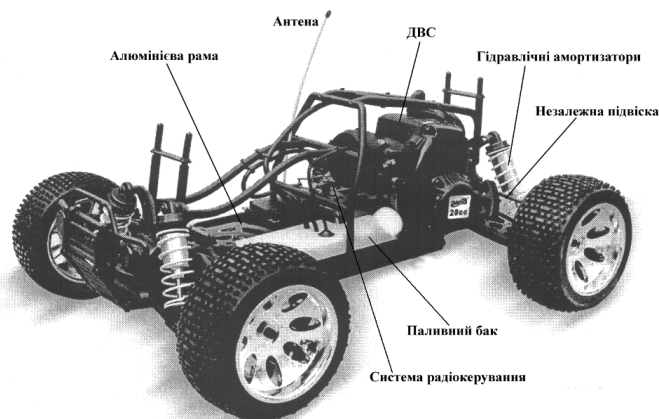


Рис. 5. – Радіокероване шасі з двигуном внутрішнього згоряння.

Технічні характеристики шасі наступні:

- довжина: 560 мм;
- ширина: 440 мм;
- висота: 260мм;
- вага : 4.95 кг;
- діаметр коліс: 150мм;
- довжина колісної бази: 360 мм;

- колія – 350 мм;
- двигун: ДВС, 3,45 куб. см;
- дальність дії апаратури управління: до 1000 м.

Характерними рисами конструкції виготовленого самохідного шасі служать міцна алюмінієва рама і незалежна підвіска кожного з опорних коліс з масляними амортизаторами. Двигун внутрішнього згоряння розміщений над задніми ведучими колесами, що покращило тягові характеристики шасі і привело до зниження центру тяжіння і поліпшення загальної керованості. Все це дало змогу застосовувати сенсорну систему для вимірювання ЕП властивостей ґрунту на різних агрофонах (рис. 6).



Рис. 6. - Вимірювання ЕП властивостей ґрунту на різних агрофонах: оранка та
поверхневий обробіток ґрунту, після чизелювання та по сходах трав
відповідно.

Випробування працездатності розробленого обладнання для вимірювання ЕП властивостей ґрунту на різних агрофонах стало необхідним для підтвердження запланованих експлуатаційних можливостей сенсорної системи. На рис. 7 показані реалізації процесів зміни рівня ЕМ властивостей ґрунту та відносної вологості по довжині гону під час проведення лабораторно-польових досліджень. Коефіцієнт кореляції між процесами вимірювання рівня відбитих електромагнітних хвиль і рівня відносної вологості ґрунту склав 0.81. Показники магнітної сприйнятливості мають позитивну кореляцію із вмістом гумусу, величиною обмінної кислотності, сумою обмінних катіонів, вмістом фізичної глини - з властивостями, при яких сталися кількісні і якісні зміни феромагнітних компонентів ґрунту. Тому за величиною магнітної сприйнятливості верхнього гумусового (орного) горизонту можна встановлювати потребу ґрунтів у вапнуванні, визначати міру окультуреності ґрунтів, їх бонітетний бал, робити висновки про міру розвитку площинної водної ерозії, виділяти однорідні по родючості ділянки поля тощо.

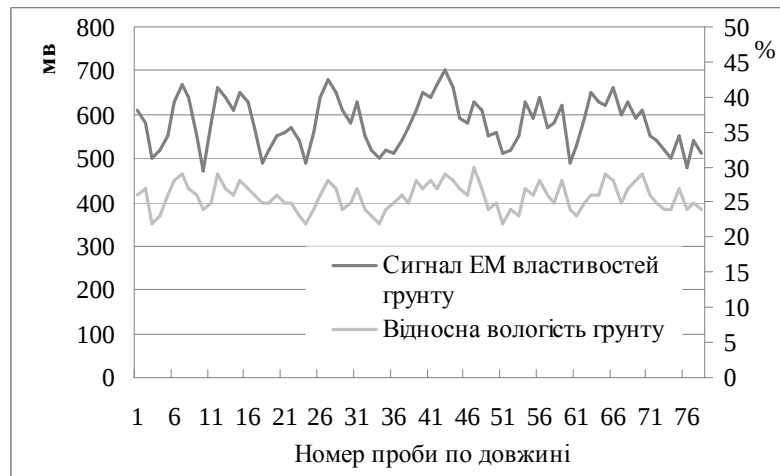


Рис. 7. - Осцилограма рівня ЕМ властивостей ґрунту та відносної вологості по довжині гону.

Результати функціонування розроблених типів сенсорних систем для вимірювання ЕП властивостей ґрунту. На першому етапі на полі проводився відбір зразків ґрунту (78 проб) за допомогою ручних бурів відповідно до схеми проведення досліджень (рис. 8). Аналіз відібраних зразків ґрунту на рівень вологості, кислотності, гумусу та наявності поживних елементів проводився в стаціонарних умовах згідно стандартних методик. При відборі зразків записувались в електронному вигляді світові координати (довгота і широта) місць відбору проб і проводилась їх нумерація.

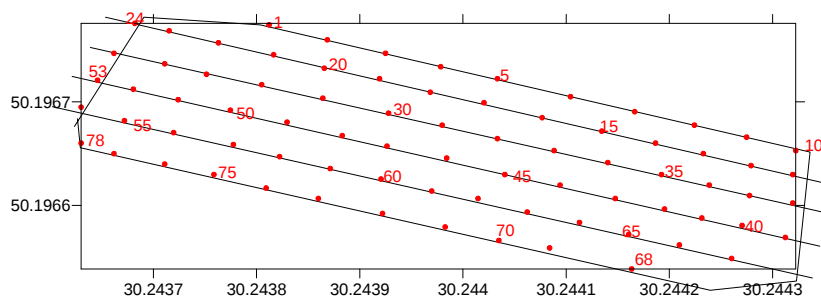


Рис. 8. - Точки відбору проб ґрунту у світових координатах.

На цьому ж полі в подальшому проводилась реєстрація електропровідних властивостей ґрунту поверхнево-контактним способом. За отриманими масивами експериментальних даних будувались картограми рівня питомого електричного опору ґрунту для кожного способу.

Проте слід відмітити, що діапазон варіювання питомого опору ґрунту склав 130-210 $\text{Om} \cdot \text{m}$, а середнє значення змістилося в бік більших значень. Крім того, роздільна здатність картограми різко знизилась у порівнянні із базовою. Як переваги радарного способу слід відзначити безруйнівний характер процесу вимірювання і у зв'язку із цим, висока продуктивність виконання технологічного процесу.

Найбільш близький вигляд до базової картограми має картограма, що побудована на результатах вимірювань ЕП властивостей ґрунту із застосуванням поверхнево-контактного способу вимірювання (рис. 9).

Поверхнево-контактний спосіб характеризується високою стабільністю основних показників роботи. Незалежно від стану поверхні ґрунту для однотипних ґрунтів досягнуті сталі результати реєстрації питомого електричного опору ґрунту. Коефіцієнт взаємної кореляції значень питомого опору, розрахованого за лабораторними вимірюваннями та за результатами вимірювань поверхнево-контактним способом склав 0.88, що свідчить про високу надійність процесу вимірювань.

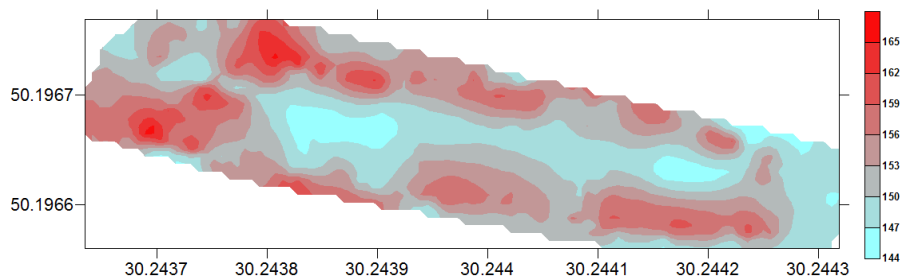


Рис. 9. - Картограма питомого опору ґрунту за результатами вимірювань
поверхнево-контактним способом.

Результати проведених досліджень дозволяють зробити основний висновок, що ефективним способом аналізу рівня варіабельності стану ґрунту є реєстрація питомого електричного опору ґрунту. Для практичного застосування, з точки зору швидкої і якісної доставки інформації про місцевизначені характеристики ґрунтового покриття поля до автоматизованого робочого місця (АРМ) агронома, доцільно рекомендувати розроблені радарний та поверхнево-контактний способи реєстрації питомого електричного опору ґрунту.

Крім того, місцевизначену інформацію, що отримана від датчиків електромагнітних та ЕП властивостей ґрунту, необхідно використовувати сумісно з

даними дистанційного зондування, картографами врожайності, відомостями історичного кадастру тощо, що різко підвищує ефективність загальної оцінки агробіологічного стану ґрунту.

З використанням сенсорної системи вимірювань електропровідних властивостей ґрунту поверхнево-контактним способом, як такої, що показала найбільш ефективні результати реєстрації варіювань показників стану ґрунту, у ВП НУБіП України "Агрономічна дослідна станція" (с. Пшеничне) в 2012 році проведені вимірювання електропровідних характеристик ґрунту на площі 10 га.

Висновок.

За рахунок низького тягового опору вимірювальної сенсорної системи, а також високої продуктивності виконання операцій з меншими витратами пального та живої праці людей для організації і проведення вимірювань, досягнута розрахункова річна економічна ефективність на рівні 36 грн./га у порівнянні з проведенням вимірювань системою Veris 3100 (США, дискового типу).

Перелік літератури:

1. Applying nitrogen site-specifically using soil electrical conductivity maps and precision agriculture technology. Lund ED ; Wolcott MC ; Hanson GP, Thescientificworldjournal [ScientificWorldJournal] 2001 Oct 16; Vol. 1 Suppl 2, pp. 767-76. Date of Electronic Publication: 2001 Oct 16.
2. Small Scale Spatial Variability of Apparent Electrical Conductivity within a Paddy Field. Aimrun, W.1, Amin, M. S. Ezrin, M. H., Applied & Environmental Soil Science; 2009, Vol. 2009, p1-7.
3. Mobile TDR for geo-referenced measurement of soil water content and electrical conductivity. Anton Thomsen¹, Kirsten Schelde¹, Per DrÃ¸scher¹, Flemming Steffensen¹. Precision Agriculture; Oct2007, Vol. 8 Issue 4/5, p213-223, 11p.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

*Сивченко Тарас Михайлович, студент 4 курса факультета инженерии
агробиосистем*

Научный руководитель: к.т.н. Броварець О.О.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Аннотация. Использование опосредствованных характеристик грунтовой среды (например электропроводимость) дает возможность реально оценить состояние сельскохозяйственных угодий. Наибольшую точность среди существующих систем определения электропроводных свойств почвы показал поверхностно контактный способ определения электропроводных свойств грунтовой среды.

Ключевые слова: точное земледелие, мониторинг, электропроводимость.

DEVICE FOR **DETERMINATION** OF ELECTROPROVIDNIH **PROPERTIES** OF
SOIL

**Sivchenko Taras Mihaylovich, student of a 4 course of faculty of engineering of
agrobiosistem**

Scientific leader: PhD. Brovarets O.O.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Annotation. The use of the mediated descriptions of the **ground** environment (**for example** conductivity) enables really to **estimate** the **state** of agricultural lands. Most exactness among the existent systems of **determination** of electroprovidnih **properties** of **soil** was shown superficially by the contact method of **determination** of electroprovidnih **properties** of the **ground** environment.

Keywords: exact agriculture, monitoring, conductivity.

**Роботу виконано за підтримки гранта Президента України для
підтримки наукових досліджень молодих учених на 2013 рік (проект GP/F49/109).**

УДК 631.171:519.87

**ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ СІВБИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР**

*Хоменко Владислав Васильович, студент 4 курсу факультету інженерії
агробіосистем*

Науковий керівник: к.т.н. Броварець О.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва виникає необхідність забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Один із шляхів вирішення такої проблеми лежить у площині використання технологій диференційної сівби сільськогосподарських культур.

Ключові слова: точне землеробство, моніторингу, диференційна сівба.

Вступна частина.

Досліджувана проблема та її значення. Сівба є однією з основних технологічних операцій при вирощуванні сільськогосподарських культур. Головне завдання при сівбі полягає в оптимальному розміщенні в ґрунті насіння з метою створення найкращих умов для росту та розвитку рослин і отримання в кінцевому результаті максимального врожаю [1, 2, 3].

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва виникає необхідність забезпечення належної якості виконання технологічних операцій, шляхом проведення моніторингу стану сільськогосподарських угідь. Використання систем моніторингу стану сільськогосподарських угідь при сівбі сільськогосподарських угідь дає можливість забезпечити диференційовану сівбу сільськогосподарських культур. Диференційована сівба сільськогосподарських культур дає можливість забезпечити підбір оптимальної площі живлення рослин з врахування просторової неоднорідності [4, 5, 6, 7].

Основна частина.

Розробка функціональної схеми проведення місце визначеної сівби. Зернова сівалка з механічним висівним апаратом, як об'єкт технологічного регулювання має два основних регульованих параметри: норму висіву насіння і глибину ходу сошників. Така сівалка має систему робочих органів для дозування насіння і мінеральних добрив

в рядки і систему робочих органів для заробки насіння у ґрунт на задану глибину (рис. 1).

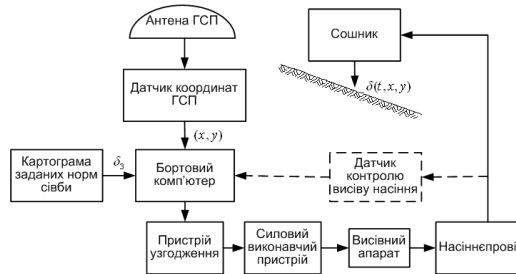


Рис. 1. Функціональна схема проведення місцевизначеної сівби.

Наведена функціональна схема проведення місцевизначеної сівби дає можливість аналізувати систему і вибрати такі передаточні функції робочих елементів зернової сівалки, щоб вони забезпечували задану щільність розподілу насіння в рядках, яка обумовлена картограмою заданих норм сівби. За допомогою визначених передаточних функцій на етапі розробки і проектування машин можна оцінити показники якості процесу керування режимом роботи сівалок і визначити характеристики точності функціонування їх систем.

Функції контролю і регулювання нормою висіву насіння передаються спеціалізованим датчикам та пристроям, які аналізують технологічну ситуацію і подають в реальному часі на бортовий комп'ютер інформацію про необхідну у дану мить для даної точки поля норму висіву насіння (рис. 1). Бортовий комп'ютер аналізує (у відповідності до закладеного програмного забезпечення) в реальному часі t за допомогою датчика координат ГСП інформацію про місцезнаходження (x, y) посівного агрегату в полі і поточну інформацію про задану δ_3 , для даної точки поля, норму сівби. Дані про задану норму сівби надходить від картограми-завдання. Аналізується, також, за допомогою датчика контролю висіву насіння інформація про реальну інтенсивність зернового потоку на дану мить.

Процесорна система бортового комп'ютера розраховує необхідний рівень керуючого сигналу, який передається через пристрій узгодження на силовий виконавчий пристрій. Останній управляє технологічним режимом роботи висівного апарату, наприклад, шляхом зміни частоти обертання котушки висівного апарату зернової сівалки з механічною висівною системою. В результаті забезпечується виконання заданої норми сівби $\delta(x, y, t)$ із заданим рівнем помилки.

Розробка алгоритму керування змінними нормами сівби зернових культур.

Одним з основних елементів моделі функціонування посівного агрегату зі змінними нормами сівби є модуль висівної системи з вихідним параметром $\alpha(t)$. Функціональна схема модулю висівної системи представлена на рис. 2.

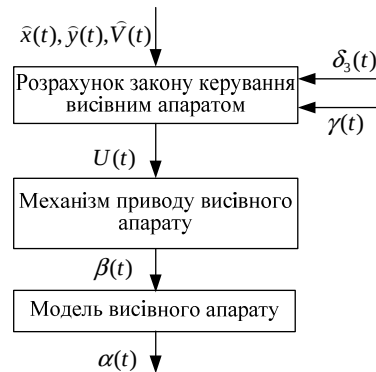


Рис. 2. Функціональна схема модулю висівної системи сівалки для технологій точного землеробства.

Інтенсивність керованого потоку насіння $\alpha(t)$ знаходиться в функції регульованого параметру $\beta(t)$. В якості вхідної функції (цілі функціонування) технологічного процесу посівної машини з регулятором норми сівби приймається вихід блоку зчитування (PC card) картограми заданих норм сівби $\delta_3(t)$, які (норми) необхідно реалізувати по всій площі поля. Тому основною задачею на даному етапі є розрахунок оптимального значення керуючої дії $U(t)$.

Ціль функціонування досягається, з одного боку, шляхом організації руху сівалки по заданих лініях гону, а також шляхом регулювання інтенсивності вихідного потоку насіння (контролюється датчиком інтенсивності потоку з вхідним сигналом $\alpha(t)$ та вихідним - $\gamma(t)$) в залежності від швидкості руху та координат місцезнаходження МТА, з другого боку. В результаті на виході системи маємо кінцеву норму висіву насіння - $\delta(x, y, t)$.

При функціонуванні посівної машини у виробничих умовах на елементи висівної системи діють різного роду збурення. Такі збурення можуть бути обумовлені, наприклад, нестабільністю тиску повітря в пневматичній системі, похибками роботи навігаційної системи посівного агрегату, датчика висіву насіння тощо. Перехід з однієї норми сівби на іншу (що необхідно для виконання сівби зі змінними нормами) також

можна розглядати як частковий випадок збурень. Для забезпечення нормальної роботи висівної системи застосовано блок розрахунку закону управління висівним апаратом, який разом з іншими елементами висівної системи утворюють схему автоматичного регулювання. При цьому важливо забезпечити високі динамічні характеристики такі, як: усталеність функціонування, час, швидкість, точність регулювання тощо. Для цього необхідно, з одного боку, при відомій структурі системи знайти оптимальне значення її динамічних параметрів, а також визначити структуру і параметри закону керування, з другого боку.

З графіку (рис. 3) реалізації заданої норми сівби видно, що виконання завдання відбувається незадовільно, особливо для максимальних значень норм сівби. Має місце значне запізнення в часі при переході з одного рівня норми сівби на інший, а також велике значення похибки відхилення дійсної норми сівби від необхідної $\delta_3(t)$. Відносне значення цього параметру на заліковому періоді $T = 50$ с склало 40 %.

Характер перебігу графіку зміни дійсної норми сівби свідчить про значний вплив на якість виконання завдання систематичних та випадкових складових помилок функціонування приводу модулятора, висівного апарату та датчика інтенсивності висіву насіння.

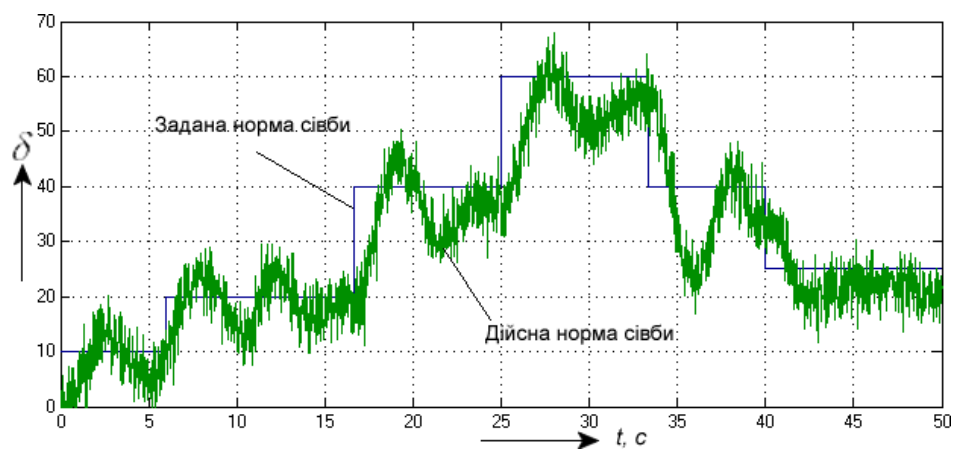


Рис. 3. Графік реалізації заданої норми сівби.

Наявність високочастотних шумових складових, зокрема при роботі датчика інтенсивності потоку насіння, приводить до випадкових коливань виконавчого механізму системи, що, у свою чергу, збільшує дисперсію помилки регулювання, знижує точність регулювання. Сильні шумові складові приводять систему до нестійкого режиму роботи.

Для зменшення впливу збурень в практичних ситуаціях застосовуються два основних способи: зменшення коефіцієнта підсилення регулятора, тобто, фактично, перехід на інтегральний закон регулювання, який малочутливий до шумів та фільтрації вимірюваного сигналу. В даному випадку необхідна компенсація високочастотних (в порівнянні з основним сигналом) збурень. При цьому, з метою отримання мінімальної дисперсії помилки регулювання, високочастотні перешкоди повинні бути відфільтровані.

Як видно, шумові складові графіка, що описує процес виконання дійсної норми сівби, значно зменшились, але відносна похибка відхилення дійсної норми сівби від необхідної залишилась значною і склала 37,4 %, що не є нормальним для застосування технологій точного землеробства.

Вузли та елементи висівної системи для технологій точного землеробства.

У відповідності до розроблених раніше концепції та ідеології побудови сівалки для технологій точного землеробства, була розроблена і виготовлена висівна система, а також програмно апаратні елементи для реалізації змінних норм сівби (рис. 4). Система включає в себе: антену супутникової навігації 9, бортовий 1 та робочий 2 комп'ютери, електроциліндр 3 регулювання робочої довжини котушкових дозаторів 7, датчики зворотного зв'язку 8 та швидкості 5 переміщення машини по поверхні поля. В бортовий комп'ютер 1 встановлюється флеш-карта з картограмою-завданням на необхідну норму сівби, система супутникової навігації 9 надає координати знаходження агрегату в полі.

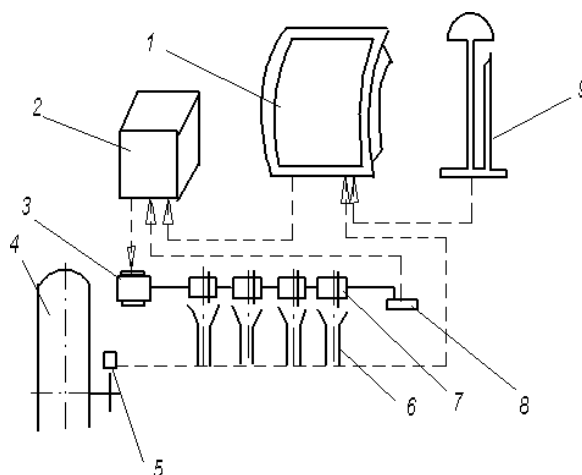


Рис. 4. Схема застосування змінної норми сівби на зерновій сівалці: 1 – бортовий комп'ютер; 2 – робочий комп'ютер; 3 – керований електроциліндр; 4 –

**опорне колесо; 5 – датчик швидкості; 6 – висівні канали; 7 – котушкові дозатори;
8 – датчик зворотного зв'язку; 9 – система навігації.**

Система працює наступним чином: при переміщенні МТА по поверхні поля робочий комп'ютер отримує сигнал від супутників GPS і у відповідності з параметрами стану поля через електродвигун приводу дозатора контролює частоту обертання шнекового дозатора, чим регулює норму сівби.

З метою дослідження програмно-апаратного модуля керування змінними нормами сівби зернових культур було розроблено та виготовлено спеціальну лабораторну установку (рис. 5).



Рис. 5. Лабораторна установка дослідження програмно-апаратного модуля керування змінними нормами сівби

Лабораторна установка складається з:

- персонального комп'ютера;
- програмно-апаратного модуля керування змінними нормами сівби;
- висівної системи зернової сівалки;
- електродвигунів приводу висівної системи;
- регулятора РШ-1;
- блоків живлення;
- програмного забезпечення.

Аналіз функціонування сівалки для місцевизначеної сівби зернових в лабораторно-польових умовах. З метою перевірки якості висіву насіння у відповідності до картограми-завдання були проведені лабораторно-польові експериментальні дослідження, які проводилися на дослідному полі ВП НУБіП

України «Великоснітинське» НДГ ім. О.В.Музиченка. Експериментальні дослідження були проведені під час висіву пшениці в період осінньо-польових робіт.

Попередньо була складена і записана на магнітну картку електронна картограма-завдання сівби. Ця картограма була розроблена для експериментальної ділянки, де проводились експерименти. Відповідно до заданої картограми сівби, бортовий комп'ютер випрацьовував керуючу дію з умов забезпечення необхідних значень показників усталеності та якості перехідних процесів в слідкуючій системі, а також обраного рівня помилки процесу слідкування.

Для перевірки працездатності програмно-апаратного модуля керування змінними нормами сівби зернових в польових умовах дослідна ділянка розбивалась на частини з різними нормами висіву (рис. 6).

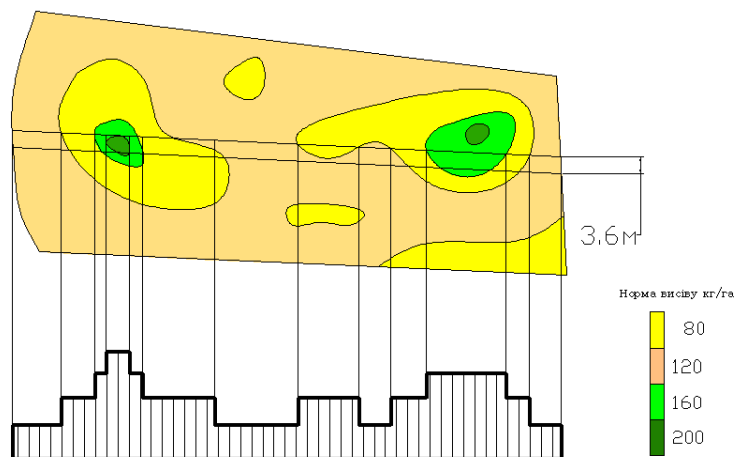


Рис. 6. Картограма-завдання на проведення місцевизначеної сівби.

Після виконання заданих режимів сівби було визначено дійсну норму висіву шляхом аналізу висіяного насіння на двадцяти залікових ділянках з відстанню між ділянками один метр. Обчислення дійсної норми висіву проводили наступним чином, після проходження агрегату на ділянці розмірами (10см*20см) підраховувалася кількість зернин висіяної культури, та обчислювалося значення норми висіву у перерахунку на кг/га. Результати досліджень (рис. 7) оброблялись методами математичної статистики, з визначенням основних статистичних характеристик:

- середнього квадратичного відхилення;
- дисперсії;
- середньої помилки середнього квадратичного відхилення;
- коефіцієнта варіації;

- показнику відносної точності досліду і достовірного інтервалу.



Рис. 7. Результати виконання завдання на змінні норми сівби.

Графіки наглядно показують високу якість процесу сівби, працездатність системи автоматичного регулювання та стабільність необхідного режиму роботи. Як видно з графіків має місце незначне відхилення від заданої норми висіву, що обумовлене випадковими збуреннями в системі живлення електродвигуна приводу та недоліками механізму приводу. Відхилення від заданої норми висіву становить менше 3% та знаходиться в межах норми.

Як бачимо, для виконання місцевизначеної сівби необхідно відтворення наступних етапів: створення картограми-завдання на сівбу (офісна частина роботи); розрахунок координат місцеположення посівного агрегату в полі; визначення кінематичних режимів роботи агрегату (швидкість руху, курс, магнітний азимут тощо); контроль інтенсивності вихідного потоку насіння; розрахунок оптимальних керуючих дій механізму приводу дозуючої системи; зміна положення дозатора.

Висновки.

В основу моделі місцевизначеної сівби покладена концепція формування щільності розподілу ТМ під впливом двох складових руху: переносної складової разом з сільськогосподарською машиною та відносної - під час руху насіннєвого матеріалу по робочих органах сільськогосподарської машини

1. При місцевизначеній сівбі норма висіву насіння повинна автоматично керуватись сигналами з бортового комп'ютера МТА залежно від величини та вигляду картограми-завдання на сівбу.
2. Для реалізації процесів формування заданих норм внесення посівного матеріалу за карт-технологією можливо використовувати системи з автоматичним приводом регулятора і зворотнім зв'язком.
3. На характер реалізації дійсної інтенсивності потоку висіяного насіння значною мірою впливають систематичні та шумові похибки вимірювань кінематичних режимів роботи МТА та датчиків зворотних зв'язків, що обумовлює підвищені вимоги до параметрів електромеханічних елементів системи регулювання.
4. Для зменшення впливу збурень на роботу дозуючої системи сівалки для технологій точного землеробства необхідно зменшувати коефіцієнт підсилення регулятора, тобто, фактично, переходити на інтегральний закон регулювання, який малочутливий до шумів і проводити фільтрацію вимірюваного сигналу.
5. Лабораторно-польові експериментальні дослідження розробленої сівалки для місцевизначеної сівби показали високу якість процесу сівби, працездатність розробленої системи автоматичного регулювання та стабільність заданого режиму роботи. Відхилення від заданої норми висіву становить менше 3%.

Перелік літератури:

1. Бойко А.І., Свірень М.О., Шмат С.І., Ножнов М.М. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. –Кіровоград: -2003. -202 с.
2. Басин В.С. Семязадельвающие рабочие органы и подвески сошников зарубежных свекловичных сеялок / Тракторы и сельхозмашины. № 1. -1977. –С. 43-46.
3. Анилович В.Я., Басин В.С. Анализ конструкций подвесок сошников и пути их совершенствования / Механизация и электрификация сельского хозяйства. № 4. - 1968. –С. 22-24.
4. Еркаев А.Д., Коробейникова Д.С., Ковлягин Ф.В. Площадь питания растений озимой пшеницы безостая 1 и требования к типу сошника и к равномерности распределения / Труды ВИСХОМ. в. 75 "Исследования технологических процессов и рабочих органов посевных машин" М.. 1973. с. 48-52.

5. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Гаврилюк Г.Р. Аспекти системи точного землеробства. Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць, вип. 3 (6). –Одеса, 1999, с. 497-501.
6. Аніскевич Л.В. Сенсор-технологія в точному землеробстві. –Київ, Науковий вісник НАУ. Вип. 9. –1998, с. 70-72.
7. Wibawa, W. D., Dlundlu, Larry J. Swenson, David G. Hopkins, and William C. Dahnke. Variable Fertilizer Application Based on Yield Goal. Soil Fertility, and Soil Map Unit // Journal of Production Agriculture 1993. – N 6. - P. 255- 261.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

*Хоменко Владислав Васильевич, студент 4 курса факультета инженерии
агробиосистем*

Научный руководитель: к.т.н. Броварець О.О.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Аннотация. На современном этапе развития сельскохозяйственного производства возникает необходимость обеспечения оптимальных условий для роста и развития растений. Один из путей решения такой проблемы лежит в плоскости использования технологий дифференциального сева сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: точное земледелие, мониторинга, дифференциальный сев.

DEVICE FOR THE DIFFERENTIAL SOWING of AGRICULTURAL CULTURES

*Homenco Vladislav Vasiliy, student of a 4 course of faculty of engineering of
agrobiosistem*

Scientific leader: PhD. Brovarets O.O.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Annotation. On the modern stage of development of agricultural production there is the necessity of providing of optimum terms for growth and development of plants. One of ways of decision of such problem lies in the plane of the use of technologies of the differential sowing of agricultural cultures.

Keywords: exact agriculture, monitoring, differential sowing.

*Роботу виконано за підтримки гранта Президента України для
підтримки наукових досліджень молодих учених на 2013 рік (проект GP/F49/109).*

2

СЕКЦІЯ. Проблеми енергетики і автоматики в сільськогосподарському виробництві

УДК 624.332 – 541

**ЕЛЕКТРОННИЙ БЛОК ЗАХИСТУ ЗАНУРЮВАНОГО
ЕЛЕКТРОДВИГУНА ВІД СУХОГО ХОДУ**

Осіпов Д.І., 42-ЕН гр.

Ковальов О.В., ст. викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – робота присвячена розробці електронного блоку захисту занурюваних електродвигунів від сухого ходу. Розглянутий блок призначений для роботи у складі системи комплексного захисту електродвигунів.

Особливістю роботи практично всіх сільськогосподарських підприємств є значне споживання води. В наш час для задоволення цих потреб застосовують артезіанські свердловини. Для піднімання води зі свердловин часто використовують занурювані електричні насоси. В якості приводу цих насосів виступають занурювані водозаповнені електродвигуни типу ПЭДВ.

Електродвигуни типу ПЭДВ мають водостійку емалеву ізоляцію обмоток статора. Крім цього провід має додаткову ізоляцію із полівінілхлоридного пластику. Гранична робоча температура цієї ізоляції не перевищує 70⁰С. Низька теплостійкість ізоляції обмоток занурюваних електродвигунів створює деякі обмеження при експлуатації цих двигунів. Із-за малого діаметра статора та великої його довжини, обмотки нагріваються нерівномірно – посередині статора температура значно вища, ніж у лобових частинах. Таким чином, до захисту таких електродвигунів ставлять особливі вимоги.

Охолодження занурюваних двигунів у всіх режимах роботи забезпечується оточуючою водою. Тому для запобігання перегрівання електродвигуна слід контролювати рівень води у свердловині за допомогою датчика сухого ходу. Датчик повинен встановлюватися у свердловині вище верхньої точки насоса не менш ніж на 1 м.

Для того щоб провести аварійне відключення двигуна при зниженні рівня води у свердловині було розроблено електронний блок, принципова електрична схема якого представлена на рисунку 1. Він складається з датчика сухого ходу LE1, буферного елементу DD1, генератора імпульсів на елементах DD5-DD7, лічильника DD3 та тригера DD4.

Схема працює наступним чином. Якщо рівень води у свердловині перевищує встановлену мінімально допустиму величину, то вхід буферного елементу буде замкнено на корпус. Відповідно на його виході буде сформовано сигнал логічної одиниці, що призведе до блокування роботи генератора імпульсів та лічильника.

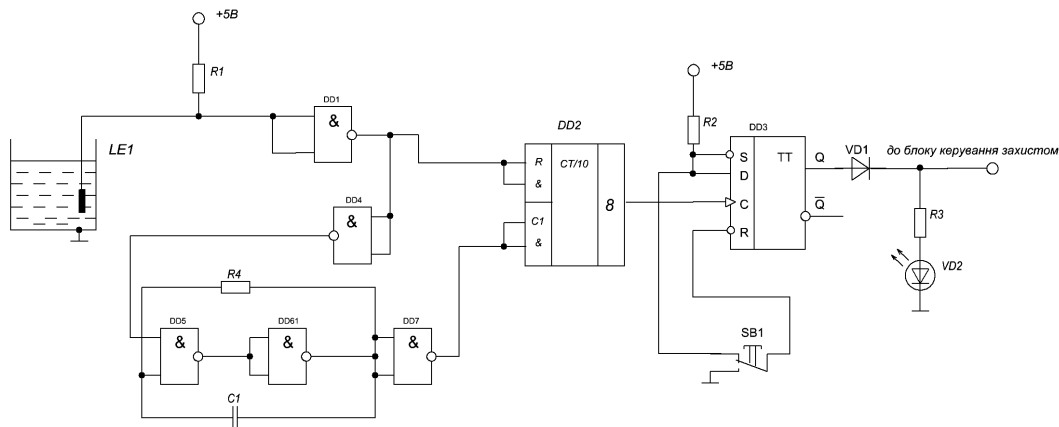


Рисунок 1 – Схема електрична принципова блоку захисту занурюваного електродвигуна від сухого ходу

При зниженні рівня води нижче датчика на виході буферного елементу сформується сигнал логічного нуля. Це призведе до зняття сигналу заборони з входу лічильника DD2 та запуску генератора імпульсів на елементах DD5-DD7. Лічильник почне відлік певної кількості імпульсів від генератора, чим забезпечиться невелика затримка часу спрацювання захисту. Це необхідно для того, щоб запобігти кільком послідовним відключенням та включенням електродвигуна при коливаннях рівня води близько граничного значення. Після переповнення лічильника DD2 спрацює тригер DD3, який подасть сигнал про аварійне відключення двигуна до блоку керування захистом [1] та залишиться в

цьому стані. Перед повторним включення електродвигуна слід перевести тригер у вихідний стан натисканням кнопки SB1. Про спрацювання даного виду захисту буде сигналізувати світлодіод VD2. Блок захисту може бути виконаний на базі будь-якої серії ІМС, однак найбільш доцільним буде використання спеціалізованої серії ІМС КМ511 [2], що розроблена для приладів промислової автоматики. Це зумовлено можливістю проникнення на вхід блоку сигналу перешкоди, що може призвести до помилкового спрацювання системи захисту.

Висновки. Розглянутий блок захисту занурюваного електродвигуна від сухого ходу призначений для роботи у складі комплексної системи захисту. Разом з цим блоком також доцільно застосовувати блоки захисту від асиметрії напруг мережі живлення та надструмів. Це дозволить запобігти роботі двигуна у неприпустимих режимах та підвищити термін безвідмовної експлуатації.

Література

1. Кузьменко В. В. Розробка електронного пристрою захисту трифазних споживачів від неповнофазного режиму роботи./В. В. Кузьменко, О. В. Ковальов. – Матеріали науково-технічної конференції магістрів та студентів ТДАТА. – Вип. 6. – Т. 2 – Мелітополь, ТДАТА. – 2007. – С. 62-64.
2. Юшин А. М. Цифровые микросхемы для электронных устройств/ А. М. Юшин. – Справочник. – М.: Высшая школа, 1993. – 176 с.

УДК 631.362-546

**МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИСТРІЙ БЕЗПЕРЕРВНОГО
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

Кучеренко Д.В., 42-ЕН група

Ковальов О.В., ст. викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – Представлено пристрій для безперервного технологічного обліку електричної енергії по кожній фазі кожної лінії з можливістю довготривалого накопичення, збереження та швидкого виведення результатів вимірювання.

В умовах виробництва періодично виникає необхідність технологічного обліку за споживанням та генерацією електричної енергії. Це дозволяє виявити об'єкти з підвищеним споживанням та оптимізувати технологічний процес.

Для технологічного обліку можна використовувати елементи АСКОВЕ, однак це потребує значних капітальних витрат. Це пов'язано з тим, що електронні лічильники повинні забезпечити високу точність вимірювань. Відповідно для цього обирається елементна база. Для технологічного обліку допустимою вважається похибка в 2-3 відсотки.

Схема електрична принципова вимірювального блоку наведена на рисунку 1. До складу блоку входять три трансформатори напруги TV1-TV3, датчики струму ТА1-ТА3, два вхідних формувача з транзисторними ключами, вузол вимірювання реактивної потужності, мікроконтролер DD1 АТmega8 [1], перетворювач рівнів TTL – RS232 DA1 типу MAX232.

Розглянемо роботу блоку на прикладі вимірювання напруги, струму та миттєвої реактивної потужності фази А. Фазна напруга подається на первинну обмотку трансформатора TV1 через запобіжник FU1. Діодний міст VD1-VD4 випрямлює напругу з вторинної обмотки та подає її на фільтр-обмежувач. Конденсатор С1 згладжує пульсації вхідної напруги, а резистор R1 дозволяє проводити оперативне калібрування вимірювального вузла, стабілітрон VD5 з напругою стабілізації 4,7 В захищає вхід ADC0 аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера DD1 від перевантажень.



Рисунок 1 – Схема електрична принципова вимірювального блоку

Канал вимірювання струму фази А складається з датчика струми ТА1 та вхідного формувача, аналогічного з каналом вимірювання напруги. Процес вимірювань починається з подачі сигналу логічної одиниці з виходів PB0 та PB3 мікроконтролера на вхід керування транзисторних ключів К1 та К4 відповідно. Напруга з виходу формувача каналу напруги подається на вхід ADC0 аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера DD1. Значення напруги на вході АЦП передається на вихід мікроконтролера TXD у вигляді двоїчного коду.

Напруга з виходу формувача каналу струму подається на вхід ADC1 аналого-цифрового перетворювача. Значення напруги на вході АЦП також передається на вихід мікроконтролера TXD. По входу RXD мікроконтролер приймає команди від сервера про початок та порядок вимірювань.

Вузол вимірювання значення миттєвої реактивної потужності [2] працює наступним чином. Напруга, пропорційна значенню вимірювального струму подається на вхід широтно-імпульсного перетворювача, що виконано на операційних підсилювачах (ОП) DA1.2 та DA1.3. З виходу ОП DA1.3 через діод VD11 імпульси надходять на вхід комутатора, що виконано на ОП DA1.1 та польовому транзисторі VT1. На інший вхід комутатора подається напруга, пропорційна фазній напрузі фази А. Комутатор виконує функцію широтно-імпульсного модулятора. Імпульси з виходу комутатора надходять на вхід АЦП ADC2 та на вхід PB6. По входу ADC2 вимірюється амплітуда імпульсів, а по входу PB6 – їх тривалість та передається на вихід TXD мікроконтролера. Поточне значення реактивної потужності мережі визначається як значення площі імпульсу. Визначення напруги, струму та реактивної потужності в інших фазах проходить аналогічно. Значення параметрів мережі у двійковому вигляді через перетворювач DA2 передається на сервер.

Мікросхема DA1 типу MAX232 перетворює TTL рівні сигналів, на виході мікроконтролера в рівні, що відповідають вимогам протоколу обміну даними RS-232 [3]. Це дозволяє забезпечити достатній захист від перешкод при роботі в умовах виробництва.

Структурна схема системи для контролю параметрів чотирьох ліній Ф1-Ф4 наведена на рисунку 2.

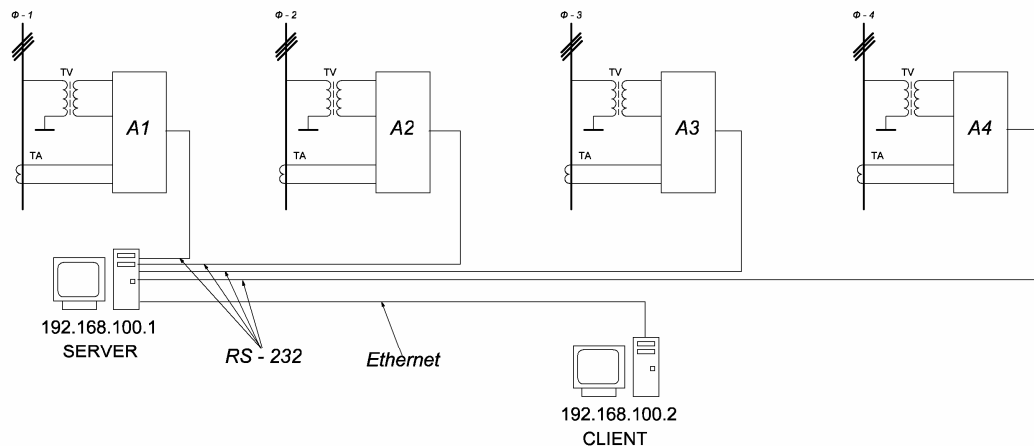


Рисунок 2 – Структурна схема системи технологічного обліку електричної енергії

Система складається з чотирьох вимірювальних блоків А1-А4, комп'ютера-сервера, який забезпечує опитування вимірювальних блоків та формування звіту, та комп'ютера-клієнта, який виконує остаточну обробку та аналіз інформації про споживання або генерацію електричної енергії. Передача інформації між вимірювальними блоками та сервером виконується з використанням протоколу RS-232, що дозволяє рознести сервер та вимірювальні блоки на відстань до 250 метрів. Зв'язок між комп'ютерами сервером та клієнтом повинна бути не більше 100 метрів. В якості сервера можна застосовувати морально застарілі комп'ютери на базі мікропроцесорів Intel 286, 386, 486DX2, 486DX4, 486SX, Pentium I Програмне забезпечення сервера працює в системі MS QBasic.

Звіт, який формується сервером для кожної лінії, містить час вимірювання, дані про напругу, струм, та реактивну потужність, що перетікає в лінії. Подальше оброблення звіту зручно виконувати в програмі Excel, яка входить до комплекту Microsoft Office. Оскільки файл-звіт містить не кінцеві значення параметрів, а відносні значення, які можуть знаходитись в діапазоні 0...255, спочатку проводиться перерахунок значення параметрів, розрахунок додаткових параметрів (коефіцієнт потужності, активна потужність). Після цього виконується побудова графіків для наглядного представлення отриманих результатів. Результати розрахунків по кожній

фазі знаходяться на різних листах звіту. Попередній перегляд звіту можна виконати у програмі «Блокнот».

Висновки. Система складається з окремих вимірювальних блоків та сервера збирання даних. Кількість вимірювальних блоків може досягати 256, що дозволяє отримати достатньо широку мережу та змінювати її, пристосовуючи до нових потреб виробництва. Звіти, що формуються на базі даних, отриманих з вимірювальних блоків, дозволяють отримати глибоку деталізацію всіх основних параметрів (напруга, струм, повна потужність, активна потужність, реактивна потужність, коефіцієнт потужності) не тільки для окремої лінії а і для окремої фази. Загальна похибка обчислення електричної енергії складає 5 відсотків, що можна вважати достатнім для технологічного обліку.

Система є відкритою для необхідних розширень та модернізації з огляду на поточні потреби виробництва. До вимірювальних блоків можна приєднувати контролери керування конденсаторними установками з метою підвищення значення коефіцієнта потужності а також інтегрувати до системи релейного захисту.

Література

- 1 Застосування вбудованого аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера Atmega8. <http://www.atmel.com/applicationnotes/APN145834>.
- 2 Блок управления конденсаторными установками K5021. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ИЖТП 675.317 003.
- 3 Ленк Д. М. 500 практических схем на ИМС./ Д. М. Ленк. - М.: ДоДеКа, 2001 р.
- 4 Єрмолаев С. О. Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК/ С. О. Єрмолаев, В. О. Мунтян, В. Ф. Яковлев – К.: Мета, 2003. – 544 с.

Геотермальні електростанції

***О.А. Діденко і А.А. Вовченко, студенти групи КН 121 відділення з
підготовки молодших спеціалістів відокремленого підрозділу***

***Національного університету біоресурсів і природокористування
України «Ніжинський агротехнічний інститут»***

***Науковий керівник М.Г.Новіков, викладач - методист відділення з
підготовки молодших спеціалістів відокремленого підрозділу***

***Національного університету біоресурсів і природокористування
України «Ніжинський агротехнічний інститут»***

*У даній доповіді розглянуті питання геотермальної енергії, геотермальних
електростанцій та їх роль в енергосистемі України.*

***Геотермальна енергія, геотермальні води, два типи геотермальних
електростанцій, глибинні геотермальні зонди***

Геотермальна енергія - це енергія у формі тепла, що акумулюється нижче
поверхні "твердої" Землі. У 1 л "внутрішнього простору" Землі накопичено у
середньому 2,6 кВт енергії. За рахунок теплоємності Землі люди могли б на
30 млн років задовольнити сучасні світові потреби в енергії. Отже,
накопичені в Землі запаси енергії є такими ж невичерпними, як і запаси
енергії Сонця.

Геотермальна енергія - це тепло Землі, яке утворюється переважно
внаслідок розпаду радіоактивних речовин у земній корі та мантії.
Температура земної кори углиб підвищується на 2,5- 3 °С через кожні 100 м
(так званий геотермальний градієнт). Так, на глибині 20 км вона досягає
близько 500 °С, на глибині 50 км - 700-800 °С. У певних місцях, особливо по
краях тектонічних плит материків, а також у так званих "гарячих точках",
температурний градієнт вище майже у 10 разів: на глибині 500-1000 м
температура порід сягає 3000 °С. Однак для нормального використання
геотермальних енергоресурсів достатньо значно менших температур.

Усю природну теплоту, яка міститься у земній корі, можна розглядати як геотермальні ресурси двох видів: по-перше, це пара, вода, газ; по-друге, це розігріті гірські породи. Гідротермальні джерела енергії поділяють на термальні води, пароводяні суміші і природну пару. Для отримання теплоти, акумульованої у надрах Землі, її спочатку треба підняти на поверхню. Для цього закладають свердловини і, якщо температура висока, то вода піднімається на поверхню природним чином; за нижчої температури може знадобитися насос.

Геотермальні води - екологічно чисте джерело енергії, що постійно відновлюється. Воно суттєво відрізняється від інших альтернативних джерел енергії тим, що його можна використовувати незалежно від кліматичних умов, погоди і пори року. За температурою геотермальні води поділяють на слаботермальні - до 40 °С, високотермальні - 60-100 °С, перегріті - понад 100 °С. Також вони різняться за мінералізацією, кислотністю, газовим складом, тиском і глибиною залягання.

Є два типи геотермальних електростанцій (ГеоТЕС): перші для генерування струму використовують пару, другі - перегріті геотермальні води. У перших суха пара зі свердловини надходить у турбіну або генератор для вироблення електроенергії. На станціях другого типу використовуються геотермальні води температурою понад 190 °С. Вода природним чином підіймається вгору свердловиною, подається у сепаратор, де внаслідок зменшення тиску частина її кипить і перетворюється на пару. Пара спрямовується у генератор або турбіну і виробляє електрику. Це найбільш поширений тип ГеоТЕС.

Значні масштаби розвитку геотермальної енергетики у майбутньому можливі лише за умов одержання теплової енергії безпосередньо з гірських порід. У цьому випадку в місцях, де знайдено сухі гарячі скельні породи, закладають паралельні свердловини, між якими утворюють систему тріщин. Тобто фактично формується штучний геотермальний резервуар, у який

подається холодна вода з подальшим отриманням пари або пароводяної суміші.

Загалом геотермальна енергія Землі оцінюється потужністю близько 32 тис. ГВт. Її значні виходи на поверхню локалізовані в районах вулканічної активності, де концентрація підземного тепла дуже велика. Якщо комплекс пористих та проникних гірських порід виявиться розташованим біля приповерхневого магматичного тіла, котре увійшло в континентальну кору, то виникає підземний резервуар пари та води, нагрітих магмою. Гарячі вода і пара, що є в порах порід, формують так звані "геотермальні басейни". Якщо такий "басейн" містить проникні гірські породи, то гаряча вода і пара можуть виходити на поверхню через свердловини та використовуватися для приведення у дію електричних турбін. Оскільки пара більш придатна для енергогенеруючих турбін, то поки освоюються здебільшого ті геотермальні басейни, які містять пару.

За сучасними оцінками, геотермальна енергія, акумульована у перших 10 км земної кори, досягає 137 трлн т умовного палива, що у 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива, разом узятих. З усіх видів геотермальної енергії найкращі економічні показники мають гідрогеотермальні ресурси - термальні води, пароводяні суміші і природна пара. Гідрогеотермальні ресурси, які практично використовуються на сьогодні, становлять лише 1 % від загального теплового запасу надр. Досвід показав, що перспективними варто вважати ті регіони, де зростання температури з глибиною відбувається досить інтенсивно, колекторські властивості гірських порід дозволяють одержувати з тріщин значні кількості нагрітої води чи пари, а мінеральний склад термальних вод не створює додаткових труднощів (на кшталт боротьби з відкладеннями солей і корозією устаткування).

Аналіз економічної доцільності широкого використання термальних вод показує, що їх варто застосовувати для опалення і гарячого водопостачання комунально-побутових, сільськогосподарських і промислових підприємств,

для технологічних цілей, добування цінних хімічних компонентів та ін. Гідрогеотермальні ресурси, придатні для одержання електроенергії, становлять 4 % від загальних прогнозних запасів, тому їх використання у майбутньому варто пов'язувати з теплопостачанням і теплофікацією місцевих об'єктів. До категорії гідротермальних конвективних систем належать підземні басейни пари чи гарячої води, які виходять на поверхню землі, утворюючи гейзери, фумароли, грязьові озера тощо. Їх використовують для виробництва електроенергії за допомогою пари, яка утворюється при випаровуванні гарячої води на поверхні.

Іншим способом виробництва електроенергії на базі високо-та середньотемпературних геотермальних вод є застосування двоконтурного (бінарного) циклу. При цьому вода, отримана з басейну, використовується для нагрівання теплоносія другого контуру (фреону чи ізобутану), котрий має меншу температуру кипіння. Установки, що використовують фреон як теплоносій другого контуру, працюють у діапазоні температур 75-150 °С при одиничній потужності 10-100 кВт.

Використання

Крім цього, на сьогодні розроблені і застосовуються різні методи і технології використання геотермальної енергії, зосередженої як недалеко від поверхні землі (приповерхнева геотермія), так і на значних глибинах (глибинна геотермія).

Геотермічні ресурси можна використовувати вже на перших 100 м глибини, хоча там температура дорівнює лише 8-15 °С. Для одержання більш високих температур для теплопостачання додатково необхідний лише тепловий насос. Ґрунтові теплові насоси накопичують первинну енергію та оберігають тим самим навколишнє середовище і клімат. Наприклад, у Німеччині земля Північний Рейн-Вестфалія підтримує таке обладнання за допомогою програми "Раціональне використання енергії та застосування відновлювальних джерел енергії".

Для вироблення теплової енергії у приповерхневій геотермії застосовують геотермальні теплові насоси, що використовують тепло ґрунтових вод. У придатних місцях ґрунтові води можна відбирати через свердловину та підводити прямо до теплового насоса. Однак воду необхідно знову накачувати в ґрунт, так що крім підвідної свердловини, необхідно встановлювати ще й так звану "поглинальну" свердловину.

Середня температура Землі на глибині 3-5 м упродовж року становить 10-13 °С і вище. Цим можна скористатися для опалення і охолодження будинків, виробничих приміщень, тваринницьких ферм за допомогою теплообмінників і теплонасосних установок, що дасть змогу заощаджувати до 50-70 % теплоти, яка використовується для створення оптимального температурного режиму у цих приміщеннях. Для цього в землі за певною схемою прокладають канали для руху повітря або заривають труби, у які подається вода (чи інший теплоносіє). Незалежно від того, що циркулює в системі, за рахунок теплообміну із землею такий тепловий насос може поглинати тепло землі і передавати його в будинок у холодну пору року або переміщувати тепло з будинку у землю під час спеки. У деяких випадках використання теплової геотермальної помпи дозволяє економити до 2/3 енергії, що використовується для опалення.

Геотермальні установки потребують зовсім невеликих ділянок землі, набагато менших, ніж необхідні під енергетичні установки інших типів. Вони можуть розміщуватися майже на будь-яких землях, включаючи сільськогосподарські угіддя. Якби можна було використовувати усього лише 1 % геотермальної енергії земної кори (до глибини 10 км), то людство мало б у своєму розпорядженні кількість енергії, що у 500 разів перевищує всі світові запаси нафти й газу.

Ґрунтові колектори. На глибині близько 0,8-1,6 м у ґрунт горизонтально прокладають пластикові трубки теплообмінника. За допомогою циркулюючої рідини-теплоносія тепло відбирається з ґрунту і доводиться до необхідного рівня температури за допомогою теплового насоса.

Геотермальні зонди. Зонди - це вертикальні, найчастіше глибиною від 30 до 100 м, а іноді й глибші, свердловини, у яких встановлюються пластикові трубки. Вони є найпоширенішим типом обладнання у Центральній та Північній Європі. Зонди, наповнені рідиною-теплоносієм, нагрівають або охолоджують підключені до теплового насоса окремі житлові будинки, офіси або навіть цілі житлові комплекси.

Бетонні елементи, що контактують з ґрунтом, енергетичні палі. Передбачається застосування статичних необхідних елементів та/або фундаментних паль, а також стін в ґрунті. У новобудовах їх можна обладнати трубками теплообмінника і разом з тепловим насосом економно використовувати для опалення й охолодження будинку.

Глибинні геотермальні зонди. Принцип глибинних геотермальних зондів глибиною більше 500 м вперше був випробуваний у Швейцарії на початку 90-х років XX ст. Тоді хотіли продовжити використання старих свердловин, наприклад, свердловин для пошуку нафти і природного газу. Починаючи з 1994 р" у м. Пренцлау (Бранденбург) експлуатується глибинний геотермальний зонд глибиною майже 3000 м з використанням свердловини, що існувала раніше. Отримана енергія акумулюється в мережі централізованого теплопостачання міських електростанцій. Тепловий насос у вигляді проміжного нагрівального елемента увімкнений для підвищення рівня геотермальних температур до температури тепла, що подається мережами централізованого теплопостачання.

Сучасні квартири і будинки проектується таким чином, щоб для них потрібна була лише незначна кількість теплової енергії; опалювальні системи виконуються у вигляді низькотемпературних установок. Тому вода, нагріта у глибинному геотермальному зонді, через теплообмінник віддає свою енергію в будинки, а потім в охолоджену воду повертається назад у надра для того, щоб знову там нагрітися і повторити свій цикл.

Геотермальні електростанції є на всіх континентах; у більшості випадків вони розташовані біля родовищ пари і гарячих термальних вод. На цих

ГеоТЕС цілодобово виробляється електроенергія. Освоєні поки що не всі відповідні ресурси, але нові технології розширюють можливості. Наприклад, у Німеччині температура води у більшості відомих родовищ становить приблизно від 40 до 100 °С, у долині Верхнього Рейну та у Баварії є родовища термальних вод з температурою більше ніж 100 °С. Тепла або гаряча вода подається на поверхню через глибоку свердловину, потім охолоджується і через іншу свердловину знову відводиться назад у ґрунт, причому у той самий шар, з якого вона була відібрана. Таким чином, у ґрунті зберігається гідравлічний баланс, і не викачуються запаси термальних вод. Отримане від води тепло передається в мережу централізованого тепlopостачання. Таку систему тепlopостачання за допомогою двох свердловин називають геотермальним дублетом. У Німеччині їхня глибина становить від 800 до 2500 м. Геотермальні ТЕЦ можуть забезпечувати теплом багато тисяч квартир.

Місто Альтгейм у Верхній Австрії у 2000 р. стало першим містом, розташованим північніше від Альп, що повністю забезпечується геотермальним теплом. З розвитком теплових турбін стало можливим використання гарячих термальних вод з температурою 106 °С для виробництва електроенергії.

Значним кроком уперед стали електростанції, що працюють за технологією **"Ной-Вгу-Коск"** ("гарячі сухі гірські породи": НОК-електростанції). Основний принцип їх дії відносно простий: глибинні гарячі гірські породи освоюються за допомогою свердловин. За допомогою тиску води, тобто гідравлічно, між свердловинами утворюються або розширюються існуючі протоки. Так формуються своєрідні підземні теплообмінники, у яких може нагріватися вода, що закачується з поверхні землі, для того, щоб знову доставлятися вгору і приводити у дію турбіну. Циркуляція в НБК-системах відбувається замкнутим контуром під тиском, що перешкоджає закипанню води. Таким чином, пара утворюється тільки на турбіні. Європейські дослідники вийшли у світові лідери у сфері розвитку HDR-технології.

Отже, тепло можна не тільки отримувати із землі, а й акумулювати в землі. Влітку надлишок тепла з будинків можна передавати у ґрунт через геотермальні зонди або енергетичні палі. Взимку тепло можна назад забирати з ґрунту. Якщо в ґрунті є водоносний шар без течії або з незначною течією води, його можна використовувати для безпосереднього акумулювання тепла. Такий водоносний резервуар є, наприклад, у будинку Берлінського Рейхстагу. Влітку там через свердловини у ґрунт відводяться залишки тепла з теплоелектроцентралі. Пізніше під час опалювального сезону їх можна знову використати.

У 1994 р. в Європі була створена перша установка, що працює за методом уловлювання сонячної енергії з поверхні доріг - підвісний віадук над державною дорогою недалеко від м. Дерлігенам Тунерзее (Швейцарія). Ця ділянка дороги вирізнялася дуже високою аварійністю внаслідок частого і несподіваного утворення ожеледі. Під поверхнею дороги, що нагрівається під дією Сонця, встановлені змійовики, що віддають зібране тепло у накопичувач геотермального тепла. Потім узимку в критичних метеорологічних умовах тепло знову передається з накопичувача і запобігає утворенню ожеледі.

Незважаючи на те, що тепло Землі віддавна використовували у різноманітних цілях - і для мінеральних ванн, і для виробництва енергії, завжди основним було питання: чи є у певному місці необхідне підземне тепло. Проте тепер ведеться розробка нових, ефективніших шляхів використання земної енергії. Американська компанія, що працює тільки з відновлювальною енергією, розробляє шляхи використання пари на своєму новому підприємстві у штаті Юта. Геотермальна енергія становить лише 1% виробництва електроенергії у США, здебільшого тому, що відповідні підземні температури існують лише в місцях теперішньої чи колишньої вулканічної активності. Втім тепер завдяки ресурсам і новим технологіям можна задовольняти більш як третину енергетичних потреб країни.

Зазвичай ГеоТЕС потребують значних інвестицій, п'яти-шести років побудови і діють тільки на гарячій воді. Тепер фахівці із США спроможні виробляти електроенергію на воді, лише трохи теплішій від звичайної чашки кави. Гаряча джерельна вода передається у спеціальну машину і нагріває спіраль, та виробляє пару, що, у свою чергу, рухає турбіну, яка виробляє електроенергію. При цьому водні ресурси не забираються із землі - їх піднімають, пропускають через систему і повертають назад у землю. Цей процес дає змогу набагато збільшити кількість місць, де можна використовувати геотермальну енергію. Наприклад, ГеоТЕС у штаті Юта була побудована за один рік і вже постачає електроенергію у 15 тис. будинків м. Анагайма в Каліфорнії.

Геотермальна енергія вважається найбільш надійним джерелом відновної енергії. Тепло землі доступне вдень і вночі незалежно від погоди. Сполучені Штати Америки використовують геотермальну енергію більше, ніж інші країни, і в наступне десятиріччя можуть збільшити її вдвічі або й утричі.

Гаряча вода з свердловини попередньо збирається в резервуар, з якого подається споживачам за допомогою насосів. Регулювання відпуску тепла у системі опалення проводиться змінами затрат води за допомогою регуляторів опалення. Відпрацьовану воду можна спускати у природне середовище без очищення: вона відповідає санітарним нормам. Найперспективнішим способом відбору глибинного тепла є створення підземних циркуляційних систем з повним або частковим поверненням відпрацьованої води у продуктивні пласти. Ці системи запобігають виснаженню запасів геотермальних вод, підтримують гідравлічну рівновагу у підземних пластах, запобігають забрудненню природного середовища у місцях знаходження геотермальних об'єктів.

Використання потенціалу навіть слаботермальних вод (від +30 °С) широко практикується у країнах Європи і США для опалення будинків, виробничих приміщень, тваринницьких ферм за допомогою теплообмінників і теплонасосних установок. Це дає можливість економити до 50-70 % тепла,

яке використовується для створення температурного режиму у приміщеннях. Для роботи такої системи зовнішнє повітря подається у повітропроводи, розташовані на глибині 3 м, а потім у приміщення. Взимку повітря під землею нагрівається, а потім охолоджується. Така система вентиляції вперше була змонтована у 1977 р. у США для створення мікроклімату у свинарнику площею 7,2х15 м. Теплообмінник складається з 12 повітропроводів довжиною 30 м, заглиблених у землю на 3 м. Взимку повітря у приміщенні нагрівають до +25 °С при температурі зовні -28 °С, а влітку охолоджують до +14 °С при температурі зовні +35 °С.

Також успішно використовується тепло високотемпературних термальних вод для одержання електроенергії, а низькотемпературних - для опалення житлових будинків, плавальних басейнів і теплиць, вирощування овочів і фруктів у таких країнах, як Нова Зеландія, Ісландія, Італія, Росія, Грузія, Франція, Угорщина і багатьох інших. В Угорщині, наприклад, площа геотермальних теплиць дорівнює 1,5 млн м². На ці та інші потреби кожного року використовується 30 млн Гкал геотермальної енергії.

"Країна льодовиків", Ісландія, ефективно використовує гідротермальну енергію своїх надр: відомо понад 700 термальних джерел, які виходять на земну поверхню. Близько 60 % населення користується геотермальними водами для обігріву житлових приміщень, а у найближчому майбутньому планується довести цей показник до 80 %. При середній температурі води 87 °С річне споживання енергії гарячої води становить 15 млн ГДж, що допомагає економити 500 тис. т кам'яного вугілля щороку. Крім того, ісландські теплиці, де вирощують овочі, фрукти, квіти і навіть банани, споживають щорічно до 150 тис. м³ гарячої води, тобто понад 1,5 млн ГДж теплової енергії. Столиця країни - Рейк'явік - протягом останніх 40-50 років повністю опалюється підземним теплом. Потужність геотермальної опалювальної системи у Рейк'явіку становить 350 МВт і обслуговує понад 100 тис. жителів.

Перше місце з вироблення електроенергії з гарячих гідротермальних джерел посідає США. У долині Великих Гейзерів (штат Каліфорнія) знаходиться одна з найпотужніших у світі ГеоТЕС потужністю 1400 МВт. У штаті Нью-Мексико станція працює за такою схемою: температура скельних порід на глибині 4 км сягає 185 °С. Вода, яка закачується насосами через свердловину, нагрівається і вже у вигляді пари з температурою 150 °С повертається на поверхню, де обертає турбіни електростанції і таким чином живить електроенергією селище з двотисячним населенням, а відпрацьована гаряча вода подається в систему центрального опалення.

Значні запаси геотермальних вод є й в Україні - на Закарпатті, у Криму, а також у Львівській, Донецькій, Запорізькій, Луганській, Полтавській, Харківській, Херсонській, Чернігівській та інших областях. Ці запаси вже сьогодні рентабельно використовують не тільки для теплопостачання різних споживачів, а й для виробництва електроенергії. Розвиток геотермальної енергетики в Україні визначається наявністю значних ресурсів геотермальної енергії, які за своїм тепловим еквівалентом перевищують запаси традиційного енергетичного палива.

Найбільш перспективним для розвитку геотермальної енергетики регіоном України є Закарпаття, де, за геологічними і геофізичними даними, на глибині до 6 км температури гірських порід досягають 230-275 °С. Легкодоступними є геотермальні бурові свердловини глибиною від 55 до 1500 м, де температура води у гирлі свердловини становить 40-60 °С, а на глибинах до 2000 м температура зростає до 90-100 °С. На Закарпатті є унікальне місце площею 30 км² у районі с. Защелочи з ізотермою сухих порід +200 °С на глибині 4 км. Цих запасів вистачає для роботи невеликих ГеоТЕС і тепличних агропромислових комплексів. У 1999 р. почалася експлуатація першої на Закарпатті геотермальної установки для потреб теплозабезпечення санаторію "Косино" Берегівського району. Бурові свердловини глибиною від 900 до 1300 м забезпечують добове видобування термальної води температурою +32 °С в об'ємі 7500 ма. Для потреб теплопостачання

санаторію застосовується насосний спосіб видобування термальних вод, який забезпечує за допомогою сучасних пластинчатих теплообмінників загальну теплову потужність установки 1,2 МВт. Для пікового нагрівання води тепломережі використовують водонагрівальний котел на рідкому паливі. Експлуатація цієї енергетичної установки забезпечує економію 143 т у. п. на рік.

Значні ресурси геотермальної енергії також має Крим, для якого найбільш перспективними є Тарханкутський і Керченський півострови, де спостерігаються невеликі геотермальні градієнти, а температура гірських порід на глибинах 3,5-4 км може досягати 160-180 °С. Для поліпшення енергопостачання у Криму заплановане будівництво ГеоТЕС потужністю 6 МВт - у західній частині півострова, де на глибині 4 км є вода з температурою 250 °С їх загальна потужність дорівнюватиме більше ніж 100 МВт.

Загалом доцільність використання геотермальної енергії визначається капітальними витратами на спорудження свердловин, вартість яких зростає зі збільшенням глибини. Оптимальна глибина свердловин - у середньому 5 км. Геотермальні води використовують двома способами: фонтанним (теплоносій викидається у навколишнє середовище) і циркуляційним (теплоносій закачується назад у продуктивну товщу). Перший спосіб дешевший, але екологічно небезпечний, другий дорожчий, але забезпечує збереження навколишнього середовища. Одночасно з добуванням тепла можна здійснювати і добування хімічних елементів та їх сполук з розсолів. Це, наприклад, сполуки магнію, літію та бром.

Як і будь-яке інше джерело енергії, використання геотермальної енергії має певні переваги і недоліки.

Геотермальну енергію отримують від джерел тепла з високими температурами, тому вона має декілька особливостей: по-перше, температура теплоносія значно менша за температуру спалювання традиційного палива;

по-друге, найкращий спосіб використання геотермальної енергії - комбінований (видобуток електроенергії та обігрів).

Як вже було зазначено, температура у верхніх шарах Землі кожні 100 м збільшується у середньому на 3 °С. У верхній мантії температура сягає 1200 °С, у ядрі, ймовірно, 6000 °С. Значення температур безпосередньо біля поверхні Землі визначаються майже винятково дією Сонця. А оскільки ґрунт погано проводить тепло, то на глибині нижче за 15-20 м вплив Сонця майже не відчувається. Тому порівняно з іншими способами отримання енергії геотермія має таку значну перевагу: вона завжди наявна незалежно від часу дня і пори року або кліматичних умов.

Ще однією перевагою є те, що немає необхідності створювати дорогі транспортні системи, оскільки геотермію можна знайти безпосередньо на місці. Також за рахунок запобігання традиційному процесу горіння немає прямих викидів вуглекислого газу; незначні викиди можливі тільки внаслідок застосування електроагрегатів.

Крім цього, людство вже має технології, що дають змогу майже всюди використовувати наявні ресурси. У Німеччині, наприклад, на основі геотермії виробляється екологічно чисте тепло встановленої потужності близько 600 МВт (з використанням приповерхневої геотермії з теплових насосів). Встановлена потужність в усьому світі становить від 15 до 20 тис. МВт (термічної енергії) і 8400 МВт (електроенергії). І це лише невелика частина того, що можна отримувати. Теплового потоку з глибин, у принципі, достатньо для покриття всього теплоспоживання людства.

Недоліками геотермальної енергії є:

- низька термодинамічна якість;
- необхідність використання тепла біля місця видобування;
- вартість спорудження свердловин, що зростає зі збільшенням глибини буріння.

Також це джерело енергії характеризується певним впливом на природне середовище - в атмосферу надходить додаткова кількість розчинених у

підземних водах сполук сірки, бору, миш'яку, аміаку, ртуті; водяна пара, що викидається, збільшує вологість; процес супроводжується акустичним ефектом; може відбуватися опускання земної поверхні, а також засолення земель.

Докладніше про станції:

США

Найбільшим виробником геотермальної електроенергії є США, які в 2005 році виробили близько 16 млрд кВт/год відновлюваної електроенергії. У 2009 році сумарні потужності 77 геотермальних електростанцій в США становили 3086 МВт. На кінець 2013 року вироблено понад 4400 МВт.

Найбільш потужна і відома група геотермальних електростанцій знаходиться на кордоні округів Сонома і Лейк в 116 км на північ від Сан-Франциско. Вона носить назву «Гейзерс» («Geysers») і складається з 22 геотермальних електростанцій із загальною встановленою потужністю 1517 МВт. До інших основних промислових зон відносяться: північна частина Солоного моря в центральній Каліфорнії (570 МВт встановленої потужності) і геотермальні електростанції в Неваді, чия встановлена потужність досягає 235 МВт.

Важливо відзначити той факт, що американські компанії є світовими лідерами в цьому секторі, незважаючи на те, що геотермальна енергетика почала активно розвиватися в країні порівняно недавно. За даними Міністерства Торгівлі, геотермальна енергія є одним з небагатьох поновлюваних джерел енергії, чий експорт з США більше, ніж імпорт. Крім того, експортуються також і технології. Геотермальна електроенергетика, як один з альтернативних джерел енергії в країні, має особливу урядову підтримку.

Філіппіни

На 2003 рік 1930 МВт електричної потужності встановлено на Філіппінських островах , в Філіппінах парогідротерми забезпечують виробництво близько 27 % всієї електроенергії в країні.

Мексика

Країна на 2003 рік перебувала на третьому місці з вироблення геотермальної енергії у світі, з встановленою потужністю електростанцій в 953 МВт. На найважливішою геотермальної зоні Серро Пріето розташувалися станції загальною потужністю в 750 МВт.

Італія

В Італії на 2003 рік діяли енергоустановки загальною потужністю в 790 МВт.

Ісландія

В Ісландії діють п'ять теплофікаційних геотермальних електростанцій загальною електричною потужністю 570 МВт (2008) , які виробляють 25 % всієї електроенергії в країні.

Кенія

У Кенії на 2005 рік діяли три геотермальні електростанції загальною електричною потужністю в 160 МВт. Існують плани щодо зростання потужностей до 576 МВт.

Росія

За даними інституту вулканології Далекосхідного Відділення Російської Академії наук , геотермальні ресурси Камчатки оцінюються в 5000 МВт. Російський потенціал реалізований тільки в розмірі трохи більше 80 МВт встановленої потужності (2009) і близько 450 млн. кВт/год річного виробітку (2009

Підсумок

Отже, основним джерелом геотермальної енергії є постійний потік тепла від розжарених надр, спрямований до поверхні землі. Цього тепла достатньо, щоб розплавити гірські породи під земною корою, перетворюючи їх на магму. Більша частина магми залишається під землею і, подібно до печі,

нагріває навколишню природу. Якщо підземні води стикаються з цим теплом, вони теж сильно нагріваються, інколи до температури 371 °С. У так званих "гарячих точках" тепло підходить так близько до поверхні, що його можна добувати за допомогою геотермальних бурових свердловин. Використання цієї енергії навіть у невеликих об'ємах може значно змінити і поліпшити енергетичний баланс будь-якого регіону. Розрахунки свідчать, що всередині Землі вміщується тепла набагато більше, ніж можна було б добути у ядерних реакторах при розщепленні всіх земних запасів урану і торію. Якщо людство буде використовувати тільки геотермальну енергію, пройде 41 млн років, перш ніж температура надр Землі знизиться хоча б на півградуса.

Список літератури

1. <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
2. <http://znaimo.com.ua/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F>
3. <http://www.ukrreferat.com/index.php?referat=32058>

В данном докладе рассмотрены вопросы геотермальной энергии, геотермальных электростанций и их роль в энергосистеме Украины.

Problems of geothermal energy, geothermal powerstation and there place in energetics of Ukraine are considered in this report.

© О.А. Діденко, А.А. Вовченко, М.Г.Новіков, 2014

ГІДРОАКУМУЛЮЮЧІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В СВІТІ

***В.Р.Евелєков, студент групи КН 121 відділення з підготовки
молодших спеціалістів відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів і природокористування
України «Ніжинський агротехнічний інститут»
Науковий керівник М.Г.Новіков, викладач - методист відділення з
підготовки молодших спеціалістів відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів і природокористування
України «Ніжинський агротехнічний інститут»***

*У даній доповіді розглянуті питання місця гідроакумуючих
електростанцій та їх роль в світовій гідроенергетиці .*

***Гідроакумуюча електростанція (ГАЕС), акумулювання
вироблюваної електроенергії, насоси, верхній басейн, напірний
трубопровід, додаткові турбіни.***

Гідроакумуюча електростанція (ГАЕС)—це гідроелектростанція ,
яка використовується для вирівнювання добово неоднорідності графіка
електричного навантаження.

Принцип роботи

Гідроакумуюча електростанція є унікальною гідроенергетичною
спорудою , за допомогою якої вдається акумулювати (запасати) електричну
енергію , повертаючи її в енергосистему в міру необхідності. У години , коли
в енергосистемі надлишок електричної енергії , (переважно - вночі) ,
гідроагрегати ГАЕС працюють в якості насосів і , споживаючи дешеву
надлишкову електроенергію , перекачують воду з нижнього басейну в
верхній акумулюючий басейн на висоту кілька десятків або сотень метрів. У
години , коли в енергосистемі утворюється дефіцит генеруючої потужності ,
переважно - в ранкові та вечірні години , гідроагрегати ГАЕС працюють в
якості генераторів і перетворюють енергію потоку води - в електричну. Вона

надходить в об'єднану систему. Враховуючи високу маневреність гідроенергетичного обладнання, число пусків оборотних гідроагрегатів ГАЕС, на відміну від звичайних ГЕС, досягає декількох сот (500-700) на місяць, а іноді становить близько 30 пусків на добу.

Історія

Будівництво ГАЕС було розпочато в Західній Європі в кінці XIX ст. В 1882р. в Швейцарії поблизу м. Цюриха була споруджена установка Летте з двома насосами потужністю по 51,5 кВт, накачували воду на висоту 153 м в резервуар ємністю 18 тис. м³. У 1894 р. на прядильної фабрики в Італії була введена в роботу установка Крев–Луїно потужністю 50 кВт з напором 64м, що працювала по тижневому циклу акумулювання: запасений в суботу і неділю об'єм води спрацьовує в робочі дні.

До 1900 р. у Німеччині, Австрії та Італії було побудовано ще кілька ГАЕС потужністю по 50 - 100 кВт. У 1912 р. в цих країнах налічувалося 7 ГАЕС з одиничною потужністю агрегатів до 3 МВт, встановлених за роздільною схемою. Це були переважно малі установки, призначенням яких було підвищення добового вироблення ГЕС, які не мали водосховищ достатньої ємності.

До 1925 р. Впровадження насосного акумулювання йшло порівняно повільними темпами. Проте в період з 1912 по 1930 р. Було побудовано 32 ГАЕС, частина яких обладнана трьома машинними агрегатами. Перші відносно великі ГАЕС були споруджені в кінці 1920-х рр.: Високонепірна ГАЕС Трєморджо потужністю 11 МВт в Італії з максимальним напором 905м і ГЕС - ГАЕС Вегіталь в Швейцарії з потужністю турбінного режиму 67 МВт, сезонним регулюванням стоку і гідроакумулювання.

До 1940 р. було введено в експлуатацію більше 40 ГАЕС. Переважною схемою в основному стали трьох машинні агрегати горизонтального виконання з одиничною потужністю агрегатів у турбінному режимі до 50 МВт. Перша оборотна гідромашина з поворотно –лопатевим робочим колесом діаметром 1,77 м і нерухомим напрямним апаратом була введена в

1934 р. на ГАЕС Бальденей в Рурі(Німеччина) : потужність у турбінному режимі 1,32 МВт при 256 об / хв і в насосному режимі 1,47 МВт при 326 об / хв; напір 8,5 – 10м. у цей же період почалося будівництво ГАЕС у США : в 1928 р. була введена ГЕС - ГАЕС Роккі-Рівер потужністю 25 МВт при максимальному напорі 74 м .

Після Другої світової війни гідроакумулювання широко почало застосовуватися також у Великобританії , Іспанії , США , Японії та інших країнах. У 1945 - 1960 рр. побудовано 27 ГАЕС потужністю 35 - 240 МВт. У цей період набули широкого поширення оборотні гідромашини , особливо в США і Японії , де всі ГАЕС , за винятком самих ранніх , обладнані такими машинами.

Переваги ГАЕС як джерела маневреної потужності визначили їх швидкий розвиток у всьому світі. Темп будівництва та введення ГАЕС різко зріс в 1960-і рр. у зв'язку з широким розповсюдженням АЕС і ТЕС з турбоблоком великої одиничної потужності і обмеженими можливостями регулювання, а також внаслідок вичерпання гідроресурсів в деяких країнах.

За даними на 1970 р., в 29 країнах світу налічувалося 148 експлуатованих ГАЕС суммарною встановленою потужністю 15,3 млн кВт . З цієї потужності на частку США припадало 3640 МВт , що становило 1,2 % встановленої потужності всіх електростанцій країни. До 1980 р. Ця частка зросла до 4 % (32 ГАЕС , 14 млн кВт) і в стадії проектування знаходилося ще 33 ГАЕС , а до 1990 р. - до 5,6 % (37,3 млн. кВт) . Більше половини ГАЕС побудовано в Німеччині , Японії , США , Швейцарії та інших країнах Західної Європи. Зокрема , в Японії кількість експлуатованих ГАЕС становить близько 50 , у Німеччині - більше 30. Частка ГАЕС в енергосистемах Західної Європи з 1,0 % в 1970 р. (6 млн кВт) До 1980 р. збільшилася до 4% (26 млн кВт). Крім того , в 1970 р. у стадії будівництва знаходилось ще 48 ГАЕС загальною потужністю близько 22 млн кВт .

Діапазон встановлених потужностей сучасних ГАЕС коливається в широких межах. З числа ГАЕС суммарною встановленою потужністю більше

100 МВт, близько 50 % мають встановлену потужність до 500 МВт , 31% - від 500 до 1000 МВт і лише 5 % - 1500 МВт і більше. Найбільш великими за встановленої потужності(в МВт) є ГАЕС : Ладінгтон (1800) , Реккун - Маунтін (1600) , БленхеймДжільбао (1200) , Кастейк (1200) , Едісон (3000) і Бас Каун -ти (2100) у США ; Альто Гессе (1200) і Лаго - Деліо (1000) - в Італії ; Дінорвік (1800) - у Великобританії та ін.

Враховуючи ефективність використання ГАЕС у загальній структурі електроенергетики , їх багатофункціональність і легку адаптаційність до конкретних вимог енергосистем і окремих енергокомплексів , темпи будівництва і введення ГАЕС в усьому світі залишаються високими.

Заданими на початок 2005 р. , у світі знаходилося в експлуатації більше 400 ГАЕС.

Після 1995 р. запроваджені ГАЕС Чісаврос в Греції (420 МВт , 1997) , Павесічаир в Болгарії (800 МВт , 1998) , Голдістал в Німеччині (1060 МВт , 2002) , СіахБише в Ірані (1140 МВт , 1996) , Гуангзхоу (2400 МВт , 2000) , Тіанхуангрінг (1800 МВт , 2001) і Хебей Цангхе - ван (1000 МВт , 2002) в Китаї та ін.

У 2006 р. введений перший енергоблок Ташлицької ГАЕС (Україна) потужністю в турбінному режимі 150 МВт , ГАЕС у Китаї (1400 МВт) , ГАЕС Корп II в Австрії (450 МВт) та ін.

Знаходяться в стадії будівництва ГАЕС Лімберг в Австрії (480 МВт , 2011-2012 рр. .) , ГАЕС між Мутзее і Ліммернзее (1080 МВт , 2015) , Грімзель -3 (400 МВт) і Іннерткірхен -3 (700 МВт) в Швейцарії , Хейміфенг в Китаї (1200 МВт , 2009), Елсінор Лейк в США (Каліфорнія , 500 МВт , 2008) та ін.

У США працює 150 блоків ГАЕС загальною потужністю 22 млн кВт .

На території Радянського Союзу до 80 - х рр. .минулого століття були побудовані і експлуатувалися тільки дві ГАЕС : Ставропольська встановленою потужністю 19 МВт , яка працює у режимі сезонного регулювання стоків Великого Ставропольського каналу , і Київська ГЕС-

ГАЕС з трьома звичайними і трьома оборотними агрегатами суммарною встановленою потужністю в турбінному режимі 225 МВт , введена в експлуатацію в 1972 р.

У 1988 р. були введені два оборотні гідроагрегати Загорської ГАЕС. Це більша з двох діючих в Росії гідроакumuлюючих електростанцій, розміщена на річці Куньє у селищі Богородское в Сергієво - Посадському районі Московської області. Є важливим структурним елементом енергосистеми Центру , беручи участь в автоматичному регулюванні частоти і перетоків потужності , а також покриваючи добові пікові навантаження в Московській і Центральній енергосистемах . Перша черга Загорській ГАЕС потужністю 1200 МВт була побудована в 1980-2003 роках , з 2007 року ведеться будівництво другої черги потужністю 840 МВт , після завершення якої Загорська ГАЕС стане найбільшою електростанцією Московського регіону.

У 1992-1998 рр. були пущені чотири оборотних гідроагрегати на Кайшадорській (Круоніській) ГАЕС в Литві. Агрегати Круоніської ГАЕС аналогічні Загорським . В даний час в Литві працює варіант відновлення будівництва Круоніської ГАЕС з доведенням до проектних параметрів (8 оборотних гідроагрегатів) або організації будівництва нової ГАЕС.

В 1963 році була побудована гідроакumuлююча електростанція (ГАЕС) Таумі Саук (TaumSauk) в штаті Міссурі. Вона призначена для стабілізації роботи інших , більш традиційних електростанцій , наприклад ГРЕС або АЕС. Режим роботи останніх міняти занадто важко, а з ГАЕС все простіше : вдень , коли потреби в електроенергії великі, воду пропускають через генератори , а вночі , коли електроенергії потрібно куди менше , цими ж генераторами закачують назад , використовуючи надлишки електрики. Для цього достатньо просто змінити напрямок обертання лопаток , а економічний ефект за рахунок денної і нічної ціни на електрику вельми відчутний.

У світі досить велика кількість гідроелектростанцій і практично всі вони розташовані біля великих річок чи озер , або на самому водному

джерелі. Але Таумі Саук порушує стандартну логічну схему і розташована в гірській частині Сан Франсуа в Міссурі майже у вісімдесяти кілометрах віднайближчого природного джерела води – річки Міссісіпі.

У 1983 році на Україні було розпочато будівництво Дністровської ГАЕС — однієї з найбільших у світі гідроакумуючих електростанцій.. Дністровська електростанція потужністю 2268 мВт повинна забезпечити надійну роботу атомних електростанцій, підвищити стабільність енергопостачання, розширити експортні можливості, а також дати значний економічний ефект.

На сьогодні :

- Потужність складає 324 мВт;
- Корисний об'єм басейна 11,5 млн. куб. м;
- Кількість агрегатів 1.

На завершенні будівництва :

- Потужність — 2947 мВт;
- Корисний об'єм 40 млн. куб. м;
- Кількість агрегатів 7

Дністровська ГАЕС має стати найбільшою гідроакумуючою станцією Європи і шостим за масштабами проектом гідроенергетики у світі. Дозволить зміцнити енергетичну конкурентоспроможність України.

Підсумок

З доповіді розуміємо, що таких гідроакумуючих електростанцій в світі багато, тому що порівняно з ТЕС і АЕС можуть швидко знижувати вироблення електроенергії при нічному зниженні енергоспоживання.

А цей факт призводить до встановлення істотно більшої комерційної вартості пікової електроенергії в енергосистемі, в порівнянні з вартістю електроенергії, що виробляється в нічний період. У таких умовах використання ГАЕС стає більш економічне і підвищує як ефективність так і надійність енергопостачання.

Список літератури

- 1) http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%93%D0%90%D0%95%D0%A1
- 2) http://www.ukrrudprom.ua/digest/Strasti_po_genpodryadu.html
- 3) <http://podrobnosti.ua/podrobnosti/2012/07/26/849370.html>
- 4) <http://www.president.gov.ua/news/25927.html>
- 5) <http://images.yandex.ua/yandsearch?text=%D0%B4%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B9+%D0%B3%D0%B0%D0%B5%D1%81>

В данном докладе рассмотрены вопросы устройства гидроаккумулирующих электростанций и их место в мировой гидроэнергетике .

Problems of construction of hydroaccumulation powerstation and there place in world hydroenergetics are considered in this report.

© *В.Р.Евелєков, М.Г.Новіков, 2014*

ПРИПЛИВНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

***М.Г.Шадура, студент групи КН 121 відділення з підготовки
молодших спеціалістів відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів і природокористування
України «Ніжинський агротехнічний інститут»
Науковий керівник М.Г.Новіков, викладач - методист відділення з
підготовки молодших спеціалістів відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів і природокористування
України «Ніжинський агротехнічний інститут»***

У даній доповіді розглянуті питання місця припливних електростанцій та їх роль в світовій гідроенергетиці.

Енергія припливів, півдобовий приплив, припливно-відпливні хвилі, одnobасейнова схема, водопропускна споруда, глуха гребля.

Енергія припливів використовувалася людьми здавна у вигляді припливних млинів на узбережжі Великобританії, Франції, Іспанії, Росії, Канади, США та інших країн. Такі установки виконувалися шляхом утворення басейну при перекритті греблями невеликих бухт, де розташовувалися колеса млинів, які оберталися під час відпливу. Діаметри колес досягали 6 м. У Великобританії подібна установка під арками Лондонського мосту з 1580 р. на протязі 250 років качала прісну воду для водопостачання.

Особливістю припливних електростанцій (ПЕС) є використання ними природної відновлювальної енергії морських припливів, природа яких пов'язана з припливоутворюючою силою, що виникає при гравітаційній взаємодії Землі з Місяцем і Сонцем. Для водяної оболонки Землі практичне значення має лише горизонтальна складова припливоутворюючої сили. Через близькість Місяця до Землі величина припливу під дією Місяця у 2,2 раза більша сонячного.

На узбережжях морів і океанів найбільш часто зустрічається півдобовий приплив, в якого за добу Місяця (24 години 50 хвилин) максимальна хвиля припливу приходить двічі

Закономірність зміни припливів в середині місяця, викликана рухом Місяця і Сонця, залишається практично незмінною для всіх місячних місяців року. Середнє значення величини припливу для всіх однойменних діб місячного місяця також є практично незмінним у річному багаторічному розрізі. Відмінною особливістю припливної енергії є і незмінність величини середньомісячної енергії для будь-якого року.

Амплітуди і форми припливно-відпливних хвиль на різних узбережжях Світового океану суттєво різняться, що пов'язано із такими факторами, як глибина, конфігурація берегової лінії тощо. Так, максимальна величина припливу Амакас, що склала 19,5 м, спостерігалась у Канаді в затоці Фанді на узбережжі Атлантичного океану, 16,3 м – у Великобританії в поймі р. Северн, 14,7 м – на півночі Франції, 11,0 м – у Росії в Пенжинській затоці Охотського моря.

Перша та найбільша припливна електростанція

Припливна ГЕС на річці Ранс (Франція) — збудована 1966 року на річці Ранс, західній її частині, де різниця між повною і малою водою може сягати 13,5 метрів.

Електростанція являє собою греблю завдовжки 750 метрів, оснащену 24 тунелями, що розташовані нижче рівня моря. Вода, що проходить через тунелі, приводить у дію турбіни, що виробляють електрику. Станція має потужність, достатню для забезпечення електричною енергією такого міста як Ренн протягом усього року. Потужність станції складає 240 МВт. Відтоді, як працює гребля, випадів забруднення морського середовища не зафіксовано. Численні види тварин живуть в естуарії, улови риби не зменшуються.

Для спорудження ПЕС необхідні сприятливі природні умови, що включають: значні припливи ($A > 3-5$ м); контур берегової лінії (бажано з

утворенням затоки), який дозволяє відділити від моря басейн для роботи ПЕС при мінімальній довжині та висоті перегороджуючої греблі, сприятливі геологічні умови її підмурку.

Загальний потенціал, можливої для використання припливної енергії, у всьому світі орієнтовано оцінюється за потужністю в 1 млрд. кВт, а за виробленням – 2000 млрд. кВт·год, у тому числі в Росії – біля 250 млрд. кВт·год.

Типи ПЕС

1-й тип

Для ПЕС в основному використовується найбільш ефективна однобасейнова схема з односторонньою і двосторонньою дією. До складу споруд припливних електростанцій входять будівля для ПЕС, водопропускна споруда і глуха гребля.

При однобасейновій схемі двосторонньої дії досягається найбільш повна відповідність роботи ПЕС природному циклу припливів і відпливів. Схема передбачає, що на початок припливу опущені засувки відділяють басейн від моря і при досягненні необхідного мінімального напору (між рівнями моря і басейну) починають працювати турбіни, використовуючи потік води з моря в басейн, і відбувається наповнення басейну. Коли перепад між морем і басейном досягає мінімуму, відключаються турбіни, засувки піднімаються і відбувається вирівнювання рівнів у морі та басейні, після чого засувки закриваються, відділяючи басейн від моря. У період відпливу при досягненні необхідного напору (між рівнями басейну і моря) включаються турбіни і відбувається зпорожнення басейну. Потім цикл повторюється

При роботі припливних електростанцій в енергосистемі, де спостерігається надлишок електроенергії в провальній частині графіка навантажень, можливе використання однобасейнової схеми двосторонньої дії з помповою підкачкою, що потребує встановлення оборотних агрегатів. Ці агрегати, працюючи в помповому режимі у період провалу в графіку навантажень, збільшують об'єм води в басейні й дозволяють збільшити вироблення

електроенергії при відпливі, зпрацьовуючи додатковий об'єм при збільшеному напорі.

При однобасейновій схемі односторонньої дії спрощується цикл роботи ПЕС і її робота відбувається в одному напрямі при спорожненні або заповненні басейну, причому більш ефективною є робота турбін по схемі зі спорожненням басейну. За такою схемою також може використовуватися помпова підкачка зі встановленням оборотних агрегатів. У залежності від конкретних умов для одних ПЕС більш ефективною може бути схема односторонньої дії, для других – двосторонньої.

Режим роботи ПЕС характеризується специфічними особливостями, пов'язаними з циклічністю припливів. ПЕС виробляє електроенергію протягом доби перервно у періоди припливів, які, однак, не співпадають у часі з піком у добовому графіку навантаження енергосистеми. У зв'язку з цим більш ефективна робота ПЕС в енергосистемах може бути досягнута при встановленні на них оборотних агрегатів, що дозволяє краще вписати цикл роботи ПЕС в графік навантаження енергосистеми. У цьому випадку ПЕС можуть також приймати участь в покритті пікової частини графіка навантаження.

В умовах низьких напорів на ПЕС знайшли застосування горизонтальні капсульні оборотні агрегати. Останнім часом на проєктованих потужних ПЕС розглядається ефективність використання горизонтальних агрегатів з ортогональними (поперечно-струйними) гідротурбінами.

Виконання широкомасштабних робіт зі створення нових технологій і обладнання для ПЕС, застосування наплавного методу будівництва і нового гідроагрегату з ортогональною турбіною з к.к.д. до 70%, що являє собою поперечно-струйну турбіну, здатну обертатися в одну сторону при припливах і відпливах, дозволяє значно знизити капітальні вкладення і підвищити економічну ефективність ПЕС.

Для оптимізації роботи ПЕС режим її експлуатації розраховувався, виходячи з параметрів природного ходу рівнів припливів, графіків

навантаження енергосистеми і зміни вартості електроенергії, обмеження коливань рівнів за умовою пароплавства, природоохоронних вимог та ін. ПЕС видає гарантовану середньомісячну і середньорічну електроенергію, забезпечуючи економію палива при вартості енергії, що виробляється, нижчою, ніж на ТЕС і АЕС.

2 –й тип

Другий варіант ПЕС дозволяє взагалі обходитися без греблі: на дні моря недалеко від берега встановлюються генератори з лопатями (подібно вітрякам), які обертаються водою, що рухається під час припливів і відпливів. Перша в світі комерційна припливна електростанція «SeaGen», розроблена компанією «MarineCurrentTurbines» (МСТ), встановлена в Північній Ірландії у вузькій морській затоці ЛохСтренгфорд, швидкість потоку води в припливі й відпливі в якій може перевищувати чотири метра за секунду, і підключена до національних енергомереж. Її потужність 1,2 МВт.

Ефективність використання відновлювальної енергії потужних ПЕС може бути досягнута в умовах об'єднаних систем при роботі разом з ТЕС, АЕС, ГЕС і ГАЕС, завдяки чому при переривистій роботі ПЕС у добовому циклі може забезпечуватися її оптимальне вписування у графік навантаження енергосистеми. Так, у період вироблення максимальної потужності ПЕС (при максимальній величині припливу) ГЕС з регулюючими водосховищами можуть відповідно знизити свою потужність і за рахунок цього збільшити потужність та вироблення енергії у період пікової частини графіка навантажень, у період роботи в помповому режимі ПЕС використовує надлишкову енергію ТЕС і АЕС

Тривалий досвід експлуатації цих ПЕС показав їх роботоздатність і ефективність. У багатьох країнах, узбережжя яких омивається океанами, ведуться роботи з використання припливної енергії.

Біологічні і фізичні наслідки будівництва приливних електростанцій.

Фізичні наслідки. Коли ми дивимося на припливи з їх загрозливою енергією, нам варто подумати про вплив на навколишнє середовище

припливних басейнів. Зосередимося на фізичних змінах, що можуть відбутися з морської сторони припливної електростанції.

Амплітуда припливу може збільшуватися усього лише на 30 см, але навіть така невелика зміна загрожує серйозними наслідками. Припливні води, що надходять, можуть піднятися на 15 см, а це здатне привести до вторгнення морської води в прибережні колодязі і створити загрозу для будівель, розташованих поблизу верхньої відмітки припливу. Можливе прискорення берегової ерозії, а низинні ділянки, включаючи дороги, будуть затоплятися, коли шторми і припливи, що збільшилися, об'єднують зусилля. Берегова смуга буде практично непридатна для використання через більш високі припливи. Оцінки площі берегової смуги, що може бути загублена через приливне затоплення, коливаються від 17 до 40 квадратних кілометрів. Звичайно, місцеві втрати залежать від крутизни схилу і характеру берега. Відплив, що може виявитися нижче на 15 см, здатний утруднити доступ до човнів і до води з причалів. Збільшена висота припливу може викликати надходження більш солоної води в устя річок і цим змінити співвідношення водних організмів, що живуть там. Зі збільшенням амплітуди припливів виникнуть посилені припливні плинні, на 5-10% більш швидкі, що може привести до розмивання і переносу піщаних відмілин і до заповнення піском існуючих судноплавних рукавів, а в результаті до необхідності складання нових навігаційних карт. Але в цьому випадку судна незабаром почнуть застрягати, у міру того як проходи будуть змінюватися через переміщення піску.

Сьогодні у світі експлуатуються:

З 1967 р. ПЕС «Ля Ранс» (Франція) потужністю 240 МВт, з 1968 р. Кислогубська ПЕС (Росія) потужністю 0,4 МВт, з 1984 р. ПЕС Аннаполіс (Канада) потужністю 20 МВт, 5 невеликих ПЕС в Китаї загальною потужністю 4,3 МВт, в тому числі збудована в 1985 р. ПЕС «Цзянсянь» потужністю 3 МВт, завершується будівництво ПЕС на озері Сихва в Південній Кореї потужністю 254 МВт.

Проекти потужних ПЕС розробляються:

у Великобританії – ПЕС Северн потужністю 8,6 млн. кВт, у Канаді – Кемберленд (1,15 млн. кВт) і Кобекуїд (4 млн. кВт), в Індії – ПЕС потужністю 7,4 млн. кВт в Камбейській затоці, а в Росії – Мезенська (8 млн. кВт) і Тугурська (3,6 млн. кВт), початок будівництва яких передбачається у період до 2020 р. У перспективі розглядається можливість створення гігантської Пенжинської ПЕС потужністю до 87 млн. кВт.

Висновки

Припливні електростанції є новим напрямом енерговиробництва. Потенційна енергія припливів має значні ресурси.

Найбільш суттєвий недолік ПЕС – нерівномірність їх роботи протягом місячної доби і місяця, що відрізняються від сонячних. Це не дозволяє систематично використовувати енергію у періоди максимального споживання її в системі. Компенсація нерівномірності роботи ПЕС можлива шляхом сумісної роботи її з ГАЕС. В той час, коли надлишкова потужність виробляється ПЕС, ГАЕС працює у насосному режимі, споживаючи цю потужність і перекачуючи воду у верхній басейн. Під час спадів у роботі ПЕС, ГАЕС працює у генераторному режимі і віддає електроенергію у систему. Технічно такий проект дуже добрий, але вартість його велика за рахунок великої вартості потужних електричних машин, що необхідно встановлювати.

Отже, велика вартість припливних станцій і труднощі, що пов'язані з нерівномірністю їх роботи (пульсуючий характер видачі потужності), не дозволяють поки що вважати припливні станції достатньо ефективними, в зв'язку з чим їх розвиток іде повільно.

Список літератури

1. Бабієв Г.М., Дероган Д.В., Щокін А.Р. Перспективи впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні. // ЕЛЕКТРИЧНИЙ Журнал,- Запоріжжя: ВАТ "Гамма",1998 №1, - С.63-64.

2. Дероган Д.В., Щокін А.Р. Перспективи використання енергії та палива в Україні з нетрадиційних та відновлюваних джерел.//Бюл. "Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії", Київ: АТ "Укренергозбереження", 1999.- №2, - С.30-38
3. www.energetika.in.ua
4. www.ua.convdocs.org
5. www.uk.wikipedia.org

В данном докладе рассмотрены вопросы устройства приливных электростанций и их место в мировой гидроэнергетике .

Problems of construction of reveal power-station and there place in world hydroenergetics are considered in this report.

© М.Г.Шадура, М.Г.Новіков, 2014

3

СЕКЦІЯ. Модернізація вищої аграрної освіти в умовах стрімкого розвитку інноваційних технологій

УДК 378.141.5:621.81.001

Бондар М.М., к.пед.н., Куценко А.Г., к.ф.-м.н.,

Черниш О.М., к.т.н., Яременко В.В. к.т.н.,

НУБіП України,

м. Київ, Україна

**Особистісно-розвивальний підхід в організації наукової роботи студентів
кафедрою дослідницького університету**

Організація наукової роботи студентів в університеті дослідницького типу вимагає переходу до особистісно-орієнтованої системи навчання. Це розглядається як органічне поєднання ефективного навчання та особистісно-значимої наукової діяльності окремого суб'єкта. Необхідно суттєво змінити концептуальні засади організації науково-дослідної роботи студентів та слухачів магістратури. Головним завданням науково-педагогічних працівників кафедри дослідницького університету є створення найкращих умов для становлення особистості. Формування у майбутнього науковця стійких мотиваційних механізмів самостійного розвитку.

Ключові слова: дослідницький університет, особистісно-розвивальний підхід, наукова робота, творче технічне мислення, майбутні аграрники.

Постановка проблеми: відповідно до національної доктрини розвитку освіти України у XXI столітті, пріоритетними напрямками державної політики щодо розвитку освіти є: особистісна орієнтація освіти; формування національних та загальнолюдських цінностей; постійне підвищення якості освіти, оновлення її змісту та форм організації навчально-виховного процесу; розвиток системи безперервної освіти та навчання протягом життя; інтеграція вітчизняної освіти в європейський та світовий освітній простір. Життєво важливим, актуальним сьогодні є створення й впровадження системи неперервного навчання та виховання для досягнення високих освітніх рівнів, забезпечення можливостей духовного збагачення

особистості, формування інтелектуального потенціалу нації.

Пришвидшений розвиток науки й техніки, поява нових, сьогочасних сфер професійної діяльності, в тому числі діяльності, пов'язаної із науковими дослідженнями в інженерній сфері, породжує необхідність значного підвищення якості підготовки майбутніх фахівців-аграрників саме дослідницького спрямування. Ці важливі чинники висувають перед педагогічною наукою та практикою вищої школи визначні завдання – розвиток наукової компоненти діяльності дослідницьких університетів через створення відповідних наукових підрозділів (науково-дослідні інститути і науково-дослідні станції, проблемні науково-дослідні лабораторії тощо). При цьому, важливим науково-практичним завданням є не просто забезпечити глибоке й надійне засвоєння визначеної суми знань, але в значно більшій мірі – створення відповідних умов для розвитку творчого потенціалу кожної людини.

Аспекти провадження науково-дослідної діяльності при підготовці майбутніх фахівців у сфері інженерії агробіосистем як галузь педагогічних знань привертають ще недостатню увагу вчених-методистів і потребують всебічного наукового дослідження в умовах вищого аграрного навчального закладу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій: показав, що сучасна освітня ситуація в Україні свідчить про нагальну необхідність впровадження ефективних підходів в організацію наукової роботи студентів кафедрами дослідницьких університетів. В тому числі і педагогічних технологій, орієнтованих на розвиток особистості студента [1, с.92; 2, с.65; 3, с.8]. У цьому аспекті В.Ю. Стрельніков слушно виділяє чотири основних детермінанти, які спонукають організовувати навчально-виховний процес на засадах особистісно-розвивального підходу, зокрема: а) перехід людства до інформаційного (постіндустріального) суспільства, а нашої країни – до нових ринкових умов; б) державне й суспільне замовлення вищій школі на підготовку високоосвіченої інтелектуальної еліти; в) особливості соціо-

культурної модернізації українського суспільства, які ставлять освіту в центр осмислення реалій і перспектив розвитку потенціалу нашого народу; г) суспільна вимога гуманізації й демократизації середніх і вищих навчальних закладів, які б не ставилися до учня й студента як до об'єктів [4, с.243].

Ректор НУБіП України академік Д.О. Мельничук зазначає, що найбільш високий міжнародний імідж з них мають ті університети, кому вдалось сформувати та інтегрувати у своїй структурі три основних види діяльності – освітянську, дослідницьку та науково-інноваційну. Остання має зближувати університет з тією чи іншою виробничою сферою і є базою для розвитку в ній високоінтелектуального бізнесу. В Україні більшість університетів мають досить потужну освітянську систему, але їх дослідницька матеріально-технічна база та фінансування науково-дослідних робіт дуже слабкі. Щодо інноваційної діяльності, то вона потребує суттєвих змін законодавчої бази, і в Україні започаткована лише в деяких вишах. Всі ці три види діяльності ще дуже далекі від їх реального і ефективного інтегрування, що значною мірою не сприяє зближенню університетів як з НДІ академій наук, так і з виробничою сферою. До того ж, нинішня система інтегрування згаданих трьох видів діяльності базується, як правило, на окремих договірних стосунках, які характеризуються слабкою взаємною відповідальністю, а тому і низькою ефективністю за кінцевим результатом. Тому, маючи на меті посилення економічного розвитку і конкурентоспроможності нашої держави, слід якомога швидше інтегрувати у структурах провідних університетів освітянську, дослідницьку та науково-інноваційну види діяльності, зблизитися з виробництвом – забезпечити кадрами і науковим супроводом виробництва [5, с.5; 6, с.1].

В зв'язку із чим концепція освітянської діяльності НУБіП України визначається його статусом національного університету дослідницького типу, головна мета якого інтегрування у світову освітянську систему та утвердження у статусі міжнародного.

Мета статті: полягає в узагальненні завдань щодо напрямків реалізації методологічних положень особистісно-розвивального підходу в організації наукової роботи студентів та слухачів магістратури кафедри університету дослідницького типу.

Виклад основного матеріалу. Отже, у масовій практиці діяльності вищих аграрних навчальних закладів з навчання загальноінженерних дисциплін накопичений певний досвід формування репродуктивного мислення, що не відповідає сучасним вимогам [7, с.14]. Основними недоліками наявного досвіду є фактологічне навчання, недостатнє вивчення творчих здібностей студентів, формування в них стереотипу наслідування зразкам, еталонам, готовим рішенням, що сковують творчу думку й творчу ініціативу. Для виходу з вказаного становища необхідно застосувати особистісно-розвивальний підхід [8, с.425].

Аналізуючи пройдений за останні 20 років шлях реформування Національного університету біоресурсів і природокористування України (рис. 1), можна відзначити, що основою успіху є правильно обрана на початку 90-х років минулого століття стратегія розвитку університету, яка включала такі етапи: а) вивчення системи освіти передових університетів світу та розробка на цій основі модернізованих навчальних планів і програм підготовки фахівців, відповідного методичного забезпечення на державній мові, створення автономного самоврядного університету і визнання в кінцевому підсумку системи освіти, що відповідала системам освіти кращих університетів світу; б) розвиток наукової компоненти діяльності університету через створення відповідних наукових підрозділів (науково-дослідні інститути і науково-дослідні станції, проблемні науково-дослідні лабораторії тощо). Свідченням високого рівня наукоємності у діяльності університету є те, що в структурі його бюджету ця компонента становить близько 25%; в) розвиток інноваційної складової діяльності університету через створення відповідних інноваційних структур.

На базі університету створено інтегровану систему освіти, яка дає

можливість студентам магістратури оволодівати глибокими фаховими, правовими, екологічними, політологічними, управлінськими, соціально-гуманітарними, психолого-педагогічними знаннями. Мета такої підготовки – забезпечення потреб міністерств, відомств, обласних, районних та міських державних адміністрацій, вищих навчальних закладів, науково-дослідних інститутів, організацій, установ, фірм та підприємств різних форм власності фахівцями, які здобули поглиблені спеціальні професійні знання та вміння інноваційного характеру, отримали відповідний досвід їх застосування і підтвердили це виконанням та захистом магістерської роботи.

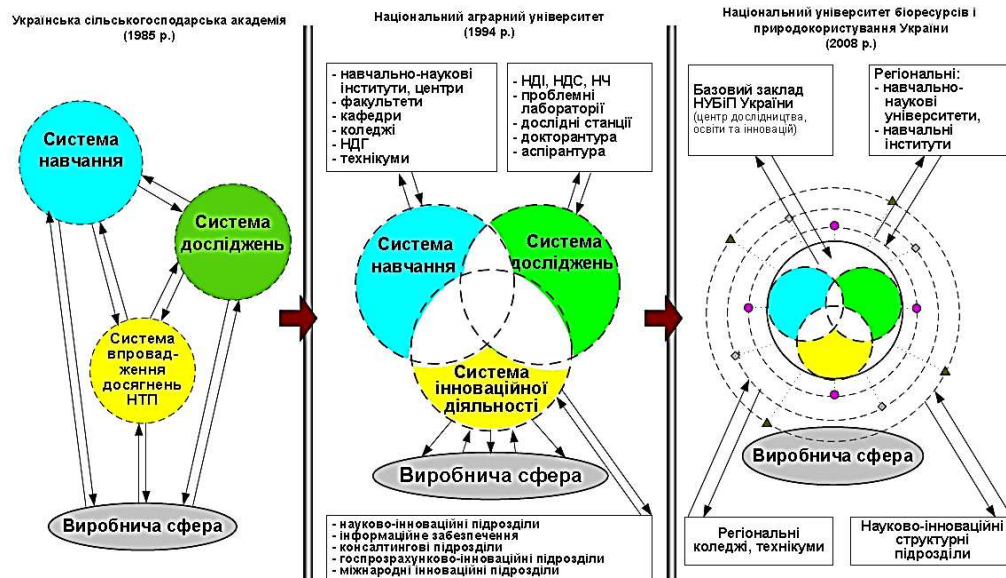


Рис. 1. Стратегія розвитку Національного університету біоресурсів і природокористування України [9].

В університеті дослідницького типу, ефективна організація науково-дослідної роботи студентів та слухачів магістратури здійснюється під керівництвом відповідних кафедр та направлена на виконання завдань, що стоять перед відповідною галуззю. Зміст науково-дослідної роботи студентів та слухачів магістратури із окремих спеціальностей повинен повністю відповідати профілю навчання а організаційна робота виконується у відповідності із загальними планами навчальної та наукової роботи

навчально-наукового інституту дослідницького університету.

Кафедра розробляє тематику науково-дослідних робіт і рекомендує її студентам та слухачам магістратури для ознайомлення та вибору конкретної теми дослідження. На засіданні кафедри затверджується тема дослідження для кожного студента та науковий керівник з числа викладачів кафедри або наукових співробітників навчально-наукового інституту. Тобто, науково-дослідна робота студентів є невід'ємною складовою наукової діяльності університету і першим етапом у підготовці наукових кадрів. Вона є одним із важливих засобів підвищення якості підготовки фахівців з вищою освітою, розширення загального та професійного світогляду.

Узагальнюючи зазначене, маємо констатувати, що основними завданнями науково-дослідної роботи студентів є: залучення талановитої молоді до наукових досліджень; організація участі студентів в конкурсах студентських наукових робіт; організація участі студентів у студентських наукових конференціях, олімпіадах; навчання методиці й засобам самостійного вирішення наукових і технічних задач, стилю й навичкам праці в наукових колективах, ознайомлення з методами організації їх роботи.

Відтак, науково-дослідницька робота студентів у нашому університеті починається ще із участі в наукових гуртках на першому і другому курсі. На старших курсах – спектр можливостей розширюється і дослідницька діяльність проводиться в інших формах, хоча й гурткова робота теж не припиняється.

Науково-педагогічні працівники кафедр Технічного ННІ НУБіП України вбачають кінцеву мету роботи гуртків інженерного спрямування у творчому застосуванні студентами та слухачами магістратури наукових принципів для проектування або розробки структур, машин, апаратури, виробничих процесів аграрної галузі, або робота по використанню їх окремо чи в комбінації; конструювання або управління тим же самим із повним знанням їх дизайну; передбачення їх поведінки під певними експлуатаційними режимами. Тут, інженерна справа реалізується через

застосування як наукових знань, і практичного досвіду (інженерні навички, уміння) з метою створення (в першу чергу проектування) корисних технологічних і технічних процесів та об'єктів, які реалізують ці процеси.

Проте відомо що, одне із основних лих українських аграрних товаровиробників стосовно зовнішнього ринку та конкуренції з імпортними продуктами на внутрішньому ринку – це відставання нашої продукції від сучасних вимог споживача, неможливості дотримання міжнародних стандартів на застарілому обладнанні. В зв'язку із чим, інноваційна стратегія це основний інструмент підтримки високого конкурентоспроможного рівня українського товаровиробника. У глобальному аспекті досягнення поставленої мети сприятиме зростанню продовольчої безпеки держави та поліпшенню достатку громадян України. Нажаль, саме інноваційна діяльність кафедр вищих навчальних закладів потребує суттєвих змін законодавчої бази, і в Україні ефективно проводиться лише в деяких провідних університетах.

Кафедра механіки та опору матеріалів Національного університету біоресурсів і природокористування України має позитивний досвід в організації здійснення змін шляхом впровадження чогось нового. Так, на кафедрі, системно, протягом декількох років впроваджується інноваційна діяльність як процес трансформування нових ідей в об'єкт економічних відносин за алгоритмом відображенням на рис. 2.

Одним із важливих кроків для вирішення вищенаведених проблем стало створення в університеті Українського навчально-науково-інноваційного центру новітньої сільськогосподарської техніки і технологій, який сприятиме утвердженню принципів системного інжинірингу при використанні ресурсного потенціалу агропромислового комплексу України. Діяльність Центру базується на діючих й новостворених навчально-науково-виробничих модельних підприємствах, які в єдиному комплексі об'єднують новітні науково-практичні результати у сфері виробництва і переробки продукції рослинництва й тваринництва, розвитку поновлювальної

енергетики, з урахуванням вимог охорони довкілля, якості та безпеки продукції АПК, а також із використанням досвіду провідних університетів світу.

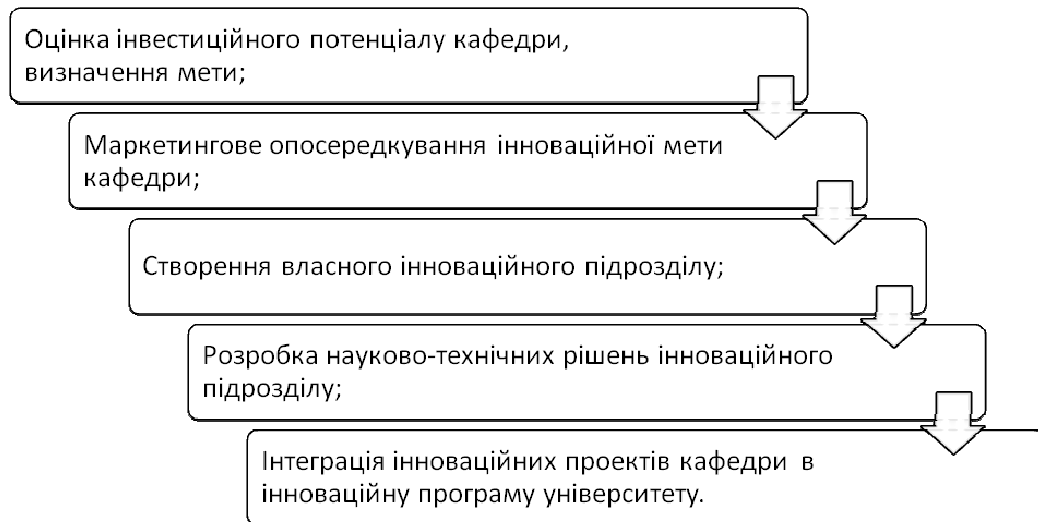


Рис. 2. Алгоритм забезпечення трансформування нових ідей в об'єкт економічних відносин.

Створення цього Центру є поштовхом для виробництва більш високоякісної техніки і обладнання для сфери АПК та ширшому використанню вітчизняних комплексних технологій і новітньої техніки у сільських регіонах, розробці, адаптації та тиражуванню високотехнологічних енергоощадних систем й спеціального обладнання, а у глобальному аспекті – зростанню економічної та енергетичної безпеки держави та добробуту громадян. Крім того, формування фахівців-аграрників передбачає поєднання навчальної та виховної роботи. Це дозволяє готувати не просто висококваліфікованих фахівців, конкурентоздатних на ринку праці, а й забезпечує формування гармонійно розвиненої особисті кожного студента. Тут, розвивальне навчання, визначено як спрямованість принципів, методів і засобів навчання на досягнення найбільшої ефективності розвитку пізнавальних можливостей студентів (сприймання; мислення; пам'яті; уяви тощо), формування пізнавальної самостійності, інтересу до навчально-

пізнавальної діяльності, мотиваційно-ціннісної сфери особистості. Принципова новизна концепції розвивального навчання полягає у тому, що в ній вперше навчання й розвиток розглянуто як два взаємообумовлених процеси, хоч і тісно пов'язаних між собою, але різних за своїми джерелами, механізмами, закономірностями. Як система навчання воно орієнтує дидактичний процес на потенційні можливості того, хто навчається, та на їх реалізацію. Структура такого навчання характеризується тричленним зв'язком — «мета ↔ засіб ↔ контроль»: постановка навчального завдання, його розв'язання у педагогічній взаємодії та організація оцінювання винайденого способу дій. Самостійна навчально-наукова пізнавальна діяльність суб'єктів учіння є джерелом опанування способів діяльності, які в процесі їх конструювання розвиваються [10, с.106].

Розвивальне навчання спирається на низку специфічних дидактичних принципів та вимог, зокрема:

- змістового узагальнення, згідно з яким загальні знання передують знанням окремим, конкретним;
- ведуча роль теоретичних знань;
- індивідуалізація й диференціація навчання;
- проблемного навчання;
- пізнавально-потребнісний характер оволодіння знаннями;
- ставлення до студента як до суб'єкта діяльності;
- створення в аудиторії позитивного емоційного фону;
- врахування й використання закономірностей розвитку, пристосування до рівня й особливостей індивіда;
- реалізація навчання на основі розв'язання навчальних завдань, у зоні найближчого розвитку особистості;
- організація продуктивного, ділового спілкування як джерела інтенсивного розвитку почуттів, емоційної сфери студентів;
- оцінювання навчальних досягнень з огляду на суб'єктивні пізнавальні можливості студентів.

При реалізації зазначених принципів і вимог до організації науково-дослідної роботи студентів та слухачів магістратури в університетах дослідницького типу має інтенсивно розвиватися теоретичне, творче мислення, що є одним із найважливіших результатів розвивального навчання та відповідає принципам особистісно-розвивального підходу.

Висновки:

1. Необхідно суттєво змінити концептуальні засади організації науково-дослідної роботи студентів та слухачів магістратури в університетах дослідницького типу, в їх основу слід покласти принципові положення *особистісно-розвивального підходу*, які перш за все враховують особистість студента, його потреби, мотиви, нахили й уподобання. Сучасний студент основну увагу повинен приділяти самостійній навчально-науковій праці, розвитку своїх творчих здібностей і задатків.

2. Встановлено, що на розвиток творчого науково-технічного мислення й формування інженерних умінь студентів значний вплив здійснюють потребо-мотиваційна та емоційно-вольова сфери особистості.

Список літератури:

1. Подмазін С.І. Автентична особистість як мета сучасної освіти // Директор школи. Україна, – 2000, – № 4, – С. 92-100.
2. Гецевич Т. Особистісно-орієнтоване навчання // Вересень, 2000, № 2(12), – С. 65-69.
3. Пехота О.М. Особистісно-орієнтована освіта і технології // Вересень, – 2003. – № 4, – С. 8-20.
4. Стрельніков В.Ю. Критерії технологій навчання, орієнтованих на розвиток особистості // Нові технології навчання: Наук. –метод. зб. – К.: Наук.метод.центр вищої освіти, 2003. – Вип. 35. – С. 243-250.
5. Мельничук Д.О. Реформування діяльності структури і статусу Національного аграрного університету України // Аграрна наука і освіта – 2003, – № 4. – С. 5-19.

6. Мельничук Д.О. Від атестації університету за освітніми стандартами США – до справді міжнародного визнання. // «Університетський кур'єр» газета НУБіП України №2(1958) 26 березня 2014 р – С.1-3.

7. Дмитриченко М.Ф., Русановський О.К., Сидоренко В.К., Терещук Г.В. Принцип системності як визначальна умова розвитку технічного мислення майбутнього фахівця // Проблеми інженерно-педагогічної освіти. – Х.: УІПА, 2005. – Вип. 11. – С. 14-17.

8. Кузнєцова С.В. Розвиток пізнавальної самостійності майбутніх інженерів засобами самостійної роботи / С.В. Кузнєцова // Нові технології навчання. – Київ-Вінниця, 2009. – Спеціальний випуск № 58. – Ч. 1. – С. 425-433.

9. <http://nubip.edu.ua/node/3980>

10. Бондар М.М. Розвивальне навчання майбутніх аграрників засобами загальноінженерних дисциплін: Монографія. – Ніжин: АСПЕКТ – Поліграф, 2007, – 249 с.: іл.

Аннотация: организация научной работы студентов в университете исследовательского типа требует перехода к личностно-ориентированной системы обучения. Это рассматривается как органическое сочетание эффективного обучения и личностно-значимой научной деятельности отдельного субъекта. Необходимо существенно изменить концептуальные основы организации научно-исследовательской работы студентов и слушателей магистратуры. Главной задачей научно-педагогических работников кафедры исследовательского университета является создание наилучших условий для становления личности. Формирование у будущего ученого устойчивых мотивационных механизмов самостоятельного развития.

Ключевые слова: исследовательский университет, личностно-развивающий подход, научная работа, творческое техническое мышление, будущие аграрии.

Annotation: organization of the advanced study of students in the university of research type requires passing to the personality-oriented departmental teaching. It is examined as organic combination of effective studies and personality-meaningful scientific activity of separate subject. It is necessary substantially to change conceptual principles of organization of research work of students and listeners of magistracy. The main task of teaching and research staff of department of research university is creation of the best terms for becoming of personality. Formation of a future scientist stable motivational mechanisms the independent development of.

Keywords: research university, personality-developing approach, advanced study, creative technical thinking, future agrarians.

© М.М. Бондар, А.Г. Куценко, О.М. Черниш, В.В. Яременко, 2014

УДК 378.17:796.1

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗДОРОВ'Я СТУДЕНТІВ ВП НУБІП
УКРАЇНИ «НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
ЗА ДОПОМОГОЮ ІГРОВИХ ВИДІВ СПОРТУ**

**Ю.К.БУЛАВЕНКО, старший викладач ВП НУБіП України
«Ніжинський агротехнічний інститут»**

**С.Г.ЛИСЕНКО, старший викладач ВП НУБіП України
«Ніжинський агротехнічний інститут»**

У статті висвітлюється одна із основних проблем сучасної студентської молоді – зниження рівня здоров'я за роки навчання у ВНЗ. Стан здоров'я сучасної студентської молоді став предметом уваги багатьох дослідників. Висока цікавість до цієї проблеми пов'язана, передусім, з погіршенням за останній час в Україні стану здоров'я молоді, яка навчається. Причиною ситуації, що склалась, став спосіб життя студентів: нерациональна праця, недостатність відпочинку; зниження рухової активності; надлишок інформації; значні навчальні і емоційні перенапруження, хронічне недосипання стали причиною малорухомого способу життя студентів. Заняття ігровими видами спорту знайомі студентам ще зі школи. Це сприяє підвищенню зацікавленості в регулярних заняттях фізичним вихованням і зростанню рівня рухової активності. Тому потрібно опрацьовувати різні способи та методики залучення їх до регулярних занять. У статті наведені результати обробки літературних джерел з даної проблеми.

Ключові слова: *ВНЗ (Вищий навчальний заклад), рівень здоров'я, рухова активність, ігрові види спорту.*

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень. У сучасних умовах розвитку проблеми низького рівня здоров'я студентів, досить важливим є вивчення та впровадження всіх можливих способів залучення студентів до

«Copyright ©»

здорового способу життя, основою якого є оптимальна фізична активність.

Під час опрацювання літературних джерел з даної проблеми ми визначили, що не зважаючи на те, що фізичне виховання як навчальна дисципліна є найбільшим полем для формування здорового способу життя студентської молоді, у вищих навчальних закладах, значно знизилось навантаження, відведене на фізичну культуру. Перенавантаження студентів іншими предметами, нераціональний відпочинок та психологічно важкий період адаптації до студентського життя знижують не тільки мотивацію до занять, а й можливість виділити час на них. Багато студентів не витримують навчальних навантажень і через постійну втому та не досипання не мають бажання займатись фізичною культурою. А студенти, які тренуються регулярно і професійно займаються будь-яким з видів спорту, не встигають виконувати потрібні навчальні завдання з інших предметів.

Дослідження організації спортивно-оздоровчої діяльності студентів до сьогоденішнього часу проведено недостатньо. Зовсім не проводилися дослідження ролі вищого навчального закладу в активізації спортивно-оздоровчої діяльності студентів у навчальний, позанавчальний та вільний час.

Ми згодні зі словами таких фахівців як С.Канішевський, Р.Раєвський, Г.Іванова та іншими вченими, які пропонують змінити систему фізичного виховання студентів ВНЗ, а також відзначають необхідність постійного вдосконалення навчального процесу з фізичного виховання. Навчальний процес фізичного виховання студентської молоді повинен бути не просто цікавим заняттям для проведення часу, він повинен індивідуально підбиратися для певної групи студентів також за рівнем фізичного розвитку. Адже студент, який буде виконувати не посильні для нього навантаження, втрачатиме цікавість до занять через віддаленість вагомих видимих результатів фізичного розвитку. Примусові заняття студентів не цікавими для них видами спорту тільки погіршують ситуацію, що склалась у ВНЗ.

Це свідчить про нагальну потребу розробки нових науково обґрунтованих шляхів удосконалення організації фізичного виховання у ВНЗ з метою

запобігання подальшому погіршенню стану здоров'я та фізичної підготовленості студентської молоді.

Мета та завдання дослідження. Узагальнення теоретичних даних, що стосуються підвищення рівня здоров'я студентів ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут» за допомогою занять ігровими видами спорту.

Основними завданнями є: проведення аналізу літературних джерел; узагальнення отриманих даних.

Для вирішення цих завдань було використано такий метод: теоретичного аналізу і узагальнення даних науково-методичної літератури, практичного досвіду і емпіричних матеріалів наукового дослідження.

Виклад основного матеріалу. Підвищення рівня здоров'я і розвиток необхідних фізичних якостей прямо пов'язані з руховою активністю студентів, яка на жаль, знижується як за час навчання у школі, так і впродовж навчання у ВНЗ.

За оцінками фахівців, в організації фізкультурно-оздоровчої роботи зі студентами, наразі існує низка суттєвих недоліків, серед яких малий обсяг навчального часу, відведеного на обов'язкові заняття фізичною культурою, незадовільне фінансове та матеріально-технічне забезпечення організації фізкультурно-оздоровчої роботи зі студентською молоддю та, насамперед, низька мотивація студентів до занять. Аналіз літературних даних свідчить про те, що традиційна форма фізкультурних занять сприяє зниженню зацікавленості студентів до процесу фізичного виховання та призводить до «відбування» навчальних занять з цього предмету. Потрібно впроваджувати нові методи мотивації студентів до занять. Багато фахівців вважають, що це можливо лише за умови надання вибору виду спортивної діяльності, тільки таким чином звертаючи увагу на бажання студентів займатись тим чи іншим видом спорту можна забезпечити підвищення їхнього рівня фізичної активності.

На думку багатьох вчених, найкращим є надання вибору серед ігрових видів спорту. Адже при заняттях саме ними студенти не тільки підвищують рівень своєї фізичної активності, але й перебувають у колективі, що ще більше спрямовує їх на заняття.

Вивчення динаміки фізичного розвитку, фізичної підготовленості та стану здоров'я студентів за весь період навчання у ВНЗ показує, що темпи приросту показників фізичної підготовленості в них після другого курсу сповільнюються, а на четвертому і п'ятому навіть помітно знижені. У старшокурсників, які покинули обов'язкові заняття з фізичного виховання і не займаються самостійно фізичними вправами та спортом, чітко проявляється зниження фізичної працездатності та погіршення стану здоров'я [6].

Фахівці, розуміючи невтішний стан даної проблеми, вимагають диференційованого підходу не тільки до застосування засобів фізичної культури і спорту, але й до оцінювання результатів тестування рухової підготовленості, співвідносячи їх з індивідуальним рівнем здоров'я студентів [8].

Результати проведеного дослідження виявили низький рівень мотивації студентів усіх курсів навчання до обов'язкових навчальних занять з фізичного виховання. Найголовнішим мотивом відвідування занять з фізичного виховання є отримання залікової оцінки, а для задоволення власних потреб, пов'язаних зі зміцненням здоров'я, покращенням фізичних кондицій, їх відвідує незначна кількість студентів [1, с. 14].

Традиційному змісту занять більшість студентів дають задовільну та незадовільну оцінки. Студенти пропонують замінити його і запровадити заняття за вибором, що, на їхню думку, підвищить рівень фізичної підготовленості, здоров'я, систематичність відвідування та інтерес до навчальної форми занять. Більшість опитаних студентів вважає доцільним присвячувати обов'язкові заняття одному виду спорту. Кількість таких

відповідей становить 42,5%. Решта вважають доцільними заняття загальною фізичною підготовкою, різними видами спорту та професійно-прикладною фізичною підготовкою [1, с. 15].

Зараз ведеться активний пошук нових форм і методів підвищення якості фізичного виховання майбутніх фахівців з вищою освітою. Разом з тим аналіз спеціальної літератури (О.В.Дрозд, 1998; А.І.Драчук, 2001; В.П.Краснов, 2000; А.В.Домашенко, 2003; Т.Ю.Круцевич, 2003 та інші) свідчить про те, що теперішня організація фізичного виховання у ВНЗ недостатньо ефективна для підвищення рівня фізичної підготовленості, здоров'я та інтересу значної кількості студентів до занять фізичними вправами. Дослідники відзначають, що студентська молодь байдуже ставиться до змісту обов'язкових фізкультурних занять (С.М.Канішевський, 1998; Р.Т.Раєвський, 1998; О.О.Малімон, 1999; Є.М.Свіргунець, 2001; В.В.Романенко, 2003). І, навіть, заняття фізичним вихованням у ВНЗ не зацікавлюють, а навпаки - викликають негативні емоції в студентів (М.Зайнетдинов, 1993; В.Завойська, Л.Лукашевич, 2004; Т.Круцевич, О.Нестеренко, 2004). 80% з них не відвідували б занять, якби вони не були обов'язковими (Т.В.Доровських, 2001). Ліквідовувати ці недоліки повинні навчальні заняття з фізичного виховання, які будь цікавими для теперішньої молоді. Саме тому спортивні ігри, що знайомі студентам ще з школи, мають великі переваги перед іншими видами фізичної активності.

Застосування методики фізичного вдосконалення з пріоритетним використанням засобів футболу або інших ігрових видів і параметрами навантаження, які ураховують рівень підготовленості студентів, сприяє вірогідно більш вираженому приросту функціональних можливостей та загальної фізичної підготовленості студентів ВНЗ у порівнянні з впливом занять за чинною програмою фізичного виховання [8].

Висновки. У результаті проведеного дослідження ми дійшли таких висновків:

- у фізичному вихованні студентів існує декілька суттєвих недоліків, серед яких: малий обсяг навчального часу, відведеного на обов'язкові заняття

фізичною культурою, недостатнє фінансове та матеріально-технічне забезпечення занять;

- узагальнюючи матеріали опрацьованої літератури можна сказати, що збільшення відведених годин на спортивні ігри підвищить рівень зацікавленості студентів заняттями фізичною культурою;

- слід підкреслити, що, на жаль, кількість студентів, які за станом здоров'я відвідують ЛФК та спеціальні групи, з року в рік зростає, що підтверджує висновки фахівців про незадовільний стан здоров'я студентів-медиків, який має тенденцію до погіршення.

У перспективі кафедри фізичного виховання стоїть завдання залучати якнайбільшу кількість студентів до занять ігровими видами спорту. Це дасть змогу на базі кафедри провести більш ретельні дослідження впливу занять ігровими видами спорту на рівень здоров'я студентів.

Список використаної літератури

1. Афанасьєв В.В. Оцінка фізичного стану студентів навчального відділення настільного тенісу НТУУ «КПІ» / В.В.Афанасьєв, В.К.Щербаченко // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – Харків, 2009. – № 1. – С. 5–7.

2. Базильчук В.Б. Організаційні засади активізації спортивно-оздоровчої діяльності студентів в умовах вищого навчального закладу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук із фізичного виховання і спорту: спец. 24.00.02 «Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення» / В.Б.Базильчук. – Львів, 2004. – 43 с.

3. Бондарев Д.В. Аналіз ефективності застосування модельних тренувальних завдань на заняттях зі студентами спеціалізації футбол / Дмитро Бондарев // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2004. - № 7. – С. 21-23.

4. Бондарев Д.В. Особенности психофизических возможностей студентов, занимающихся спортивными играми / Бондарев Д.В., Гальчинский В.А. //

Физическое воспитание студентов творческих специальностей : [сб. науч. тр. под ред. С. Ермакова]. – Харьков, 2008. - № 1. – С. 59 - 64.

5. Гладощук О.Г. Педагогічні умови вдосконалення культури зміцнення здоров'я студентів в системі фізичного виховання у вищому навчальному закладі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізична культура, основи здоров'я)» / О.Г.Гладощук. - К., 2008. – С. 24.

6. Долженко Л.П. Фізична підготовленість і функціональні особливості студентів із різним рівнем фізичного здоров'я: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук із фізичного виховання і спорту: спец. 24.00.02 «Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення» / Л.П.Долженко. – К., 2007. – 21 с.

7. Куц А.С. Модельные показатели физического развития и двигательной подготовленности населения центральной Украины / Монография. – К.: Искра, 1993. – 255с.

8. Sobotka R. Physical activity and Health – a new view at the Limits // Book of Abstracts // II Annual Congress of the European College of Sports Science August 20-23, 1997. – Vol. 2. – Copenhagen, Denmark, 1997. – P. 705-706.

**ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ ОП НУБиП
УКРАИНЫ «НЕЖИНСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
С ПОМОЩЬЮ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА**

В статье показана одна из основных проблем современной студенческой молодежи – снижение уровня здоровья за годы обучения в ВУЗе. Состояние здоровья современной студенческой молодежи стало предметом внимания многих исследователей. Высокий интерес к этой проблеме связан, прежде всего, с ухудшением в последнее время в Украине состояния здоровья учащейся молодежи. Причиной сложившейся ситуации стал образ жизни студентов: нерациональная работа, недостаточность отдыха, снижение двигательной активности; избыток информации; значительные учебные и

эмоциональные перенапряжения, хроническое недосыпание стали причиной малоподвижного образа жизни студентов. Занятия игровыми видами спорта являются знакомыми студентам еще со школы это способствует повышению заинтересованности в регулярных занятиях физической культурой и росту уровня двигательной. Поэтому нужно прорабатывать различные способы и методики привлечения их к регулярным занятиям. В статье приведены результаты обработки литературных источников по данной проблеме.

Ключевые слова: ВУЗ (высшее учебное заведение), уровень здоровья, двигательная активность, игровые виды спорта.

**RAISING STUDENT HEALTH of NUBiP UKRAINE "Nijinsky
Agrotechnical Institute" USING team sports**

The article highlights one of the major problems of modern students – reducing health by years of study in high school. The health of current students has been the subject of attention of researchers. High interest in this problem is related primarily to the deterioration recently in Ukraine, the health of young people who are studying. The reason the situation has become a way of life of students: irrational job, not the sufficiency of rest, reducing physical activity, excess information, significant educational and emotional stress, chronic sleep deprivation caused the sedentary life of students. Classes are playing sports is familiar to students from school it promotes interest in regular physical education classes and increase the level of motor activity. So you need to work out different ways and methods of their involvement in regular exercise. The paper presents the results of treatment literature on this issue.

Key words: university, level of health, physical activity, play sports.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТТЯ СТУДЕНТІВ ПРИ ВІДХИЛЕННЯХ У СТАНІ ЗДОРОВ'Я

**Чередник С.А., асистент кафедри фізичного виховання ВП НУБіП України
«Ніжинський агротехнічний інститут»**

*У статті висвітлено поняття здорового способу життя студентів і
мотивація до занять фізичними вправами та покращення здоров'я молоді.*

**Здоровий спосіб життя, зміцнення здоров'я, фізичний розвиток,
мотивація до занять, формування здорового способу життя.**

Проблема фізичного розвитку студентів з відхиленням у стані здоров'я має велике державне, наукове і практичне значення. Фізична культура є не тільки засобом виховання і поліпшення фізичної підготовленості студентів, а й основним чинником відновлення і зміцнення їхнього здоров'я в період формування організму, засобом ліквідації недоліків у фізичному розвитку, могутнім джерелом підвищення загальної і розумової працездатності.

Спеціально організовані заняття у спеціальній медичній групі позитивно впливають на поліпшення фізичного розвитку цього контингенту, формування в нього потрібних рухових навичок, виховання дівчат і юнаків потреби до систематичних занять фізичними вправами, позитивно позначається на морально-вольовій підготовці та естетичному вихованні.

Для успішного вирішення питань фізичної підготовки студентів спеціальної медичної групи рекомендується наступні напрями:

А) загальне оздоровлення організму студентів через раціональне використання дозованих фізичних навантажень, виховання психологічної стійкості до дії стресових факторів у професійній діяльності;

Б) розвиток і вдосконалення основних рухових якостей, необхідних у роботі й житті: витривалості, координації рухів, швидкості реакції та ін.;

В) виховання в студентів важливих гігієнічних навичок, що заважають розвитку основних інфекційних захворювань, вилучення шкідливих звичок,

збалансоване харчування з широким використанням продуктів рослинного походження, систематичні заняття фізичними вправами на відкритому повітрі, набуття знань та умінь самоконтролю.

Метою фізичного виховання студентів, які за станом здоров'я віднесені до спеціальної медичної групи, є: прискорення ліквідації патологічних процесів; відновлення і зміцнення здоров'я; досягнення максимально-можливого для даного індивіда рівня фізичного розвитку, психологічної і рухової підготовленості.

Кінцева мета – виховання навичок здорового способу життя, та потреб до самостійних систематичних занять фізичною культурою.

Використання засобів лікувальної фізичної культури сприятиме загальному одужанню студентів і зміцненню їхнього організму, нормалізації функціонального стану ЦНС і підпорядкованих їй вегетативних функцій, зміцненню м'язів й активізації кругообігу, профілактиці стомлення та відновлення працездатності, підвищення ефективності праці.

Заняття фізичними вправами здатні дати людям найнеобхідніше-здоров'я. Воно формується за допомогою спеціальних фізичних вправ, природних факторів навколишнього середовища та спеціальної дії на свідомість людей.

Залежно від методики проведення занять досягається різний лікувальний вплив фізичних вправ. У період розвитку захворювання використовують мінімальні фізичні навантаження (спеціальні вправи чинять безпосередньо лікувальну дію, сприяють формуванню компенсації і профілактиці ускладнень). У період одужання шляхом поступового збільшення навантажень досягається тренувальний ефект, який відновлює адаптацію організму до фізичного навантаження, поліпшує функції всіх систем організму, в тому числі хворих органу чи системи. Після досягнень максимально можливого лікувального ефекту при хронічних захворюваннях, закінчення відновлюваного лікування при гострому захворюванні або травмі застосовують помірні фізичні навантаження, що підтримують досягнені результати лікування, тонізують організм, підвищують його адаптаційні можливості.

Результати досліджень

При правильному застосуванні лікувальних фізичних вправ спостерігається їх тонізуюча дія на організм: відбувається збудження рухової зони ЦНС, яке поширюється на інші ділянки, поліпшуючи всі нервові процеси, посилюючи діяльність залоз внутрішньої секреції, збільшується кількість гормонів, що активізують діяльність багатьох внутрішніх органів, підвищується реактивність організму, його здатність підтримувати постійність внутрішнього середовища – температури тіла, кислотно – лужної рівноваги тощо, стійкість до шкідливо діючих факторів зовнішнього середовища, стимулюються вегетативні функції (поліпшується діяльність серцево-судинної системи, збільшується кровопостачання всіх органів і тканин, посилюється функція зовнішнього дихання, активізуються захисні реакції організму).

Висновок

Від позитивних емоцій, що виникають на заняттях лікувальної фізкультури, тонізуючий вплив фізичних вправ підсилюється.

Поліпшення настрою, виникнення відчуття бадьорості і навіть неусвідомленого задоволення від виконання фізичних вправ і так звана "м'язова радість", як образно висловлювався академік І. Павлов, активізують нервові процеси і стимулюють діяльність залоз внутрішньої секреції, що, в свою чергу, поліпшує процеси регуляції функцій внутрішніх органів.

Список літератури

Енциклопедія здоров'я. - К., 2000

Загартування – найдешевша профілактика простуди. – К.: Здоров'я, 1994.

Мурза В.П. Фізичні вправи і здоров'я. – М.: Знание, 1991. – 256с.

Сафронова Г.Б. движения залог здоров'я. – М.: Знание, 1980.

Овсянников В.Д. Дыхательная гимнастика. – М.: Знание, 1986.

Моль Х. Семь Программ здоровья. – М.: Физкультура и спорт, 1983.

УДК 378.091.279.7

**ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ВП НУБІП
УКРАЇНИ «НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Т.В.ШЕЇН, викладач ВП НУБіП України
«Ніжинський агротехнічний інститут»**

У статті окреслюються завдання і вимоги, що висуваються до контролю навчання студентів, його функції, види, форми та методи, аналізується використання можливостей університетської бібліотеки у навчальному процесі.

Ключові слова: контроль знань, функції контролю, завдання контролю, оцінка знань, уміння, навички.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень. Одним із засобів визначення кількісних і якісних параметрів технології навчання виступає контроль, як один із невід’ємних компонентів процесу діагностування навчальних досягнень студентів.

До недоліків організації сучасного контролю у вищій школі фахівці відносять: застосовування форм і методів оцінювання навчальних досягнень студентів без урахування педагогічних цілей; слабку реалізацію навчальної функції студента, за якої той залишається зі своїми помилками наодинці; недооцінювання його навчальних досягнень як результату старанності в пізнавальній діяльності; реєстрацію лише нижчих рівнів засвоєння знань (впізнавання, репродуктивний, розуміння) і приділення недостатньої уваги реконструктивному та творчому рівням володіння знаннями; відсутність орієнтації на ґрунтовні знання та схильність до накопичення позитивних оцінок; неврахування при розробленні тестів пізнавальних можливостей студентів, оскільки вони розробляються викладачами без перевірки на валідність, надійність тощо. Варто зазначити й те, що ні фахівцями, ні педагогічними

«Copyright ©»

працівниками вищої школи належним чином не оцінено використання можливостей бібліотек вищих навчальних закладів.

Питання контролю навчання у вищій школі вивчали: А.Алексюк, С.Архангельський, Ю.Бабанський, О.Безносок, В.Безпалько, М.Махмутов, Н.Тализіна (психологопедагогічні аспекти контролю), В.Бочарнікова, І.Булах, Л.Добровська, В.Ільїна, Е.Лузік, О.Мокрова, І.Романюк (сучасні підходи до організації контролю навчання). Певний інтерес щодо предмета нашого дослідження становлять роботи І.Волощука, С.Гончаренка, М.Євтуха, І.Зязюна, О.Киричука, В.Козакова, В.Маслова, Н.Ничкало, О.Савченко, В.Сидоренка, А.Степанюк та ін., присвячені проблемам розвитку особистості, її ціннісних орієнтацій, пізнавальних здібностей.

На сьогодні здійснена велика робота щодо класифікації контрольних завдань, формулюванні основних вимог до їхнього розроблення, самої процедури адміністрування контролю. Розглянуто його специфіку на різних етапах у середніх та вищих навчальних закладах при вивченні технічних дисциплін (О.Заболотько, В.Манько, І.Ревенко, В.Сорокін, В.Хмельовський та інші). Аналізом методики контролю навчання студентів-аграрників спеціальним технічним дисциплінам, її розробленням, теоретичним обґрунтуванням та експериментальною перевіркою займався А.Єсаулов.

Незважаючи на значну кількість досліджень з проблем контролю та оцінки знань, умінь і навичок студентів у вищих навчальних закладах, у тому числі аграрних, вона залишається актуальною, що й зумовило вибір теми пропонованої статті, де окреслюються завдання, вимоги, що висувуються до контролю, його функції, види, форми та методи з метою розроблення методики контролю при вивченні спеціальних дисциплін.

Мета та завдання дослідження полягає у дослідженні та аналізі ефективних видів та форм контролю знань студентів, теоретичному обґрунтуванні умов організації й особливостей проведення контролю навчальних досягнень студентів.

Виклад основного матеріалу. Контроль — це виявлення, вимір і оцінювання результатів навчально-пізнавальної діяльності студентів. Саму ж процедуру виявлення та виміру називають перевіркою, що є складовою частиною контролю. Крім перевірки, контроль містить у собі оцінювання (як процес) і оцінку (як результат) перевірки [2].

Контроль знань, як організація зворотного зв'язку і засобу управління навчально-виховним процесом, посідає важливе місце у навчально-виховному процесі вищого навчального закладу. З його допомогою встановлюють вихідний рівень знань студентів, отримують інформацію про стан їхніх знань у процесі навчання. Його ж ефективність значною мірою залежить від уміння студентів сповна використовувати можливості бібліотеки вишу. Зазначимо, що це вміння потрібно виховувати і розвивати. І тут важко переоцінити роль викладачів ВНЗ, працівників бібліотеки. Зі зміною завдань вищої школи, змінюються окремі форми і способи контролю знань, але його головна суть — знати, наскільки вдало відбувся процес засвоєння вивченого матеріалу, — залишається незмінною. Вона визначається самою природою процесу вивчення певної дисципліни.

Показники контролю знань студентів є єдиною основою для судження про результати навчання, а отже й для вирішення таких важливих питань, як переведення на наступний курс, призначення стипендії, випуск з вищої школи і видача диплома. Дані про результати контролю знань студентів слугують основними показниками, за якими оцінюється робота не тільки окремих студентів і викладачів, а й академічних груп, курсів, факультетів і вищих навчальних закладів у цілому та таких важливих його ланок, як бібліотека.

До основних завдань системи контролю якості підготовки фахівців відносять:

- визначення рівня виявлення та розвитку системи компетенцій особистості студентів;

- виявлення, перевірку та оцінювання рівня здобутих знань, умінь та навичок студентів і якості засвоєння ними навчального матеріалу з конкретної дисципліни на всіх етапах навчання;
- порівняння фактичних результатів навчально-пізнавальної діяльності із запланованими;
- оцінювання відповідності змісту, форм, методів і засобів навчання до мети та завдань підготовки фахівців відносно галузевої компоненти державних стандартів освіти з певного напрямку підготовки або спеціальності;
- стимулювання систематичної самостійної роботи та пізнавальної активності студентів;
- виявлення і розвиток творчих здібностей, підвищення зацікавленості у вивченні навчального матеріалу;
- оцінювання ефективності самостійної, індивідуальної роботи студентів, їхнього вміння працювати з навчальною, довідковою, методичною літературою;
- виявлення кращого досвіду та розроблення заходів для підвищення якості навчання шляхом впровадження у навчальний процес інноваційних технологій, у тому числі використання нових інформаційних можливостей, зокрема комп'ютера, Інтернету [1, 4-6].

До організації контролю висувається ряд вимог, зокрема, його потрібно підпорядкувати поставленим цілям навчання; встановлювати конкретні, об'єктивні результати контролю знань (вміння, навички, досвід творчої діяльності та емоційно-ціннісного ставлення до навколишньої дійсності); використовувати методи об'єктивного аналізу і оцінювання отриманих результатів контролю. Контроль, результатом якого є певна оцінка, має бути систематичним, освітнім, діагностичним, виховним (стимулюючим), розвиваючим, керованим, оцінюючим, всебічним, об'єктивним, неупередженим, відкритим, гласним [6, 9].

Питання про функції контролю є головним у дослідженні цієї проблеми, адже він реалізує контролюючу, стимулюючу, навчальну, виховуючу, розвиваючу, перевіряючу, активізуючу, закріплюючу, повторюючу,

коректуючу, оптимізуючу, караючу, оцінюючу, залякуючу, констатуючу, комунікативну, діагностичну, дисциплінуючу, керуючу функції [2]. Знання та врахування функцій контролю дають викладачу вищого навчального закладу змогу дидактично обґрунтовано та методично доцільно здійснювати його підготовку і проведення.

Аналіз наукової літератури уможлиблює висновок, що при вивченні дисциплін (зокрема й такої, як «Загальна електротехніка з основами автоматики») доцільно застосовувати різні види контролю: попередній (з метою діагностування перед вивченням нового розділу, теми, на початку семестру), поточний (виявляти якість засвоєння студентами знань на заняттях), тематичний (встановлювати, наскільки успішно студенти оволоділи системою знань з теми, розділу, наскільки ефективно використовують навчальну літературу загалом, наявну в науковій бібліотеці університету зокрема), підсумковий (виявляти досягнутий рівень підготовленості студентів з окремих навчальних предметів).

Попередній контроль застосовуємо як передумову для успішного планування і керівництва навчальним процесом. Його мета — ознайомлення із загальним рівнем підготовки студентів з предмета, щоб намітити подальшу організацію навчально-пізнавальної діяльності студентів. Попередній контроль (перевірка та оцінка залишкових знань) проводиться також через деякий час після підсумкового іспиту з певної дисципліни як з метою оцінки міцності знань, так і визначення їхнього рівня.

Поточний контроль знань є органічною частиною всього педагогічного процесу і слугує засобом виявлення ступеня сприйняття (засвоєння) навчального матеріалу. Він здійснюється у повсякденній навчальній роботі й виражається у систематичних спостереженнях викладача за навчальною діяльністю студентів на кожному занятті. Мета — оперативне одержання об'єктивних даних про рівень знань студентів і якості навчальної роботи на занятті, вирішення завдань керівництва навчальним процесом, що можливі тільки на підставі даних поточного контролю.

Рубіжний (тематичний, модульний, блоковий) контроль знань є показником якості вивчення окремих розділів, тем і пов'язаних з цим пізнавальних, методичних, психологічних та організаційних якостей студентів. Рубіжний контроль дає можливість перевірити засвоєння отриманих знань через триваліший період і охоплює значний за обсягом розділи курсу, проводиться усно й письмово, як контрольна робота, індивідуально або у групі.

Підсумковий контроль — це перевірка рівня засвоєння знань, умінь студентів за семестр, курс, весь період навчання у ВНЗ. У його ході встановлюється система і структура знань студентів. До підсумкового контролю належать семестрові, перевідні й державні іспити, а також заліки перед іспитом. Основна мета іспитів — визначення дійсного змісту знань студентів за обсягом, якістю і вмінням застосовувати їх у практичній діяльності. Не зважаючи на результати контрольних заходів у перебігу семестру, іспит як підсумкова форма контролю має бути обов'язковим для всіх студентів.

Контроль здійснюється у різних формах: індивідуальній, груповій і фронтальній. Нині в Україні проводиться педагогічний експеримент щодо впровадження кредитно-модульної системи навчання, у якому враховано засади Європейської кредитно-трансферної та акумулюючої системи (ECTS). Як показує практика, рейтингова система оцінювання, що застосовується за такої системи, підсилює роль поточного і підсумкового контролю, робить його систематичним. Рейтингове оцінювання забезпечує інтегральну оцінку результатів навчання студентів, поєднує кількісні оцінки результативності навчання з якісними показниками навчання студентів, дає змогу враховувати їхні досягнення на кожному етапі оволодіння знаннями, активізувати самостійну роботу, зокрема й з навчальною літературою, є зручним при переведенні національної оцінки на шкалу ECTS, сприяє розвитку самоконтролю студентів.

Кожному викладачеві необхідно напрацювати таку систему контролю знань, щоб у цілому вона реалізовувала всі його функції. Системний підхід передбачає

комплексне застосування методів перевірки та оцінювання знань, умінь і навичок студентів. Вважаємо за доцільне зупинитися на їхній характеристиці.

Одним із найважливіших методів контролю є спостереження за навчальною діяльністю студентів. Він дає змогу скласти уявлення про пізнавальні можливості студентів, їхнє ставлення до оволодіння знаннями, рівень самостійної підготовки тощо.

Усне опитування досить широко використовують у традиційній системі перевірки та оцінювання навчальних досягнень студентів, воно полягає в постановці перед ними запитань за змістом навчального матеріалу та оцінюванні їхніх відповідей. За своїм характером усне опитування може бути індивідуальним і фронтальним, простим і складним [3].

Повніше реалізувати діагностичну функцію уможлиблює письмовий контроль. Він дає змогу раціонально використовувати навчальний час, виявити уміння логічного, послідовного викладення думок студентом, досягти єдності вимог до контролю. Проте, письмові контрольні роботи не можуть замінити усного контролю знань, викладачеві необхідно поєднувати ці методи.

Графічна перевірка індивідуалізує навчання, дає можливість ґрунтовно реалізувати діагностичну та освітню функції контролю. Графічну перевірку як метод контролю знань у вищих аграрних навчальних закладах використовують при вивченні нарисної геометрії, технічного креслення, деталей сільськогосподарських машин, теоретичної механіки тощо. Формами графічної перевірки знань, умінь та навичок є креслення деталей, вузлів машин, графіків, перерізів, механізмів, схем машин та агрегатів, технологічних процесів, побудова діаграм тощо. Цей метод контролю сприяє виявленню вміння та навичок студентів узагальнювати, класифікувати вивчений матеріал, просторовій уяві, креслярському вмінню, розвитку пізнавальної самостійності, наполегливості, вихованню сумлінності, відповідальності. У процесі захисту графічної роботи викладач вказує на помилки, відзначає переваги виконаної роботи [3, 7].

Здійснення перевірки практичної підготовки студентів, їхніх умінь і навичок при виконанні певних трудових операцій, а також при вимірюванні за допомогою приладів, налагодження і регулювання механізмів тощо уможливорює метод практичного контролю, який здійснюється через контрольні завдання, що вимагають виконання студентами певних дій, операцій, процесів. Контрольні практичні завдання виконують двома способами — індивідуальним та фронтальним.

Достатньо новий метод контролю навчальних досягнень студентів — тестування. При вивченні спеціальних профільюючих дисциплін завершального етапу професійної підготовки використовують тести для контролю та оцінювання, засвоєння ними змісту окремої навчальної дисципліни або окремої її частини (модуля) і тести, що визначають підготовленість студентів і є пробою на визначення кваліфікації випускника. Кваліфікаційний тест, як правило, комплексний. На тестовому екзамені студенту потрібно підтвердити не тільки наявність знань, умінь і навичок, а й здатність приймати правильні рішення. Проте тестування не може повністю замінити усні й практичні форми контролю. Вміння володіти спеціальною термінологією, логічно будувати речення, доступно і зрозуміло висловлювати свої думки, найповніше можна перевірити за допомогою усних форм контролю (семінарські заняття), а ступінь сформованості практичних умінь та навичок — на практичних заняттях та під час різних видів навчальної та виробничо-технологічної практик.

Отже, до основної умови організації ефективного контролю навчальних досягнень у процесі вивчення спеціальних дисциплін відносимо системність контролю, коли вивчення кожного розділу, кожної теми закінчується контрольними завданнями, а усне опитування, письмові роботи, тестові завдання поєднують із графічною та практичною перевіркою, цілеспрямовано і доцільно використовують у формуванні самоконтролю студентів. Контрольні завдання мають охоплювати весь навчальний матеріал і бути диференційованими за рівнями володіння студентами знаннями. При цьому викладач інформує їх про зміст, методи, форми і терміни проведення

контрольних заходів та надає можливість кожному ознайомитися з результатами контролю, проаналізувати їх виконання, допущені помилки.

Висновки. Викладене дає нам підстави зробити висновок про те, що при вивченні навчальної програми загалом, спеціальних дисциплін зокрема, варто поєднувати комплекс методів і форм контролю навчальних досягнень студентів (усне опитування, письмовий контроль, графічна перевірка, тестовий контроль знань). А щоб результати були вагомішими, студентам слід сповна використовувати можливості галузевої та університетської бібліотек. І допомогти їм у цьому мають як викладачі, так і співробітники книгозбірень. Першим потрібно рекомендувати потрібну навчальну, наукову, методичну, довідкову літературу, другим — навчити студентів орієнтуватися у книжковому потоці, користуватися як традиційними, так і електронними каталогами.

Список використаної літератури

1. Аузіна А.О. Система комплексної діагностики знань студента / А.О.Аузіна, Г.Г.Голуб, А.М.Возна. — Львів: Львів. банків. ін-т НБУ, 2002. — 38 с.
2. Есаулов А.О. Методика контролю навчальних досягнень студентів-аграрників у процесі вивчення спеціальних технічних дисциплін: дис. канд. пед. наук / А.О.Есаулов. — К., 2005. — 203 с.
3. Лузан П.Г. Методи контролю в системі активізації навчання студентів / П.Г.Лузан // Науковий вісник Національного аграрного університету: зб. наук. пр. — К., 2003. — Вип. 67. — С. 157—169.
4. Одерій Л.П. Кваліметрія вищої освіти : методологія та інструментарій / Л.П.Одерій; ІЗМН. — К.: [б. в.], 1996. — 254 с.
5. Одерій Л.П. Основи системи контролю якості навчання: навч. посіб. / Л.П.Одерій. — К.: ІСДО, 1995. — 132 с.
6. Оцінка знань студентів та якості підготовки фахівців (методичні та методологічні аспекти): навч. посіб. / А.Й.Ягодзінський, А.О.Муромцева, Л.В.Іванова [та ін.]; за ред. А.Й.Ягодзінського. — К.: ІЗМН, 1997. — 216 с.

7. Педагогіка / под ред. А.П.Кондратюка. — К.: Вища школа, 1982. — 382 с.
8. Словник іншомовних слів / уклад.: С.М.Морозов, Л.В.Шкарапута. — К.: Наук. думка, 2000. — 680 с. — (Словники України).
9. Фіцула М.М. Педагогіка: навч. посіб. для студ. вищ. пед. закл. освіти / М.М.Фіцула. — Тернопіль: Навч. кн. — Богдан, 2002. — 192 с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ
ОП НУБѢП УКРАИНЫ «НЕЖИНСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ»**

В статье определяются задачи и требования, предъявляемые к контролю обучения студентов, его функции, виды, формы и методы, анализируется использование возможностей университетской библиотеки в учебном процессе.

Ключевые слова: *контроль знаний, функции контроля, задачи контроля, оценка знаний, умения, навыки.*

**CONTROL ORGANIZATION OF TEACHING STUDENTS OF NUBIP
UKRAINE "NIJINSKY AGROTECHNICAL INSTITUTE"**

This paper outlines the objectives and requirements that apply to monitoring student learning, its functions, types, forms and methods, analyzes the use of the university library in the learning process.

Keywords: *control knowledge, control functions, the task of monitoring, assessment of knowledge, skills.*

Наукове видання

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК