ISSN 2306-8698

UB IAAE

УВ МААО

ВІСНИК

Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти

Випуск № 6

Мелітополь - 2018

УДК 63 (066)
Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти – Вип. 6.–Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018.– 133с.

Друкується за рішенням Президії УВ МААО, Протокол № 18 від 25.06.2018 р.

У випуску наукових праць друкуються результати наукових досліджень за наступною тематичною спрямованістю: механізація, електрифікація та автоматизація технологічних процесів в АПК, рослинництво та тваринництво, вища аграрна освіта, переробка та зберігання сільськогосподарської продукції. Матеріали вісника сприяють розвитку науки та впровадженню наукових розробок у сільськогосподарське виробництво. Випуск призначений для науковців, спеціалістів АПК, аспірантів і студентів.

Редакція Вісника УВ МААО:

Головний редактор:
Дідур Володимир Аксентійович д.т.н., проф.

Заст. головного редактора:
Пастухов Валерій Іванович д.т.н., проф.
Відповідальний секретар:
Караєв Олександр Гнатович д.т.н., с.н.с.
Технічний редактор:
Троїцька Олена Олександрівна к.б.н., с.н.с.

Редакційна Колегія:
Бабицький Леонід Федорович – д.т.н., проф.
Діордієв Володимир Трифонович – д.т.н., проф.
Ісмуратов Сабіт Борисович - д.е.н., проф. (Р. Казахстан)
Карпенко Віктор Петрович – д.с.г.н., проф.
Курдеко Олександр Павлович – д.в.н., проф. (Р. Білорусь)
Кюрчев Володимир Миколайович – д.т.н., проф.
Любинський Олександр Іванович – д.с.г.н., проф.
Міцкевич Антон Антонович – д.е.н., проф. (Р. Польща)
Непочатенко Олена Олександрівна – д.е.н., проф.
Пастушенко Сергій Іванович – д.т.н., проф.
Роздорожнюк Петро Іванович – к.с.г.н., доц.
Сисоев Олександр Митрофанович – д.е.н., проф. (Росія)
Смердов Андрій Андрійович – д.т.н., проф.
Трифонова Марія Федотівна – д.с.г.н., проф. (Росія)
Червінський Леонід Степанович – д.т.н., проф.
Яковлєв Валерій Федорович – к.т.н., проф.

Зареєстрований в Науковій електронній бібліотеці Російського індексу наукового цитування, ліцензійний договір 715-11/2013

Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен та інших відомостей несуть автори публікацій.

ЗМІСТ

МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК 7

Дидур В.А., Ткаченко В.А., Ткаченко А.В., Дидур В.В., Верещага А.Л. Проектирование шнекового пресса для отжима растительных масел методом подобия 7

Бабицкий Л.Ф., Москалевич В.Ю. Энергетические показатели почвообрабатывающих рабочих органов с различной формой наплавки режущих частей 21

Мелентьєв О.Б., Непочатенко В.В., Пушка О.С., Головатюк А.А., Войтік А.В., Оляднічук Р.В., Кравченко В.В. Розробка вібраційного плуга-картоплекопача з активними робочими органами та шляхи покращення його експлуатаційних показників 28

Орел О.М., Коломоєць В.А. Математичне моделювання параметрів електромагнітного поля при взаємодії з тканинами тварин 48

Караєв О.Г., Матковський О.І. Конструктивна схема робочого органу плуга для викопування плодових саджанців розміщених на гряді 55

Сірий І. О. Польові випробування робочого органу культіватора-плоскоріза з розпушувачами 64

Троїцька О.О., Кожемякін Г.Б., Новокщонова О.В., Ткаліч І.О. Дослідження впливу стічних вод ветсан-заводу на екологічний стан сільскогосподарських екосистем 73

Петров В.О., Чаусов С.В., Бондар А.М., Новік О.Ю. Автоматизація систем рульового керування для прецезійного управління мобільними машинами 85

РОСЛИННИЦТВО ТА ТВАРИННИЦТВО 96

Леола А., Сада О. Вплив управління переміщенням корів на ефективність автоматичної системи доїння 96

Тирусь М. Л. Динаміка наростання маси рослин цукрових буряків залежно від норм удобрення та густоти стояння рослин 102

ВИЩА АГРАРНА ОСВІТА 111

Лукиенко Л. В., Петрова М. С., Банников В. А. Особенности подготовки студентов направления «Агроинженерия» в ТГПУ им. Л. Н. Толстого 111

ПЕРЕРОБКА ТА ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ 124

Загорко Н. П., Стручаєв М. І., Тарасенко В. Г. Виробництво аерованих заморожених продуктів 124

CONTENT

MECHANIZATION, ELECTRIFICATION AND AUTOMATIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGROINDUSTRIAL COMPLEX 7

Didur V. A., Tkachenko V.A., Tkachenko A.V., Didur V. A., Vereshchaga A.L. Designing of the screw press for vegetative oil pressure by the method of similarity 7

Babitsky L.F., Moskalevich V.Y. Energy indicators tillage working bodies with different shape of welding cutting parts 21

Melentiev O.B., Nepohatenko V.V., Pushka O.S., Holovatyuk A.A., Voitik A.V., Olyadnichuk R.V., Kravchenko V.V. Development of a virtual plate-kartoplache with active working organs and ways to improve its operational indicators 28

Orel O. M., Kolomoets V.A. The electromagnetic field parameters in interaction with animal tissues using the developed mathematical model 48

Karaiev O.G., Matkovskyi O.I. The structural design of the plow working unit forexcavation of fruit plants located on the ridge 55

Seryy I. O. Field tests of the working body of the cultivator-ploskoresis with riders 64

Troicka O.O., Kozhemiakin G.B., Novokshchonova O. V., Tkalich I. O. Study on the influence of steel water of vetsansaz-water on the ecological state of agricultural ecosystems 73

Petrov V.O., Chausov S.V., Bondar A.M., Novik A. Yu. Automatization of round management systems for precise management by mobile machines 85

CROP PRODUCTION AND LIVESTOCK 96

Leola A., Sada O. Cow's traffic management impact on automatic milking system efficiency 96

Tirus M. L. Dynamics of growth of mass of plants sugar beets depending from norm extremely and horticultural status of plants 102

HIGHER AGRICULTURAL EDUCATION 111

Lukienko L. V., Petrova M.S., Bannikov V.A. Features of teaching students of the specialty "agroengineering", tula state pedagogical university lev tolstoy 111

PROCESSING AND STORING OF AGRICULTURAL PRODUCTION 124

Zahorko N. P., Struchaiev M. I., Tarasenko V.G. Production aerated frozen products 124

МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК

УДК 665.1 – 665.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШНЕКОВОГО ПРЕССА ДЛЯ ОТЖИМА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ МЕТОДОМ ПОДОБИЯ

Дидур В.А., акад. МААО, д.т.н., проф.
Ткаченко В.А., к.т.н., с.н.с.
Ткаченко А.В., к.т.н.
Дидур В.В., к.т.н. доц.
Верещага А.Л., асп.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. 0619440274
e-mail: didurva@gmail.com, valintintkachenko@ukr.net

Аннотация. Раньше в Украине выращивали клещевину и перерабатывали на касторовое масло. Однако, по причине отсутствия ныне ее переработки, выращивание клещевины прекратили. Наши эскизные проработки и технико-экономическое обоснование показали, что целесообразно строить мины-заводы производительностью 15; 30 и 45 т/сутки по исходному сырью Для создания таких мин-заводов по переработке семян клещевины оборудование отсутствует. Поэтому необходимо разрабатывать новую технологию для мин-заводов и новое оборудование. Одним из основных технологических процессами при переработке семян клещевины есть процесс отжима масла в шнековых прессах. Из-за сложности явлений, происходящих при прессовании, и недостаточности их изученности нет полной теории работы шнековых прессов. Поэтому целесообразно выбрать лучший, уже отработанный и проверенный на переработке семян клещевине пресс и по его подобию создать экспериментальный пресс. Опыт заводов Молдавии по переработке семян клещевины по схеме прессования – экстракция показал хорошую работу производственного форпресса ФП.

В предлагаемой работе разработан метод подобия применительно к созданию шнековых прессов по их прототипу и определены основных параметры и технологические режимы форпресса производительностью 625 кг/ч по его прототипу форпрессу ФП. Расчёт начинается с численного влияния ширины выходной щели на коэффициент возврата мятки в прессе и соответственное определение величины, отражающей производительность пресса в зависимости от его конструктивных размеров. Это позволяет выбрать рациональный размер диаметра приёмного витка экспериментального пресса. Линейные размеры экспериментального пресса определяются по линейному коэффициенту подобия, равному отношению диаметров приёмных витков экспериментального пресса и его оригинала пресса ФП. Рабочие сечения определяются плоскостному коэффициенту подобия, определяемому по соотношению квадратичных диаметров приёмных витков экспериментального пресса и его оригинала пресса ФП. По полученным коэффициентам подобия и исходным данным форпресса ФП определяются параметры и режимы работы экспериментального пресса.

Ключевые слова: коэффициент подобия, коэффициент возврата, производительность пресса, шнековый вал, приёмный виток, свободный объём витка, ширина выходной щели.

Постановка проблемы. Раньше в Украине выращивали клещевину и перерабатывали на касторовое масло. Однако, по причине отсутствия ныне ее переработки, выращивание клещевины прекратили. Наши эскизные проработки и технико-экономическое обоснование показали, что целесообразно строить мины-заводы производительностью 15; 30 и 45 т/сутки по исходному сырью [8, 9] Для создания таких мин-заводов по переработке семян клещевины оборудование отсутствует. Поэтому необходимо разрабатывать новую технологию для мин-заводов и новое оборудование. Одним из основных технологических процессами при переработке семян клещевины есть процесс отжима масла в шнековых прессах. Из-за сложности явлений, происходящих при прессовании, и недостаточности их изученности нет полной теории работы шнековых прессов. Поэтому целесообразно выбрать лучший, уже отработанный и проверенный на пере-

работке семян клещевине пресс и по его подобию создать экспериментальный пресс. Опыт заводов Молдавии по переработке семян клещевины по схеме прессования – экстракция показал хорошую работу производственного форпресса ФП.

Анализ последних исследований. В работе [1] рассматривается теория фильтрации через пластически деформируемую пористую среду в процессе экструзионного отжима. Напор фильтрации масла авторы определяют по закону Дарси. Однако, закон Дарси рассматривает процесс фильтрации при неизменной пористости материала. В случае процесса прессования мезги и фильтрации масла через слой перемещаемой мезги по поверхности шнекового вала «скелет» мезги деформируется и, следовательно, находится в движении относительно поровой жидкости.. Процесс фильтрации для такого случая описывается зависимостью Дарси – Герсеванова [7]. В случае [3, 4] предлагается упростить математическое описание процесса фильтрации при отжиме в шнековых прессах: не учитывать изменение пористости мезги и вязкости растительного масла. Такое упрощение сильно искажает реальный процесс фильтрации и отжима в шнековых прессах. Зависимость Дарси – Герсеванова включает в себя коэффициент проницаемости K (характеристика грунта) и коэффициент вязкости η жидкости.

В работах [2, 5] рассматриваются математические модели процессов отжима масличных культур в шнековых прессах. Однако в этих работах не учтено, что мезгу семян масличных культур следует отнести к многофазовым, а точнее двухфазовым системам и не используется теория механики грунтов [12]. В механике грунтов разработана и широко применяется теория расчёта консолидации грунтов с одновременным учётом фильтрационных свойств грунта и свойств ползучести [10, 6]. Таким образом, анализ известных нам работ позволяет сделать вывод, что рассматриваемая в данной статье тема в предлагаемом аспекте не рассматривалась.

Цель исследования. Целью данной работы является разработка метода подобия применительно к созданию шнековых прессов по их прототипу и определения основных параметров и технологических режимов форпресса производительностью 625 кг/ч по его прототипу форпресса ФП.

Основная часть. Экспериментальный форпресс производительностью 625 кг/ч создаём подобным форпресу ФП. Принимаем ширину выходной щели от 6 до 10 мм.

При ширине щели $\delta = 6$ мм коэффициент возврата [11]

$$K_{\text{в}} = \frac{2.15}{6^{0.58}} = 0,7605$$

При $\delta = 10$ мм

$$K_{\text{в}} = \frac{2.15}{10^{0.58}} = 0,5655$$

При $\delta = 12$ мм

$$Kb_{12} = 2.15/12^{0.58} = 0.5088$$

Величина A, отображающая производительность пресса в зависимости от его конструктивных размеров и объёмной массы материала, меняется следующим образом:

$$A_6 = Q/(1-K_{\text{в}6}) = 625/(1-0.7605) = 2609.6 \text{ кг/ч}$$
$$A_{10} = Q/(1-K_{\text{в}10}) = 625/(1-0.5655) = 1438.4 \text{ кг/ч}$$
$$A_{12} = Q/(1-K_{\text{в}12}) = 625/(1-0.5088) = 1272.4 \text{ кг/ч}$$

где производительность пресса в массовых единицах, кг/ч

$$Q = 3600\frac{\pi D_з^2}{4}L\left(1-\psi\right)\rho,$$

где $D_з -$ диаметр приёмного витка, м, $L -$ длина витка, м, $\rho -$ объёмная масса мезги семян клещевины $\rho = 535$ кг / м^3..

Частоту оборотов шнекового вала заменяем окружной скоростью приёмного витка форпресса ФП

$$\text{V}_{окр} = \frac{S}{t} = \frac{\pi D_з}{t} = \frac{\pi D_з \cdot n}{60}. \qquad (1)$$

где $S -$ внутренняя длина окружности приёмного витка, $t -$ время одного оборота шнекового вала, с.

$$A = 3600\frac{\pi D_з^2}{4}Ln(1-\psi)\rho = 900\cdot\pi\cdot D_з^2 L\frac{60\mathrm{V}_{окр}}{\pi \mathrm{D}_з 60}(1-\psi)\rho = \tag{2}$$
$$= 900 D_з L\mathrm{V}_{окр}(1-\psi)\rho;$$

$$A = 900 D_з L\mathrm{V}_{окр}(1-\psi)\rho. \tag{3}$$

Для форпресса ФП коэффициент заполнения $\psi = 0.312$.

$$900(1-\psi) = 900(1-0.312) = 619.2$$

$$A = 900 D_з L\mathrm{V}_{окр}(1-\psi)\rho = 619.2\cdot D_з\cdot L\cdot\mathrm{V}_{окр}\cdot\rho; \tag{4}$$

$$A = 619.2\cdot D_з\cdot L\cdot\mathrm{V}_{окр}\cdot\rho. \tag{5}$$

$$D_з = \frac{A}{619.2\cdot L\cdot\mathrm{V}_{окр}\cdot\rho} = \frac{0.0016A}{L\cdot\mathrm{V}_{окр}\cdot\rho}. \tag{6}$$

$$D_з = \frac{0.0016A}{L\cdot\mathrm{V}_{окр}\cdot\rho}. \tag{7}$$

Диаметр приёмного шнека форпресса ФП $D_з = 0.247$ м

Определим окружную скорость на приёмном шнеке ФП

$$\mathrm{V}_{окр} = \frac{\pi D_з\cdot n}{60}. \tag{8}$$

При частоте вращения шнекового вала пресса ФП $n = 13$ об/мин

$$\mathrm{V}_{окр} = \frac{\pi D_з\cdot n}{60} = \frac{\pi\cdot 0.247\cdot 13}{60} = 0.1680 \text{ м/с} \tag{9}$$

Тогда частота вращения шнекового вала экспериментального пресса

$$n = \frac{60 \cdot 0.1680}{\pi \cdot 0.15} = 21.4 \text{ об/мин}$$

При частоте вращения шнекового вала пресса ФП $n = 27$ об/мин

$$\mathrm{V}_{окр} = \frac{\pi D_з \cdot n}{60} = \frac{\pi \cdot 0.247 \cdot 27}{60} = 0.3490 \text{ м/с} \qquad (10)$$

Тогда частота вращения шнекового вала экспериментального пресса

$$n = \frac{60 \cdot 0.3490}{\pi \cdot 0.15} \approx 45 \text{ об/мин}$$

$$A = 619.2 \cdot D_з \cdot L \cdot \mathrm{V}_{окр} \cdot \rho = 619.2 \cdot 1.0526 D_з^2 \cdot \mathrm{V}_{окр} \cdot \rho = 651.7895 D_з^2 \cdot \mathrm{V}_{окр} \cdot \rho. \qquad (11)$$

$$A = 651.7895 D_з^2 \cdot \mathrm{V}_{окр} \cdot \rho. \qquad (12)$$

$$D_з = \sqrt{\frac{A}{651.7895 \cdot \mathrm{V}_{окр} \cdot \rho}} = 0.0392 \sqrt{\frac{A}{\mathrm{V}_{окр} \cdot \rho}} \qquad (13)$$

Проведём численные исследования влияния расчётных диаметров приёмного витка экспериментального пресса от ширины выходной щели и частоты вращения шнекового вала.

При частоте вращения шнекового вала экспериментального пресса 21,4 об/мин.

При ширине выходной щели $\delta = 6$ мм

$$D_з = 0.0392 \sqrt{\frac{2609.6}{0.1680 \cdot 535}} = 0.2112 \text{ м} \qquad (14)$$

При ширине выходной щели $\delta = 12$ мм

$$D_з = 0.0392\sqrt{\frac{1272.4}{0.1680 \cdot 535}} = 0.1475 \text{ м} \qquad (15)$$

При частоте вращения шнекового вала экспериментального пресса 45 об/мин.

При ширине выходной щели $\delta = 6$ мм

$$\mathrm{D}_з = 0.0392\sqrt{\frac{2609.6}{0.3490 \cdot 535}} = 0.1465 \text{ м} \qquad (16)$$

При ширине выходной щели $\delta = 12$ мм

$$D_з = 0.0392\sqrt{\frac{1272.4}{0.3490 \cdot 535}} = 0.1023 \text{ м} \qquad (17)$$

Исходя из полученных данных, принимаем диаметр приёмного витка $D_з = 0.210$ мм

У форпресса ФП диаметр приёмного витка 250 мм, длина 230 мм, шаг витка 290 мм

Экспериментальный пресс создаём подобный форпресу ФП. Тогда линейные размеры экспериментального пресса определяются по линейному коэффициенту подобия

$$K1_{\text{под}} = 0.21 / 0.25 = 0.84 \qquad (18)$$

Рабочие сечения экспериментального пресса определяются по коэффициенту подобия, определённому из квадратичных соотношений диаметров приёмного витка экспериментального пресса к его оригиналу прессу ФП

$$K2_{\text{под}} = 0.21^2 / 0.25^2 = 0.7056 \qquad (19)$$

Длина приёмного витка нового пресса должна быть равна

$$l_э = 0.84 \cdot 230 \approx 195 \text{ мм} \qquad (20)$$

Диаметр вала

$$d_э = \sqrt{0,7056 \cdot 122^2} = 102 \text{ мм} \qquad (21)$$

Свободный объём приемного витка пресса ФП $V_{с.о.} = 7.78$ л

Определим свободный объём экспериментального пресса

Объём приёмного шнека

$$V_э = \frac{\pi D_з^2}{4} l = 0.785 \cdot 2.1^2 \cdot 1.5 = 5.1928 \text{ л}$$

где $l = 0.84 \cdot 1.8 \approx 1.5$ дм

Объём заполнения камеры

Объём тела втулки

$$V_в = 0.785 \cdot d_в^2 l = 0.785 \cdot 1.02^2 \cdot 1.5 = 1.2251 \text{ л} \qquad (22)$$

Средний диаметр витка

$$D_{ср} = \frac{2,1 + 1,02}{2} = 1.56 \text{ дм} \qquad (23)$$

Средняя длина нитки

$$l_{ср} = 3.14 \cdot 1.56 = 4.8984 \text{ дм} \qquad (24)$$

Шаг приёмного витка экспериментального пресса

$$t = 0.84 \cdot 2.9 = 2.4360 \text{ дм} \qquad (25)$$

Общая длина нитки

$$l = \sqrt{t^2 + l_{ср}^2} = \sqrt{2.436^2 + 4.8984^2} = 5.4707 \text{ дм} \qquad (26)$$

Действительная длина нитки

$$L = \frac{5.4707 \cdot 300}{360} = 4.5589 \text{ дм} \qquad (27)$$

Площадь сечения нитки, рассматриваемая приближённо как трапеция. Размеры трапеции: 0.84·15= 13 мм; 0.84·25=21 мм; 0.84·61=51 мм

Площадь сечения нитки

$$F = \frac{(0.13 + 0.21)}{2} \cdot 0.51 = 0.0867 \text{ дм}^2 \qquad (28)$$

Объём нитки

$$\mathrm{V_н} = L \cdot F = 4.5589 \cdot 0.0867 = 0.3953 \text{ л} \qquad (29)$$

Объём, занимаемый витком

$$\mathrm{V}' = \mathrm{V_н} + \mathrm{V_в} = 1.2251 + 0.3953 = 1.6204 \text{ л} \qquad (30)$$

Свободный объём

$$\mathrm{V_{с.о,}} = \mathrm{V} - \mathrm{V}' = 5.1928 - 1.6204 = 3.5724 \text{ л} \qquad (31)$$

Коэффициент заполнения

$$\psi = \frac{1.6204}{5.1928} = 0.3120 \qquad (32)$$

Определяем основные параметры остальных семи витков экспериментального форпресса производительностью 625 кг/ч.

Свободный объём витка определяем по формуле [11]

$$\mathrm{V}_{c.o} = \frac{\mathrm{V}_1}{n_o^{1,145}} = \frac{3.5724}{n_o^{1,145}}, \qquad (33)$$

где: V_1 – первоначальный объём мезги;

$V_{c.o}$ – свободный объём витка;

n_o – порядковый номер витка на шнековом валу.

Шаг последующих семи витков определяем по установленному коэффициенту подобия подобию $K1_{под} = 0.84$.

Диаметр последующих семи витков определяем по установленному коэффициенту подобия подобию $K2_{под} = 0.7056$

Таблица 1

Основные параметры витков пресса ФП и экспериментального форпресса ЭП производительностью 625 кг/ч

№ витка	$V_{с.о.}$	Диаметр зебра, мм		Диаметр втулки мм		Шаг витка, мм		Длина витка, мм	
n_o	ЭП	ФП	ЭП	ФП	ЭП	ФП	ЭП	ФП	ЭП
1	3.5724	–	–	122	86	290	244	230	194
2	1.6154	250	175	122	86	235	198	180	150
3	1.0154	250	175	122	86	155	130	140	118
4	0.7305	200	140	122	86	130	110	115	96
5	0.5658	200	140	134	95	115	62	95	80
6	0.4592	220	155	176	125	110	92	100	84
7	0.3849	220	155	184	130	100	84	100	84
8	0.3303	240	170	204	144	84	70	70	58

Таким образом, внутренний диаметр зеерного цилиндра экспериментального форпресса по ступеням от входа мезги: I ступень – 175 мм, II – 140, III – 155, IV – 170 мм.

Выводы

1. Определены основные параметры экспериментального форпресса для мини-заводов производительностью 625 кг/ч по перерабатываемой мезге. Коэффициент возврата, отображающий реологические свойства мезги, при изменении ширины выходной щели с 6 до 12 мм изменяется с 0,76 до 0,50. Соответственно величина, отображающая производительность пресса в зависимости от его конструктивных размеров меняется в широком диапазоне от 2609,6 до 1272,4 кг/ч.

2. Экспериментальный форпресс строится по подобию с прессом ФП с помощью двух установленных коэффициентов подобия. Один коэффициент подобия линейных размеров, равный соотношению диаметров приёмных витков экспериментального пресса и его прообраза. Второй коэффициент подобия рабочих сечений экспериментального пресса определяются из квадратичных соотношений диаметров приёмных витков экспериментального пресса к его оригиналу прессу ФП.

3. Определены следующие основные параметры экспериментального форпресса: диаметр приемного витка 230 мм, шаг 244 мм, длина 194 мм, свободный объём 3.5724 л, коэффициент заполнения 0.3120. В остальных семи витках свободный объём витков меняется от 0,7691 до 0,1573 л. Внутренний диаметр зеерного цилиндра экспериментального форпресса по ступеням от входа мезги: I ступень – 175 мм, II – 140, III – 155, IV – 170 мм. Проведенные экспериментальные исследования на лабораторной установке с развёрнутым каналам показали следующие рациональные величины зазоров между зеерными пластинками: I ступень – 1,5 мм, II – 1.0, III – 0.75, IV – 0,45 мм. Частоту оборотов шнекового вала экспериментального пресса определяли приравнивая окружные скорости обеих прессов. Соответственно с изменением частотой вращения пресса ФП от 13 до 27 об/мин, частотой вращения шнекового вала экспериментального пресса меняется от 21,4 до 45 об/мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анфёров С.Д. Моделирование фильтрации жидкости через пластически деформируемую пористую среду в процессе экструзионного отжима / С.Д. Анфёров, О.И. Скульский, Е.В. Славнов // Вестник ПНИПУ, механика, 2014. – №1 – С .31 – 56

2. Анфёров С.Д. Математическое моделирование прямого отжатия масличных культур. / С.Д. Анфёров, О.И. Скульский, Е.В. Славнов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механик. – 2014 – №2 – С. 29 – 47.

3. Василенко В.Н. Математическая модель движения сырья в шнековом канале маслопресса./ В.Н. Василенко, М.В. Копылёва, И.В. Драган, Л.Н. Фролова // Весник Воронежского

государственного университета инженерных технологий, 2013 – №3– С. 18 – 22.

4. Разработка теоретических и технологических основ комплексной переработки масличного сырья / В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, И.В. Драган – Воронеж: ВГУИТ, 2014 – 148 с.

5. Гарус А.А. Математическое моделирование процесса отжима масличного материала в шнековых прессах. /Дис. канд. тех. наук. - 2000. Краснодар- 234 с.

6. Дидур В.А. Математическая модель процесса консолидации при маслоотделении в шнековом прессе / В.А. Дидур, В.А. Ткаченко, А.В. Ткаченко, В.В. Дидур // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2012. - №35 – С. 99 – 112.

7. Дидур В.А. Моделирование процессов , протекающих в шнековом прессе при консолидации мезги масличных культур / В.А. Дидур, В.А. Ткаченко, А.В. Ткаченко, В.В. Дидур// Известия МААО – Выпуск №16. – 2013, том 1, - С. 91 – 98.

8. Дидур В.А. Технология переработки семян клещевины на малотоннажных предприятиях / В.А. Дидур, В.А. Ткаченко//Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти – Випуск №2 – 2013. - С. 21 – 35.

9. Дідур В.А. Технологія безвідходної (глибокої) переробки насіння рицини /В.А. Дідур, В.О. Ткаченко, С.М. Маркєлова // Праці ТДАТА – Мелітополь, 2003 – Вип. 15. – С. 3 – 10.

10. Зарецкий Ю.К. Теория консолидации грунтов /Ю.К. Зарецкий, под ред. Н.А. Цытовича. – М.: Наука, 1967. – 268 с.

11.Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел / В.А. Масликов– М.: Пищевая промышленность, 1974. – С.217 – 220.

12. Ткаченко В.А. Моделирование процесса отжима мезги масличных семян в шнековых прессах / В.А. Ткаченко, В.А. Дидур, А.В. Ткаченко, В.В. Дидур //Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Випуск 10, том 4. Мелітополь, ТДАТУ. 2010 – С. 3 – 14.

BIBLIOGRAPHY

1. Anferov S.D. Modeling of fluid filtration through a plastically deformable porous medium during the extrusion process /

S.D. Anferov, O.I. Skulsky, E.V. Slavnov // Bulletin of the Institute of Mechanics and Mathematics, mechanics, 2014. - No. 1 - P. 31 – 56

2. Anferov S.D. Mathematical modeling of direct pressing of oilseeds. / S.D. Anferov, O.I. Skulsky, E.V. Slavnov // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Mechanic. - 2014 - №2 - P. 29 - 47.

3. Vasilenko V.N. Mathematical model of the movement of raw materials in the screw channel of the oil press. / V.N. Vasilenko, M.V. Kopyleva, I.V. Dragan, L.N. Frolova // Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies, 2013 - №3 - P. 18 - 22.

4. Development of theoretical and technological bases of complex processing of oil-bearing raw materials / V.N. Vasilenko, L.N. Frolova, I.V. Dragan - Voronezh: VGUIT, 2014 - 148 p.

5. Garus A.A. Mathematical modeling of the process of pressing oilseed material in screw presses. / Dis. Cand. tech. sciences.- 2000. Krasnodar - 234 p.

6. Didur V.A. Mathematical model of the process of consolidation during oil separation in a screw press. / V.A. Didur, V.A. Tkachenko, A.V. Tkachenko, V.V. Didur // Science News of the Lugansk National Agricultural University. Series: Engineering. - Lugansk: Vidavnitstvo LNAU, 2012. - №35 - P. 99 - 112.

7. Didur VA. Modeling of the processes taking place in the screw press during the consolidation of the pulp of oil-bearing crops / V.A. Didur, V.A. Tkachenko, A.V. Tkachenko, V.V. Didur // Izvestiya MAAO - Issue № 16. - 2013, Volume 1, - P. 91 - 98.

8. Didur VA Technology of processing castor seeds in small-capacity enterprises / V.A. Didur, V.A. Tkachenko// Bulletin of the Ukrainian Branch of the International Academy of Agrarian Education - Issue № 2 - 2013. - P. 21 - 35.

9. Didur V.A. Technology of non-waste (deep) processing of rice seed / V.A. Didur, V.O. Tkachenko, S.M. Markelova // Works of TSATU - Melitopol, 2003 – Volume 15. - P. 3 - 10.

10. Zaretsky Yu.K. Theory of consolidation of soils. / Yu.K. Zaretsky, edited by N.A. Tsytovich. - Moscow: Nauka, 1967. - 268 p.

11. Maslikov V.A. Technological equipment for the production of vegetable oils / V.A. Maslikov - M.: Food Industry, 1974. - P. 217 - 220.

12. Tkachenko V.A. Modeling of the pressing process of the pulp of oil seeds in screw presses / V.A. Tkachenko, V.A. Didur, A.V. Tkachenko, V.V. Didur// Works of TSATU - Melitopol, 2010 – Volume 10. – T. 4 - P. 3 - 14.

DESIGNING OF THE SCREW PRESS FOR VEGETATIVE OIL PRESSURE BY THE METHOD OF SIMILARITY

V. A. Didur, V.A. Tkachenko, A.V. Tkachenko,
V. A. Didur, A.L. Vereshchaga

Summary

Previously, in Ukraine grown castor and processed for castor oil. However, due to the absence of its processing now, the cultivation of castor oil has ceased. Our outline studies and feasibility study showed that it is advisable to build mini-plants with a productivity of 15; 30 and 45 tons per day for raw materials. There is no equipment for the creation of such mini-plants for processing castor seeds. Therefore, it is necessary to develop a new technology for mini-plants and new equipment. One of the main technological processes in the processing of castor seeds is the process of pressing the oil in screw presses. Because of the complexity of the phenomena occurring during pressing, and the lack of their knowledge, there is no complete theory of the work of screw presses. Therefore, it is advisable to choose the best press already tested and tested for processing the castor seeds, and, in its likeness, to create an experimental press. The experience of Moldavian plants for processing castor seeds by the pressing scheme - extraction showed good performance of the production prepress of screw presses. In the proposed work, the similarity method was applied to the creation of screw presses according to their prototype and the main parameters and technological conditions of the screw presses with a productivity of 625 kg / h were determined based on its prototype screw press. The calculation begins with the numerical effect of the width of the output slit on the ratio of the return of the crutch in the press and the corresponding determination of the value reflecting the productivity of the press, depending on its structural dimensions.

This allows you to choose a rational size of the diameter of the receiving loop of the experimental press. The linear dimensions of the experimental press are determined by a linear similarity coefficient equal to the ratio of the diameters of the receiving coils of the experimental press and its original screw press.

The working sections are determined by the planar coefficient of similarity, determined by the ratio of the square diameters of the receiving coils of the experimental press and its original screw press. From the similarity coefficients obtained and the initial data of the screw presses, the parameters and operating modes of the experimental press are determined.

Key words: coefficient of similarity, coefficient of return, productivity of the press, screw press, receiving coil, free volume of the winding, width of the exit slit.

УДК 621.791.92:631.31

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВО-ОБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ С РАЗЛИЧНОЙ ФОРМОЙ НАПЛАВКИ РЕЖУЩИХ ЧАСТЕЙ

Бабицкий Л.Ф., акад. МААО, д.т.н., проф.
Москалевич В.Ю., к.т.н., доц.
Академия биоресурсов и природопользования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»
г. Симферополь, Республика Крым
Тел. (3652) 26-38-23
e-mail: kaf-meh@rambler.ru

Аннотация. Представлены результаты сравнительных исследований энергетических показателей обработки почвы культиваторными лапами со сплошной наплавкой сормайтом и прерывистой наплавкой порошковым электродом, содержащим карбид вольфрама. Исследования показали, что по мере изнашивания в процессе эксплуатации тяговое сопротивление

лап, упрочнённых прерывистой наплавкой, уменьшается на 11%, а серийных лап – возрастает на 70%.

Ключевые слова: исследования, почва, рабочий орган, ресурс, прерывистая наплавка, самозатачивание, тяговое сопротивление.

Постановка проблемы. Существенным фактором, сдерживающим внедрение в производство деталей рабочих органов с износостойкой наплавкой режущих частей, является увеличенное сопротивление почвообрабатывающих машин. Это связано с тем, что их наплавленные лезвия имеют большую толщину, по сравнению с не наплавленными, а также вызвано увеличением силы трения, из-за налипания почвы на неровности поверхности слоев износостойкой наплавки. Поэтому использование упрочнённых наплавкой почворежущих деталей оказывается экономически оправданным, только если эффект от повышения ресурса рабочих органов превысит дополнительные затраты на расход топлива из-за увеличения тягового сопротивления [5, 6, 7].

Анализ последних исследований. Для повышения износостойкости режущих частей почвообрабатывающих машин без увеличения их тягового сопротивления кафедрой механизации и технического сервиса в АПК Академии биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского» предложены новые способы прерывистой наплавки лезвий рабочих органов износостойким электродным материалом по бионически обоснованным параметрам [3, 4, 10]. Особого внимания в бионических исследованиях роющих конечностей биологических прототипов заслуживает процесс их самозаострения, параметры их зубчатой формы, обеспечивающие минимальные энергетические затраты в процессе рытья [2].

Цель исследования. Провести испытание и сравнение энергетических показателей почвообрабатывающих рабочих органов с различной формой наплавки режущих частей.

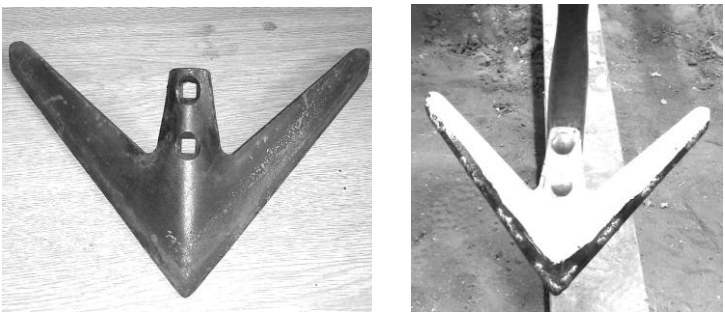
Основная часть. Исследования влияния способов упрочнения наплавкой рабочих органов на тяговое сопротивление почвообрабатывающих машин в лабораторных условиях проводились в почвенном канале. Тяговое сопротивление опреде-

лялось путём непрерывной регистрации на ПК через аналогово-цифровой преобразователь сигнала от тензометрического датчика силы [1]. Твёрдость почвы в канале определялась с помощью твердомера Ю.Ю. Ревякина по известной методике [9]. Для определения деформационного показателя использовался модернизированный прибор на базе твердомера Ревякина [8]. В процессе проведения исследований влажность почвы составляла 14-17%, её твёрдость 140-150 Н/см^2, деформационный показатель 2,12-2,27$\cdot 10^{-7}$ м^2/Н.

Для сравнения были выбраны следующие рабочие органы (рис. 1):

1 – лапа культиватора со сплошной наплавкой сормайтом нижней части лезвий (серийная);

2 – лапа культиватора с прерывистой наплавкой верхней части лезвий порошковым электродом, содержащим карбид вольфрама.



1 2

Рис. 1. Исследуемые культиваторные лапы

В первом опыте исследовались неизношенные рабочие органы 1 и 2. Во втором опыте исследовались эти же лапы после одновременной работы в полевых условиях на культиваторе КПС-4. При этом определялся характер затупления лезвий лап. При оценке износа учитывались изменения интенсивности линейного износа, конфигурации лап культиваторов и характер разрушения поверхности лезвия [1].

Указанные лапы испытывались в рабочем состоянии в почвенном канале на глубинах 5, 10 и 15 см.

Полученные результаты определения тягового сопротивления *P* рабочих органов представлены в таблице 1 и на рис. 2.

Таблица 1

Значение тягового сопротивления лап при глубине обработки почвы 10 см

Состояние лапы	Тяговое сопротивление		Разница, %
	$P_{ср}$, Н	p, %	
Наплавленная новая	1070,32	100,00	–
Наплавленная изношенная	951,57	88,91	– 11,09
Серийная изношенная	1820,28	170,07	+ 70,07

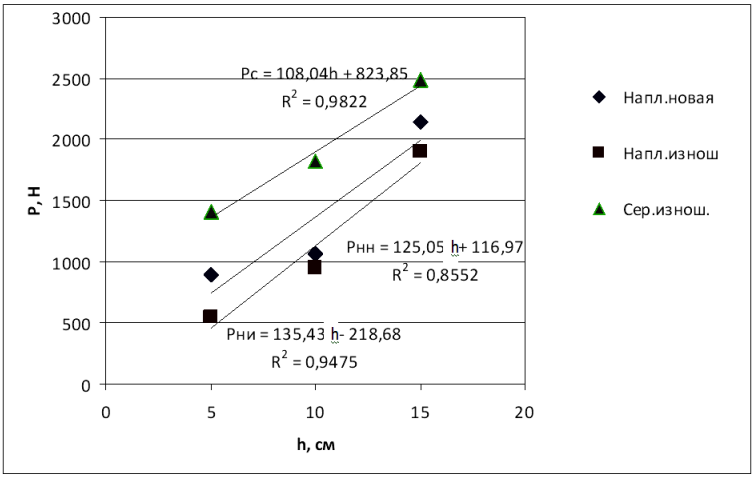


Рис. 2. Графики зависимости тягового сопротивления лап от глубины обработки почвы

Анализ приведенных выше числовых значений и графиков показывает, что у лап, упрочнённых прерывистой наплавкой, в начальный период эксплуатации тяговое сопротивление соответствует сопротивлению серийных лап, но по мере изнашивания в процессе эксплуатации тяговое сопротивление лап, упрочнённых прерывистой наплавкой, уменьшается на 11%, а серийных лап – возрастает на 70%. Это объясняется тем, что лезвия лап с прерывистой наплавкой

износостойким материалом, содержащим карбид вольфрама, самозатачиваются в процессе работы, сохраняют толщину режущей кромки, не превышающую 1 мм, а также приобретают зубчатую форму, снижающую сопротивление почвы резанию. Указанный эффект не наблюдается у серийных лап со сплошной наплавкой сормайтом нижней части лезвий, которые затупляются, что приводит к значительному возрастанию их сопротивления движению в почве.

Выводы. Новый способ прерывистой наплавки лезвий рабочих органов износостойким электродным материалом по бионически обоснованным параметрам обеспечивает снижение, в процессе эксплуатации, энергетических затрат при обработке почвы до 70%, по сравнению со сплошной наплавкой сормайтом, за счёт эффекта самозатачивания и образования зубчатой формы лезвий. Это является дополнительным преимуществом, наряду с увеличением ресурса, предложенного способа наплавки режущих частей почвообрабатывающих рабочих органов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ способов повышения износостойкости и долговечности режущих кромок культиваторных лап / Куклин В.А., Надопта Н.В. // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова (Воронеж). – 2017. – Том 5. – Выпуск 2 (28) – С. 55-58.

2. Бабицкий Л.Ф., Москалевич В.Ю., Соболевский И.В. Бионико-механические основы сельскохозяйственных машин. Теория и методы. – LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 384 с.

3. Биосистемный подход к повышению долговечности рабочих органов сельскохозяйственных машин / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич // Проблемы и перспективы инновационного развития экономики в 21 веке: материалы XX международной научно-практической конференции, Алушта, 14-19.09.2015 г. / Союз научных и инженерных специалистов Крыма. – Симферополь: ИП Семенова Е.А., 2015. – С. 262-266.

4. ГОСТ 20915-75. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытания. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 4 с.

5. Методика исследования бионически обоснованной упрочняющей наплавки культиваторных лап и ножей почвообрабатывающих машин и орудий / Л.Ф. Бабицкий, С.А. Мищук, В.Ю. Москалевич // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды № 2 – Симферополь, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», 2015. – С. 54-64.

6. Москалевич В.Ю. Исследование влияния параметров почворежущих элементов на тяговое сопротивление лап культиваторов // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2010. – Вип. 94. – С. 119-122.

7. Москалевич В.Ю. Исследование износостойкости режущих элементов почвообрабатывающих рабочих органов // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – Симферополь: НИЦ КИПУ, 2009. – Вып. 18. – С. 70-73.

8. Развитие бионического направления в земледельческой механике / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич, И.В. Соболевский // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 4. – С. 68-74.

9. Обоснование способов и режимов наплавки лемехов почвообрабатывающих машин / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – 2017. – № 5. – С. 35-42.

10. Обоснование параметров прерывистой наплавки лемехов и ножей почвообрабатывающих машин Н.Н. Удельный, В.Ю. Москалевич // Научно-практическая конференция «Молодая наука»: сборник трудов / Под общей редакцией Н.Г. Гончаровой. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – С. 184-186.

BIBLIOGRAPHY

1. Analysis of ways to enhance the durability and longevity of cutting edges lap cultivating claws / Kuklin V.A., Nadopta N.V. // Topical research areas of the twenty-first century: theory and practice. – Voronezh State Forestry Engineering University G.f. Morozov (Voronezh). – 2017. – Volume 5. – Issue 2 (28) 2. – P. 55-58.

2. L.F. Babitsky, V.Yu. Moskalevich, I.V. Sobolevsky. – Bioniko-mechanical basics of agricultural machines. Theory and methods. – LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 384 c.

3. Biosystem approach to improving the durability of the working bodies of agricultural machines / L.F. Babitsky, V.Yu. Moskalevich // Problems and prospects of innovative development of the economy in the 21st century: materials of the XX International Scientific and Practical Conference, Alushta, September 14-19, 2015 / Union of Scientific and Engineering Specialists of the Crimea. – Simferopol: IP Semenova E.A., 2015. – P. 262-266.

4. GOST 20915-75. Agricultural machinery. Methods for determination of test conditions. – M.: Publishing of standards, 1977. – 4 p.

5. A technique for investigating the biodegradable reinforcing hardening of cultivator claws and knives of tillage machines and tools / L.F. Babitsky, S.A. Mischuk, V.Yu. Moskalevich // News of agricultural science of Tavrida No. 2 – Simferopol, FSAEI HE "V.I. Vernadsky KFU", 2015. – P. 54-64.

6. V.Yu. Moskalevich. Investigation of the effect of the parameters of soil-cutting elements on the traction resistance of cultivator paws // News of Kharkiv National Technical University of agriculture named Petr Vasilenko. – Kharkiv, 2010. – Vol. 94. – P. 119-122.

7. V.Yu. Moskalevich. Investigation of wear resistance of cutting elements of tillage working bodies // Uchenye zapiski of Crimean engineering-pedagogical university. – Simferopol: SIC CIPU, 2009. – Vol. 18. – P. 70-73.

8. The development of bionic trends in agricultural mechanics / L.F. Babitsky, V.Yu. Moskalevich, I.V. Sobolevsky // An Agrarian science of Euro-north-east. – 2017. – № 4. – P. 68-74.

9. Justification of ways and modes of floating of plowshares of tillage machines / L.F. Babitsky, V.Yu. Moskalevich // Bulletin of the Ukrainian branch of the International Academy of agrarian education. 2017. No. 5. P. 35-68.

10. Substantiation of the parameters of discontinuous surfacing of plowshares and knives of tillage machines / N.N. Udelny, V.Yu. Moskalevich // Scientific and Practical Conference "Young Science": a collection of works / Under the general editorship of N.G. Goncharova. – Simferopol: IT "ARIAL", 2015. – P. 184-186.

ENERGY INDICATORS TILLAGE WORKING BODIES WITH DIFFERENT SHAPE OF WELDING CUTTING PARTS

L.F. Babitsky, V.Y. Moskalevich

Summary

Presents the results of a comparative study of energy indicators tillage front claws with solid-faced “sormayt” and intermittent welding powder electrode containing tungsten carbide. Studies have shown that as wear and tear during operation of traction resistance lap, hardened intermittent welding, is reduced by 11%, and serial claws – increases by 70%.

***Key words*:** research, soil, working body, resource, dash cladding, self-sharpening, traction resistance.

УДК 631.316.

РОЗРОБКА ВІБРАЦІЙНОГО ПЛУГА-КАРТОПЛЕКОПАЧА З АКТИВНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ ТА ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ

Мелентьєв О.Б., к.п.н., доц.
Непочатенко В.В., асп.
Пушка О.С. чл.-кор МААО, к.т.н., доц.
Головатюк А.А. к.сг.н. ст. вик.,
Войтік А.В. к.т.н., доц.
Оляднічук Р.В. к.т.н., доц.
Кравченко В.В. к.т.н., доц.
Уманський національний університет садівництва
м. Умань, Україна
Тел.+380964563878
e-mail: melo2009@meta.ua

Анотація. Досліджено покращення геометричних параметрів та зносостійкості робочих органів плоскоріжучих культиваторів для різних ґрунтів.

Виявлено вплив зносостійкості плоскорізних культиваторів на геометричну стабільність робочого органу та зменшення тягового опору, що лягло у основу рішень при конструюванні ґрунтообробних знарядь, які захищені патентами, впроваджені у виробництво і забезпечують зменшення енергозатрат.

Був розроблений, виготовлений та експериментально досліджений вібраційний плуг-картоплекопач з активними робочими органами, та забезпечено покращення його експлуатаційних показників за рахунок порівняння дослідних зразків робочих органів, удосконалення їх на основі підвищення зносостійкості і покращення конструкції.

Ключові слова: плоскорізний культиватор, вібраційний плугу-картоплекопач, активні робочі органи, зносостійкість, ґрунти, робочі органи, опір руху.

Постановка проблеми. В основу загальної теорії конструювання всіх ґрунтообробних сільськогосподарських машин, на думку академіка Горячкін В.П. повинна бути покладена теорія клина та руйнування матеріалів на основі фізико-механічні властивостей ґрунтів. В основу теорії деформації ґрунту він вважав утворенні стружки з руйнуванням. Так Сінеоков Г.М. встановив, що деформація зсуву і відриву нестабільна, і залежності від параметрів клина і стану ґрунту, деформація ґрунту клином має статистичний характер, тим самим була підтверджена гіпотеза Горячкіна В.П. про вірогідну схему утворення стружки. Найбільшу увагу Горячкін В.П. надавав гранулометричному складу ґрунту, що обробляється. Так, на його думку, в подальшому підтверджену Качинським Н.А, Ревуть І.Б., Медведєвим В.В. та іншими, ступінь дисперсності ґрунту визначає комплекс фізико-хімічних і агробіологічних процесів, які сприяють підвищенню врожаїв [2,3].

Перспективним напрямком удосконалення обробки вологих і липких ґрунтів є використання нових способів впливу на ґрунт у комбінації із традиційними робочими органами. Іс-

нуюча тенденція збільшення сумарної потужності тракторів являє собою передумову для реалізації даного напрямку.

Опір ґрунтів різанню містить у собі наступні складові: вага ґрунту, зовнішнє і внутрішнє тертя ґрунту та опір відділенню ґрунту від масиву. Виходячи із цього, опір ґрунтів різанню може бути знижений шляхом впливу на одну із зазначених складових, або шляхом комплексного впливу на ряд з них. Поставлена мета, за їх переконаннями досягається застосуванням газової або рідинного змащення робочих поверхонь, полімерних і антифрикційних покриттів, ефекту вібрації, газодинамічного або гідродинамічного впливу, електрофізичних способів і їх комбінації.

Покриття робочої поверхні відвалу робочих органів речовинами, що сприяють зменшенню прилипання ґрунту, дозволяє знизити опір вологого ґрунту різанню. Були проведені випробування робочого органа, облицьованого тонкими полірованими аркушами з нержавіючої сталі. Виявилося, що тягове зусилля при знятті шару липкого ґрунту на 1% нижче не облицьованого робочого органа. Із цією же метою застосовувалися полімерні й антифрикційні покриття.

Швидке зношування й висока вартість цих покриттів не дозволяють рекомендувати їх для практичного застосування. Крім того, не приводять до значного зниження тягового зусилля робочого органа.

Метою дослідження було розробити, виготовити та експериментально дослідити вібраційний плуг-картоплекопач з активними робочими органами, та забезпечити покращення його експлуатаційних показників за рахунок порівняння дослідних зразків робочих органів, та удосконалення на основі підвищення їх зносостійкості і покращення конструкції.

Для досягнення сформульованої мети необхідно розв'язати наступні *завдання*:

1. Встановити загальнотеоретичні основи конструювання вібраційного плугу-картоплекопача з активним робочим органом.

2. Розробити конструкцію вібраційного плугу-картоплекопача з активними робочими органом та методику покращення зносостійкості його робочих органів на основі

аналізу літературних джерел із даної теми, аналізу прототипів конструкцій.

3. Виготовити вібраційний плуг-картоплекопач з активними робочими органами, дослідити зразки робочих органів, та визначити шляхи покращеними їх експлуатаційних показників та зносостійкості.

4. Отримати охоронні документи (патенти на корисні моделі) на вібраційний плуг-картоплекопач з активними робочими органами.

5. Провести польові випробування дослідних зразків робочих органів із покращеними показниками зносостійкості.

Аналіз останніх досліджень. Як вже відмічалось, значний внесок у теорію різання ґрунту внесли роботи Сінеокова Г.Н, що на відміну від теорії клина Горячкіна В.П., до розрахунку загального зусилля різання додатково вводиться зусилля динамічного тиску ґрунту на клин, а також зусилля проникнення ріжучої кромки в ґрунт [3].

Роботами А.Н. Зеленіна був уточнений метод розрахунку опору різання ґрунтів, заснований на теорії Кулона-Мора. Так, за А.Н. Зеленіним основну частину зусиль різання являє зусилля на проникнення в ґрунт ріжучої кромки леза робочого органу, яке зростає в міру її зношування та утворення на ній ущільненого ядра з ґрунту, що оброблюється [4].

Роботами А.С. Кушнарьова, Л.В. Погорілого, В.І. Виноградова, М.Д. Подскребко, А.Н. Гудкова, В.В. Кацигіна і багатьох інших доведено, що на відміну від моделі ґрунту у вигляді суцільного середовища з ізотропними властивостями, прийнятих В.П. Горячкіним, природно, склад ґрунту є нелінійним, пружно-пластично-в'язким середовищем із анізотропними характеристиками, і статистично розподіленими дефектами у вигляді мікро- і макротріщин, пустот та сторонніх включень. Цей факт значно ускладнює моделювання процесу деформування ґрунту з метою проектування знарядь. Відомі математичні моделі взаємодії робочого органу з ґрунтом, внаслідок значної складності фізичних процесів, які відбуваються в ґрунті під дією робочих органів, пов'язані зі значними спрощеннями, що часто моделюють певний тип робочого органу, або можуть бути віднесені до моделі типу "чорний ящик", внаслідок чого не розкривають фізичну картину процесу [2,3].

Однак, обробка ґрунтів плугами різних сучасних конструкцій характеризується значним їхнім розворотом убік поля, що приводить до порушення геометрії робочих органів у процесі роботи й зниженню якості обробки ґрунту. При цьому тяговий опір плугів суттєво зростає, польові дошки плужних корпусів отримують надлишкові шкідливі навантаження, на їхніх опорних поверхнях виникає сила тертя, для подолання якої затрачається до 17% загальної величини тягового опору плуга.

Також загальноприйнятим є думка, що тяговий опір ґрунтообробного агрегату складається з корисних і шкідливих опорів його робочих органів. Величина корисних опорів залежить від розмірів і геометричних форм застосованих робочих органів, а також від їх фрикційних властивостей при обробці ґрунту і від ступеня зношування лез робочих органів, та навантаження на опорні колеса рушія, візка робочих органів, а також опору їх перекочуванню [1].

Дослідженнями сільськогосподарських машин було встановлено, що додавання до поступального руху плоскоріжучого робочого органа коливального руху дає ефект зниження тягового опору [3]. Крім цього, корисним виявляється струшування шару тому, що при цьому дрібні частки відкидаються в більш нижні шари, й тим знижується ймовірність ерозії.

Через те, що обидва вказаних ефекти при коливаннях, що збігаються з напрямком руху агрегату проявляються незначно, ґрунтообробні машини з коливальними робочими органами у поздовжній площині, розвитку не одержали.

Однак ми вважаємо, що подібні робочі органи не отримали розвитку у зв’язку із їх недосконалими конструкціями, тому ми поставили за завдання розробити вібраційний плуг-картоплекопач з активним робочим органом, та покращити його експлуатаційні показники за рахунок ефекту зниження тягового опору, та підвищення зносостійкості і продуктивності.

Основна частина. В дослідженні використовувались робочі ґрунтообробні органи плоскорізи стріловидної форми та наплавочні матеріали**.**

В останні роки для отримання наплавлених шарів, високої твердості застосовують порошкові електроди - трубчасті стрижні діаметром 2...8 мм з маловуглецевої сталі з наповнювачем. В якості наповнювача використовують тверді сплави,

найчастіше сормайт, феросплави, карбід вольфраму. На електрод наноситься захисне покриття.

Випускаються трубчасті наплавочні електроди ЕТН-1, ЕТНО-2, ЕТНО -3, ЕТНО -4 і ЕТН-5.

В даний час новим перспективним способом зміцнення, що дозволяє значно підвищити твердість і зносостійкість різальних крайок лап культиваторів та інших робочих органів, є застосування наплавочних трубчастих електродів із карбідом вольфраму [7,8].

Дослідження, виконувалось відповідно до плану науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт кафедри процесів машин та обладнання АПВ Уманського національного університету садівництва по темі «Дослідження механізованих процесів агропромислового виробництва».

Вібраційний плуг-картоплекопач з активним робочим органом забезпечує високу якість роботи з таких технологічних показників, як розпушування (кришеня), вирівнювання поверхні ґрунту, перемішування його з мінеральними добривами. Однак, внаслідок того, що ґрунт неоднорідний як за складом, так і за фізико-механічними властивостями, виникає нерівномірність навантаження на вал відбору потужності двигуна трактора, порушується її курсова стійкість, підвищується енергоємність культивації й в остаточному підсумку погіршується якість обробки ґрунту. Отже, необхідно розробляти й використовувати такі ґрунтообробні робочі органи, які могли б адаптуватися до цих несприятливих факторів. Однак, як показали дослідження, більшість ґрунтообробних робочих органів, що використовуються сьогодні є однорежимними, а це негативно позначається на ефективності їх функціонування в різних умовах.

В процесі конструювання вібраційного плугу-картоплекопача з активними робочими органами, нам прийшлось вивчити досвід створення подібних машин, а також їх прототипів. Ми визначили недоліки прототипів і на основі усунення їх недоліків, сформувати задачі на конструювання вібраційного плугу-картоплекопача з активним робочим органом. Так за класифікацією сільськогосподарської техніки, наша розробка відноситься до плугів з активним вібраційним розпушувачем, і

призначена як для основного обробітку ґрунту, так і для копання картоплі, тобто для виконання двох основних функцій.

Із числа аналогів відомий плуг-картоплекопач [16] який складається з послідовно закріплених на рамі пасивного робочого органу (підкопуючого корпусу з відвалом) і активного робочого органу (ротора). При русі плуга-картоплекопача пласт ґрунту підрізується пасивним органом картоплекопачем, частково руйнується і подається на ротор, що обертається на вертикальному валу. Потім активний робочий орган, ударяючи по пласту, остаточно руйнує його і розкидає по поверхні поля управо по ходу машини.

Недоліками цього пристрою для викопування картоплі є: травмування бульб, втрати врожаю, підвищена енергоємність підкопування пласта ґрунту з картоплею із-за перпендикулярного розташування до ходу руху підкопуючого лемеша.

Відомий картоплекопач, що складається з прутків-відвалів, які сполучені між собою стяжними планками, що дозволяє ступінчасто регулювати нахил площин розташування прутків до горизонту в поперечній вертикальній площині [17].

Недоліками вказаного картоплекопаючого робочого органу є недостатні пристосованість до ґрунтових умов, висока енергоємність і низька надійність технологічного процесу при підвищеній вологості ґрунту.

Найбільш близькім прототипом є роторний картоплекопач [6], який складається з пасивного робочого органу (підкопуючого лемеша) і активного ротора, що обертається на горизонтальному валу. Технологічний процес здійснюється таким чином: при русі леміш підрізує ґрунтовий пласт з картоплею, яка після сходу з пасивного робочого органу руйнується і розкидається по поверхні поля елементами ротора, що обертається, перпендикулярно ходу машини. Після проходу ротора виходить смуга шириною до 3 метрів, на поверхні якої розташовується основна маса бульб.

Недоліками цього пристрою для викопування картоплі є: травмування бульб до 10%; втрати до 25%; підвищена енергоємність підкопування пласта ґрунту з картоплею із-за перпендикулярного розташування до ходу руху підкопуючого лемеша, широка смуга розкиду бульб.

Усунення вказаних недоліків прототипу і є завданнями нашого дослідження на конструювання вібраційного плугу-картоплекопача з активними робочими органами.

Технічним результатом, що досягається дослідженнями на конструювання, є забезпечення можливості підвищення продуктивності і зменшення ручної праці при збиранні картоплі, зменшення втрат урожаю за рахунок точного укладання на ґрунтовий гребінь, відсутність травмування бульб.

Вібраційний плуг-картоплекопач з активними робочими органами (див. рис. 1.) складається із зчіпного устрою 1, вхідного карданного валу редуктора 2, редуктора 3, ланцюгової передачі 4, рами зчіпного устрою 5, опорних коліс 6, валу кривошипа 7, опорних підшипників 8, кривошипа 9, шатуна 10, вібраційної планки 11, рами 12, плоскорізу 13, вібраційної решітки 14, шатуна вібраційної планки і вібраційної решітки 15.

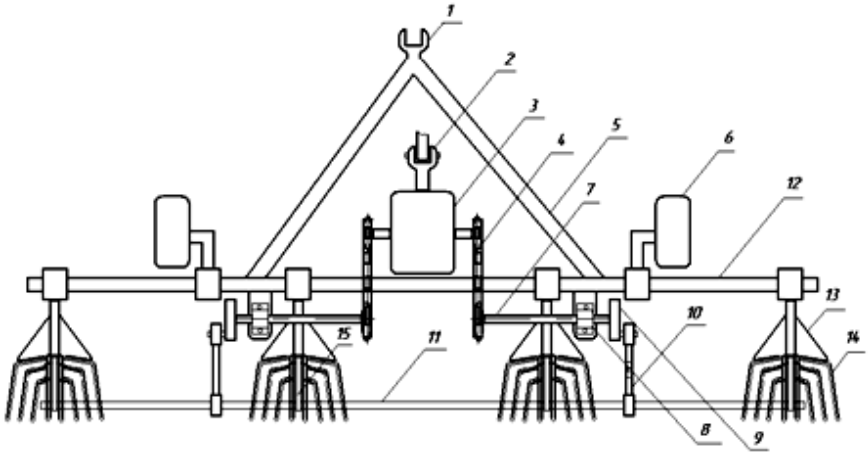


Рис. 1. Будова вібраційного плугу-картоплекопача з активними робочими органами.

Вібраційний плуг-картоплекопач (див. рис. 1.) працює наступним чином: до трактора під’єднується зчіпний устрій 1 плуга-картоплекопача, що розташований на рамі зчіпного устрою 5, а вхідний карданний вал редуктора 2, до валу відбору потужності трактора (не показано). При русі трактора по міжряддях редуктор 3, що закріплений на рамі 12, обертає ланцю-

гову передачу 4, яка передає рух на вал кривошипа 7, що закріплений на опорних підшипниках 8, який обертає кривошип 9 із шатуном 10. Шатун 10 з'єднаний з вібраційною планкою 11 через шарніри 16, передає рух на вібраційну решітку 14 плоскорізу 13 (див. рис. 2.). Під час обертання кривошипу 9 вібраційна решітка 14 здійснює вібраційні рухи (див. рис. 2.) і обтрушує від ґрунту підкопані плоскорізом 13 картоплини, які спадають з решітки на верх утвореного гребня. Плоскорізи 13 закріплені на рамі 12, яка містить опорні колеса 6, що котяться по міжряддю в колії трактора.

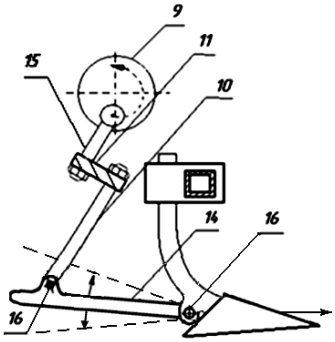


Рис. 2. Плоскоріз-картоплекопач з активним робочим органом [15].

Рис. 3. Вібраційний плуг-картоплекопач із стандартними стрілчастими плоскорізами та активним робочим органом.

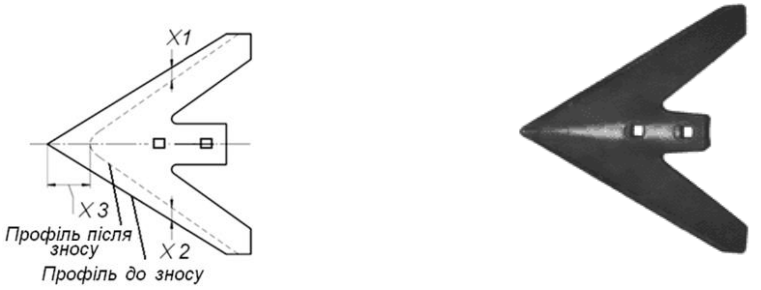
Вібраційний плуг-картоплекопач значно підвищує ефективність збирання картоплі на перезволожених ґрунтах, зменшує втрати та травмування картоплі, а чотири корпуси вібраційного плуга-картоплекопача підвищують продуктивність цього процесу.

Рис. 4. Вібраційний плуг-картоплекопач із стрілчастими плоскорізами підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністтю, зносостійкими наплавленнями та активним робочим органом [10].

Рис. 5. Вібраційний плуг-картоплекопач з активними робочими органами перед випробуваннями.

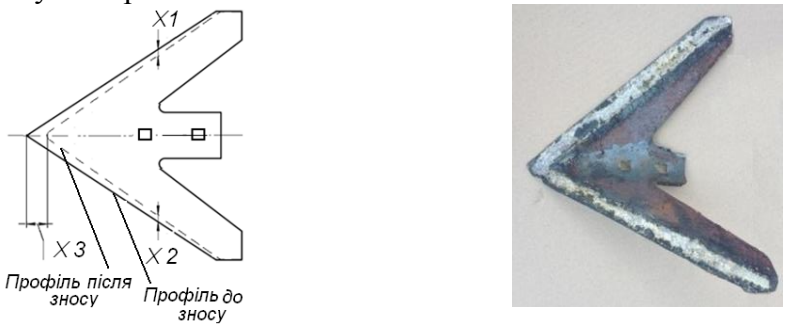
Методика покращення показників геометричних параметрів робочого органу базувалась на порівнянні зразків робочого плоскоріжучого органу із зносостійкими наплавленнями та без них. Випробування проводилися на суглинистих ґрунтах. Напрацювання на одну лапу за результатами випробувань

склало 15,5 га. Методика вимірювань зносу робочого плоскоріжучого органу полягала в наступному. Зношена лапа укладалася на аркуш паперу, на якому був позначений контур нової лапи. Вимірювали відстань від контуру зношеної лапи до контуру незношених лапи по носку і крилах. Вимірювання зносу носка визначалося величиною Х3 (рис. 6.). Знос крил визначався середнім значенням величин Х1 і Х2. Після цього обчислювалося середнє арифметичне значення по кожному вимірюваному параметру форми: Х1 - знос лівого крила лапи; Х2 - знос правого крила лапи; Х3 - знос носка лапи



а б

Рис. 6. Робочий плоскоріжучий орган без зносостійких наплавлень: а - що має знос крил який визначається середнім значенням величин Х1 і Х2, зносом носка Х3; б - робочий плоскоріжучий орган без зносостійких наплавлень.



а б

Рис. 7. Робочий плоскоріжучий орган із зносостійкими наплавленнями: а - що має знос крил який визначається середнім значенням величин Х1 і Х2, зносом носка Х3; б - робочий плоскоріжучий орган із зносостійкими наплавленнями.

Результати досліджень**.**

В результаті проведеного аналізу, ґрунтообробних знарядь за взаємодією з ґрунтом, із трьох основних класів ґрунтообробних знарядь ми зупинились на долото-відвальній конструкції робочого органу (див. рис. 9.).

За висновком А.Кулен і Х.Куіперс залежність характеристик ґрунту і матеріалу з умов налипання ґрунту на диску можна виразити виразом нормальної складової *σn* загального напруги *P*.

$$\sigma n < a - c / tg\varphi - \mu \qquad (1)$$

де *a* - адгезія; *c* - когезия; *φ* - кут внутрішнього тертя; *μ'*- коефіцієнт тертя ґрунту по поверхні плоскоріжучого робочого органу (сталь). Отже, просуванню ґрунту без налипання сприятиме зростання *σn*. Тому доцільно застосування плоскоріжучого робочого органу з прорізами, які збільшують *σn*, так як,

$$\sigma n = Pn / S \qquad (2)$$

де *S* - загальна площа контакту ґрунту з поверхнею робочого органу, *Pn* - нормальна складова загальної напруги *P*. Тертя ґрунту при ковзанні її по робочій поверхні і прилипання - явища різні, але вони проявляються одночасно. Зауважимо при цьому, що, якщо опір тертю ковзання не залежить від площі їх прилягання один до одного тобто

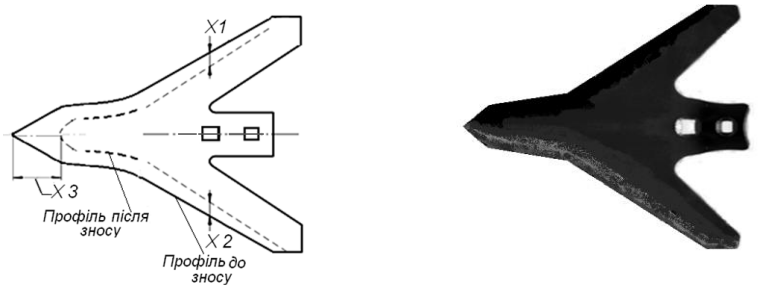
F = fN, то опір ковзанню від прилипання залежить від площі їх контакту *S*, що викликає ними загальний опір ковзанню *T*, який характеризується наступним рівнянням [4].

$$T = F + Tпр = fN + po\,S + pNS \qquad (3)$$

де *F* - опір ковзанню ґрунту по сталі (об поверхню плоскоріжучого робочого органу);

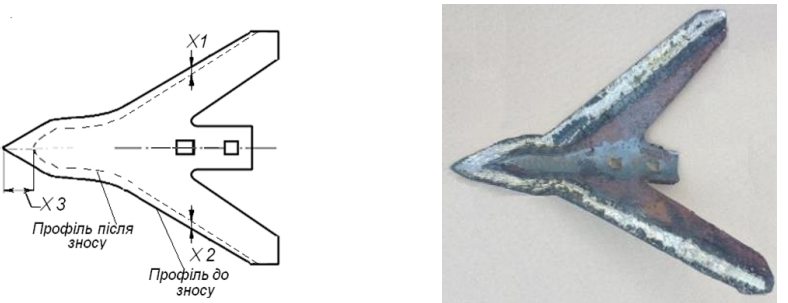
Tпр - опір ковзанню від прилипання; *po* - коефіцієнт дотичних сил питомого прилипання при відсутності нормального тиску; *f* - коефіцієнт тертя ковзання; *S* - площа контакту ґрунту з поверхнею поверхню плоскоріжучого робочого органу; ***p*** - коефіцієнт дотичних сил питомого прилипання, що викликається нормальним тиском.

Аналіз виразу (3) теж показує, що загальний опір *T* можна знизити шляхом зменшення площі можливого прилипання. Тому ми пропонуємо конструкцію робочого плоскоріжучого органа (див. рис. 9.) у якого ріжучі кромками 3, підняти над поверхнями плоскоріжучої лапи 6, що знижує загальний опір *T* . Польові дослідження встановили, що дана конструкція робочого плоскоріжучого органа, завдяки своїм геометричним особливостям зберігає працездатність при умові використання напайок з наплавочних трубчастих електродів із карбідом вольфраму до 150 га.



а **б**

Рис. 8. Удосконалений робочий плоскоріжучий орган: а - удосконалений робочий плоскоріжучий орган без зносостійких наплавлень, що має знос крил який визначається середнім значенням величин X1 і X2, зносом носка X3; б - робочий плоскоріжучий орган без зносостійких наплавлень.



а **б**

Рис. 9. Удосконалений робочий плоскоріжучий орган: а - удосконалений робочий плоскоріжучий орган із зносостійкими наплавленнями, що має знос крил який визначається середнім значенням величин X1 і X2, зносом носка X3; б - робочий плоскоріжучий орган із зносостійкими наплавленнями.

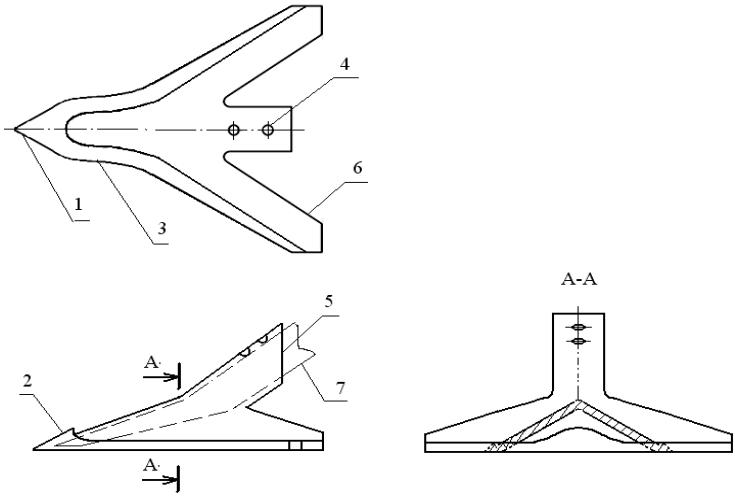


Рис. 10. Плоскорізний долото-відвальний плуг для перезволожених ґрунтів із зносостійкими наплавленнями: долото 1, ударний носок 2, ріжучі кромками 3, отвори для кріплення 4, опора-тулейка 5, поверхні плоскоріжучої лапи 6, кована стійка 7 .

Лапа культиватора має наплавки із карбіду вольфраму, які повністю повторюють зону зносу робочого органу. Також удосконалена лапа культиватора забезпечує суттєве зниження опору руху, за рахунок полірованих ріжучих кромок.

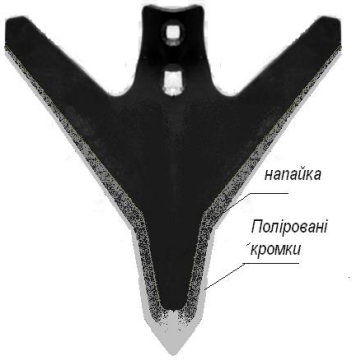


Рис. 11. Удосконалена лапа культиватора зміцнена з застосування наплавочних трубчастих електродів із карбідом вольфраму і полірованою ріжучою кромкою.

Для оцінки ефективності використання зміцнення лап культиваторів були проведені польові випробування лап культиватора кпп-8 причіпний, що випускається пат «уманьферммаш».

Таким чином, проведені польові випробування дозволили встановити ефективність лап культиваторів із застосуванням наплавочних трубчастих електродів із карбідом вольфраму.

Зносостійкість таких лап, зміцнених з боку леза, виявилася в середньому в 1,7 рази вище, ніж у серійних виробів. Після напрацювання 15,5 га зміцнені лапи ще можна використовувати для обробки ґрунту, тоді як не зміцнені лапи досягли свого граничного стану і підлягають заміні.

За результатами досліджень авторами статті булли запатентовані корисні моделі України пат. 106036 UA МПК A01B17/00 «Плоскоріз-картоплекопач з активним робочим органом» [15], пат. 106037 UA МПК A01B17/00 «Вібраційний плуг-картоплекопач» [14], пат. 83610 UA, МПК A01B33/08 «Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністтю і зносостійкими наплавленнями» [10] та підписані ліцензійні угоди на впровадження цих корисних моделей у ПАТ «Уманьферммаш» [7,8].

Профіль плоскорізного долото-відвального плуга для перезволожених ґрунтів із зносостійкими наплавленнями має збільшену клиновидність (див. рис. 6.), і в перерізі має силовий коробчастий профіль, що суттєво підвищує міцність на злам у зоні долота. Крім того, ріжучі кромки 3 у нижній частині опираються на дно борозни, що призводить до ефекту самозаточування, та підтримання їх геометричних параметрів на протязі всієї експлуатації плуга.

Плоскорізний долото-відвальний плуг для перезволожених ґрунтів із зносостійкими наплавленнями особливо ефективний на перезволожених і мокрих ґрунтах, у весняну і осінню оранках завдяки зменшенню налипання пласта до плоскоріжучої лапи. Це значно знижує тяговий опір агрегату, дозволяє підвищити його продуктивність, швидкість обробки, зменшити витрати палива на обробку, особливо на ґрунтах схильних до водної та вітрової ерозії, за рахунок безобертового відвалу [9,10].

Висновки. Результатами нашого дослідження стала розробка та застосування плоскорізного плугу підвищеної стріло-

видності із збільшеною клиновидністтю і зносостійкими наплавленнями, на розробленій нами машині «Вібраційний плуг-картоплекопач з активними робочими органами», що дозволяє підвищити ефективність обробки. [7,8].

Розроблені робочі органи добре вливаються в систему ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту. Для її втілення потрібен комплекс відповідних агрегатів — культиваторів. Вони випускаються провідними виробниками сільськогосподарської техніки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бєлоусов С. В. Конструкція комбінованого лемішного плуга і дослідження його тягового опору в складі машинотракторного агрегату / С. В. Бєлоусов, А. І. Лепшина // Молодий вчений. - 2015. - № 5. - С. 217-221.

2. Бойко А.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин / А.І. Бойко, М.О. Свірень, С.І. Шмат, М.М. Ножнов. – К., 2003. – 203 с.

3. Ветохін В.І. Проектування та результати випробувань робочого органу для глибокого розпушення міжрядь цукрових буряків / В.І. Ветохін, П.О. Кутя // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосп. машин: Загальнодержавний міжвідомчий наук. - техніч. зб. – Кіровоград, 2009. - Вип. 39. – С. 423-433.

4. Зенин Л. С. Определение затрат энергии на отбрасывание почвы при фрезеровании / Л. С. Зенин, Ф. С. Любимов, Л. П. Шутов [и др.] // Механизация и электрификация социалист. сел. хоз-ва. 1973. –№ 4. –С. 53 –54.

5. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве - М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005. 270 с. ил.

6. Карпенко А.Н., Зеленова А.А., Халанский В.М. Сільськогосподарські машини. - М.: Колос, 1972, с.316.

7. Ліцензійний договір № 6 від "24" липня 17 р. на впровадження у виробництво за патентом № 106037 «Вібраційний плуг-картоплекопач» Головатюк А. А., Мелентьєв О. Б., Пушка О. С., Войтік А. В., Кравченко В. В., Непочатенко В. В. Леціат: ПАТ «Уманьферммаш» 20300, м. Умань, вул. Енергетична, 21.

8. Ліцензійний договір № 7 від "24" липня 17 р. на впровадження у виробництво за патентом № 106036. «Плоскоріз-картоплекопач з активним робочим органом» Головатюк А. А., Мелентьєв О. Б., Пушка О. С., Войтік А. В., Непочатенко В. В., Дідур В. В., Оляднічук Р. В. Леціат:ПАТ «Уманьферммаш» 20300, м. Умань, вул. Енергетична, 21.

9. Попов Г. Ф. Исследование технологических режимов и обоснование конструктивных параметров рабочих органов пропашных фрезерных культиваторов: автореф. дис. канд. техн. наук / Г. Ф. Попов. –М., 1970. –23с.

10. Пат. 83610 UA, A01B33/08 «Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністтю і зносостійкими наплавленнями» / В.В.Непочатенко, О.Б.Мелентьєв, А.В.Войтік, О.С.Пушка, заявник та власник Уманський національний університет садівництва № u 2017 03326 від 02.01.17.; заявл. 25.09.2016 .; опубл. 02.01.17.; бюл. №18.

11. Пат. 102878. UA, A01B35/20 «Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності та клиновидності з антифрикційними пристосуваннями і зубцями для подрібнення ґрунту» / О.Б. Мелентьєв, В.В.Непочатенко, О.С. Пушка, А.В. Войтік; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201504759; заявл. 18.05.2015; опубл. 25.11.15, бюл. №22.

12. Пастухов В.І. Лабораторно-польові дослідження орного агрегату з різними варіантами начіпки / В.І. Пастухов, С.М. Скофенко, Г.В. Фесенко, О.М. Піскарьов, В.В. Качанов // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2010.– Вип. 93. – С. 40-47.

13. Пастухов В.І. Теоретичне дослідження кінематичного зв’язку між елементами системи «трактор – начіпний пристрій – ґрунтообробна машина» / В.І. Пастухов, В.П. Ольшанський, Г.В. Фесенко, С.М. Скофенко // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2008.– Вип. 75, Т. 2. – С. 5-11.

14. Пат. 106037 UA A01B17/00 «Вібраційний плуг-картоплекопач»/ Головатюк А. А., Мелентьєв О. Б., Пушка О. С., Войтік А. В., Кравченко В. В., Непочатенко В. В.; №u 201510806 від 06.11.2015.; заявник та власник Уманський національний університет садівництва, опубл., 11.01.2016, Бюл. № 16.

15. Пат. 106036 UA A01B17/00 «Плоскоріз-картоплекопач з активним робочим органом»/ Головатюк А. А., Мелентьєв О. Б., Пушка О. С., Войтік А. В., Непочатенко В. В., Дідур В. В., Оляднічук Р. В.; №u 201510805 від 05.11.2015.; заявник та власник Уманський національний університет садівництва, опубл., 11.04.2016, Бюл. № 7.

16. Пат. №2236771 RU, A01B17/00, A01D 13/00 «Плуг картофелекопатель»/А.В. Корепанов, М.М. Мухаматнуров, С.С. Садовский, П.Г. Свечников, И.Я. Штейнерт; заявитель и собственник Челябинский государственный агроинженерный университет, заявка: №93051876/15, 12.11.1993, дата публикации заявки: 20.02.1997 бюл. № 5.

17. Смирнов Ю.Г. Мала механізація на присадибній ділянці. 2-ге видавництво, перероблене і доповнене / Ю.Г.Смірнов. - М.: Колос, 1995. - с.149.

BIBLIOGRAPHY

1. Belousov S.V. The design of a combined blade plow and the study of its traction resistance in the machine-tractor unit / S.V. Belousov, A.I. Lepshina // Young Scientist. - 2015. - № 5. - P. 217-221.

2. Boyko A.I. New constructions of soil cultivating and sowing machines / A.I. Boyko, M.O. Sviren, S.I. Shmat, M. M. Nozhnov. - K., 2003. - 203 p.

3. Vetokhin V.I. Design and results of tests of the working body for deep loosening of row spacing of sugar beet / V.I. Vetokhin, P.O. Kutya // Construction, production and exploitation of agricultural enterprises. of machines: National inter-departmental sciences. - technician save - Kirovograd, 2009. - Vip. 39. - P. 423-433.

4. Zenin L.S. Determination of energy expenditures for discarding soil during milling / L.S. Zenin, F.S. Lyubimov, L.P. Shutov [and others] // Mechanization and electrification of the socialist agriculturesat. 1973. -№ 4. - P. 53 -54.

5. Baseline requirements for basic machine technological operations in crop production - Moscow: FGNU Rosinformagrotech, 2005. - 270 p. illustrations.

6. Karpenko A.N, Zelenova A.A, Khalansky V.M. Agricultural machinery. - M .: Kolos, 1972, - 316 p.

7. License agreement № 6 of July 24, "July 24," for the introduction into production under the patent number 106037 "Vibration plow-potato digger" Golovatyuk A.A., Melentiev O.B., Pushka O.S,. Voytik A.V., Kravchenko V.V., Nepohatenko V.V.. Lezits: PJSC "Umanfermmash" 20300, Uman city, st. Energy, 21.

8. License agreement №7 of July 24, "July 24," for the introduction into production under the patent number 106036. "Planer-potato farm with active working body" Golovatyuk A.A., Melentiev O.B., Pushka O., Voytik A.V., Nepochatenko V.V., Didur V.V., Olaydynchuk R.V. Lezits: PJSC "Umanfermmash" 20300, Uman city, st. Energy, 21.

9. Popov G.F. Investigation of technological regimes and substantiation of structural parameters of working organs of borehole milling cultivators: author's abstract. Dissertation of the candidate of technical sciences / G. F. Popov. -M., 1970. -23 p.

10. Pat. 83610 UA, A01V33 / 08 "The cutting plane plow sweep with increased in the form of a wedgeand wear-resistant surfacing" / V.V.Nepochatenko, O.B.Melentiev, A.V.Voytik, O.S.Pushka, applicant and owner of Uman National University u gardening №u 2017 03326 on 02.01.17; date of publication of the application: 09.25.2016.; publ. 01.02.17; bul. №18.

11. Pat. 102878. UA, IPC A01V35 / 20 "Flat plow powerful sweep and wedge devices against friction and teeth for crushing the soil/ O.B. Melentiev, V.V. Nepochatenko, A.S. Pushka, A.V. Voytik; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №u 201504759; date of publication of the application: 05.18.2015; publ. 11.25.15, bul. №22.

12. Pastukhov V.I. Laboratory field studies of the arable aggregate with different hauling options / V.I. Pastukhov, S.M. Skofenko, G.V. Fesenko, O.M. Piskarev, V.V. Kachanov // Mechanization of agricultural production: Bulletin of the KHNTUSG them. Petr Vasilenko. - Kharkiv, 2010. - Vip. 93. - P. 40-47.

13. Pastukhov V. Theoretical studies kinematic connection between the elements of the "Tractor - mounted device - Tillage Machine" / V.I. Shepherds, V.P. Olshansky, G.V. Fesenko, S.N.Skofenko // Mechanization of agricultural production: Journal KNTUA them. Petro Vasilenko. - Kharkiv, 2008.- Vol. 75, T. 2. - P. 5-11.

14. Pat. 106037 UA A01B17 / 00 "Vibration plow potato" / Golovatyuk A.A, Melentiev O. B., Pushka O. S., Voytik A.V., Kravchenko V.V., Nepochatenko V.V; №u 201510806 dated 06.11.2015.; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture, published on 11.01.2016, bul. № 16.

15. Pat. 106036 UA, A01B17 / 00 "Potato cultivator with active working organ" / Holovatyuk A.A., Melentiev O.B., Pushka O.S., Voytik A.V., Nepochatenko V.V., Didur V.V., Oljadinchuk R.V; №u201510805 dated 05.11.2015; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture, published, 11.04.2016, bul. № 7.

16. Pat. № 2236771 RU, A01B 17/00, A01D 13/00 "Plow Potato Breeder" / A.B. Korepanov, M.M. Muhamatnurov, S.S. Sadovsky, P.G. Svechnikov, I.Y. Steiner; applicant and Owner Chelyabinsk State Agroengineering University, application: № 93051876/15, 12.11.1993, date of publication of the application: 20.02.1997. № 5.

17. Smirnov Yu. G. Small mechanization on the farmland. 2-nd publishing house, processed and supplemented. /Yu. G. Smirnov. - M .: Kolos, 1995. - p. 149.

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL PLATE-KARTOPLACHE WITH ACTIVE WORKING ORGANS AND WAYS TO IMPROVE ITS OPERATIONAL INDICATORS

O.B. Melentiev, V.V. Nepohatenko, A.S. Pushka, A.A. Holovatyuk, A.V. Voitik, R.V. Olyadnichuk, V.V. Kravchenko

Summary

The improvement of geometrical parameters and wear resistance of working bodies of flat-cutting cultivators for different soils is investigated.

The influence of wear-resistance of the planar cultivators on the geometric stability of the working body and the reduction of traction resistance, which formed the basis of the decisions in the design of soil-working tools, which are protected by patents, introduced in production and provide a reduction in energy costs.

The vibration plow potato with active working bodies was

designed, manufactured and experimentally investigated, and improved its performance indicators by comparing prototype working bodies, improving them on the basis of increasing wear resistance and improving the design.

Key words: planer cultivator, vibration plow-potato digger, active working bodies, wears resistance, soils, working bodies, resistance to movement.

THE ELECTROMAGNETIC FIELD PARAMETERS IN INTERACTION WITH ANIMAL TISSUES USING THE DEVELOPED MATHEMATICAL MODEL

Orel O., Corr. IAAE, Assoc. Prof. Eng. PhD
Kolomoets V., PhD
Tavria State Agrotechnological University
Melitopol, Ukraine
e-mail: orelan2006@ukr.net

Summary. The development of effective medication-free treatment and means of animal injuries treatment is urgent task. The optimal parameters of electromagnetic field of ultra-high frequency range interacting with the bone tissues of animals have been determined. The aim of the work is to identify the high-frequency range of the electromagnetic field parameters in interaction with animal tissues using the developed mathematical model.

The dependence of electric component amplitude of magnetic frequency field was investigated. It has been proved that the dimensions of the limbs and internal tissues significantly affect the internal distribution of the electromagnetic fields.

The results of experimental studies have made it possible to determine the optimal frequency, power and radiation source arrangement for the injury treatment of different animal species. The application of electromagnetic radiation with optimal parameters intensifies metabolism on the diseased cells membrane level and assists more rapid recovery of the injured bone tissue.

Animal traumatism is the common group of diseases among all non-contagious diseases amounting to 50% of total disease rate [1].

Now medicaments are mainly used for treatment of animal injuries. In most cases application of antibiotics and other medicated things is not efficient enough and unsafe, it blocks the disease symptoms. Getting into the human organism via livestock products, antibiotics have negative influence on it, suppress the immunity, contribute to mutated virus replication causing various diseases [1,2].

Therefore, the development of efficient medicament-free treatment and development of technical means for animal injury treatment is actual one.

The data analysis of numerous researches and publications [2] has allowed to state that one of the prospective ways of medicament-free treatment of animal injury is the impact of electromagnetic field (EMF) of LHF-range.

The research aim was on the basis of the developed mathematical model [3,4] to define the biotropic parameters of electromagnetic field of LHF-range during its interaction with animal tissues.

Applying the obtained [3,4] mathematical expressions, the numeric computations of the biotropic parameter values of the electromagnetic field in animal limbs of different geometric dimensions have been made; the optimal frequency of impact which allows to give the appropriate recommendations on technical features of the developed therapeutic apparatus has been defined.

The fundamentals of the computations were the mathematical values [3,4], which describe the distribution of electromagnetic wave of LHF-range on a biological object of cylindrical shape with layered structure by radius:

$$\dot{E}^{i}_{z\,\text{пад}} + \dot{E}^{i}_{z\,\text{отр}} = \sum_{m=0}^{\infty}\left[\dot{B}^{i}_{m}\, J_m\left(k_i\, r\right) + \dot{C}^{i}_{m}\, H^{(2)}_{m}\left(k_i\, r\right)\right]\cos\left(m\varphi\right) \tag{1}$$

According to the obtained expressions the amplitudes of inner fields are complex values which change their phasing depending on animal limb dimensions, incident frequency, electro-

physical characteristics of biological tissues and their location inside a limb.

The zeroth harmonic of incident electromagnetic field (the amplitude of harmonics with numbers m >1 is significantly lower than the zeroth one) makes the major influence on an animal limb, which is connected with low resonance characteristics of biological objects being exposed to radiation.

Electromagnetic characteristics of all five layers taken into account [4] were chosen according to reference data. The intensity of the incident field electrical component equals one, which allows going to any concrete value Eo in calculations, at the same time the case of E-polarization is considered.

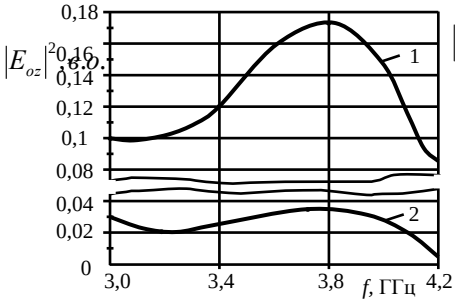
The mentioned review of literature data [2] indicates that the main curative effect of electromagnetic radiations in case of bony pathologies is connected with their effect on cell membranes and the activization of ion movement of different microelements through them. At the same time characteristic resonance frequencies of these processes are within the range of 10^9-10^{11}Hertz.

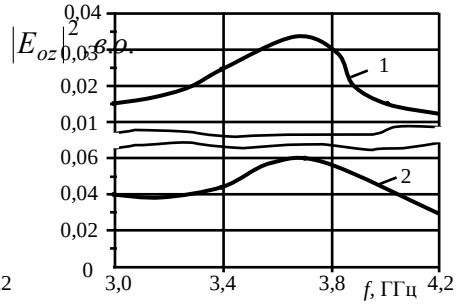
Taking into account that during passing of electromagnetic radiations of decameter and centimeter range through an animal limb, on the one hand, there is the radiation absorption, on the other hand, there is their resonance re-scattering on different biological inhomogeneity; first of all, it is necessary to determine at what frequencies the electromagnetic field component strength will be maximum in bone marrow of bony tissue.

According to the aim we have studied the dependence of EMF electric component amplitude on frequency in the area of bone marrow and bony tissue of a limb. To obtain the more universal animal treatment methods the limbs of large animals (a horse, a cow) as well as small ones (a pig, a sheep) were examined. It was done due to the fact that both cross-sectional geometric shapes of limbs and sizes of their internal tissues differ significantly, so this could affect the distribution of inside electromagnetic fields in them.

In picture 1 there are the results of calculations performed within the range of 3.0-4.2 GHz for a pig leg. Picture 1 (curve 1) shows that in the area of bone marrow the maximum value of the electric component is at a frequency of 3.8 GHz. At frequency

shift to the left and right from the identified frequency there is the amplitude loss. The same has to be said about the curve 2, where the same response is presented but for the area of bony tissue. In this case the maximum amplitude is at a frequency of 3.7 GHz. However, the shift into more longwave range affects the field value less than the shift into more shortwave range.





Pic. 1. The square of amplitude of EMF electric component $|E_{0z}|^2$ versus frequency response f for a pig leg: 1 – in bone marrow area; 2 – in bone tissue area

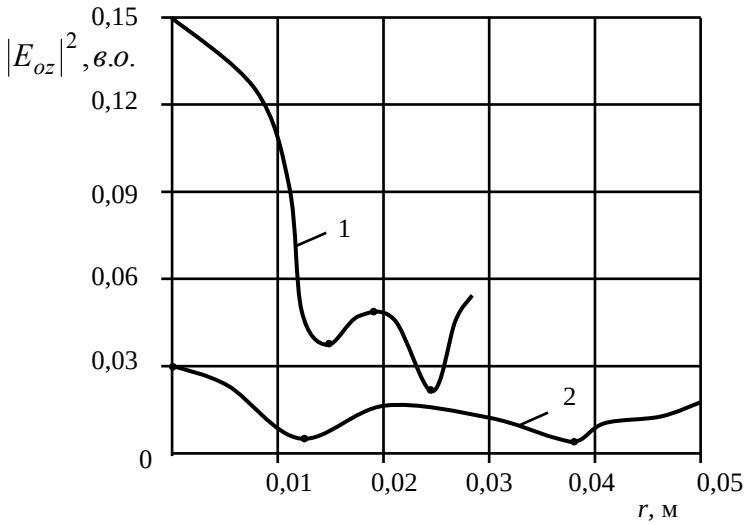
Pic. 2. The square of amplitude of EMF electric component $|E_{0z}|^2$ versus requency response f for a cow leg:1 – in bone marrow area; 2 – in bone tissue area

In picture 2 there are curves corresponding to frequency dependence of square for inside field electric component amplitude for a cow leg. It should be mentioned that in this case in the area of bone marrow as well as in the area of bone tissue of a leg the maximum is weaker than for a pig. This is explained by large sizes of a leg and correspondingly the length of incident electromagnetic wave. Therefore, resonance phenomena are weaker. However, in this case the electric component reaches its maximum at the range of frequencies of 3.6 – 3.7. GHz.

According to the obtained results we can conclude that the most acceptable value for radiation of injured legs of farm animals is the frequency within 3.7 GHz from the view of electrodynamics. In addition, the proper location of maximum of effecting field allows to choose the radiation sources with less power flows that is very important for treatment.

It should be emphasized that in the present graphs along the axis of ordinates there is a dimensionless value indicating which part of incident electromagnetic radiation strength reaches the particular area of an injured leg.

Having identified the most acceptable radiation frequency of electromagnetic field, the examination of its distribution in cross-section cut of an injured limb was carried out; it was necessary to determine how efficient was the field affecting the proper injured areas of legs.



Pic. 3. Distribution of amplitude square of electric component of electromagnetic radiation inside animal limbs at a frequency of 3.7 GHz: 1– for a pig; 2– for a cow

In order to get the result, the radius of cross-section cut of leg versus E_{0z} was examined on the basis of its anatomic organization.In picture 3 (1) there is the dependence of amplitude square of longitudinal component of electric field on a leg cross-section cut radius inside a pig limb. The chosen radiation frequency was equal to 3.7 GHz. According to the picture in the both areas of bone marrow and bony tissue the electric field is more powerful than in other areas. Thus, we have to conclude that radiation at this frequency will have maximum effect on the injured bony tissue and assist its fast recovery.

According to picture 3 (2) illustrating the distribution of electric component $|E_{0z}|^2$ in cross-section cut of a cow leg at a frequency of 3.7 GHz there is the similar result. In this case density of the field is located in the areas of bone marrow and the injured bony tissue.

Thus, despite an animal size (a pig, a cow) the radiation at identified frequency in particular has the maximum stimulating effect on cambiogenetic hardness, cortical layer of bone and soft tissues around the fracture.

The similar results obtained after calculations for limbs of other farming animals (a horse, a sheep) indicate that the most acceptable value of electromagnetic field applied for therapeutic reason during the treatment of limb injuries of different animals is the range from 3.7 to 3.8 GHz. This range is acceptable from the view of obtaining the optimal amplitudes of EMF inside the objects exposed to radiation as well as from the view of optimal distribution of inner field.

Taking into account the above calculations it may be concluded concerning the flow density strength of radiation for an injured limb. According to literature sources, radiation strength at 0.1 mW/cm^2 causes the appearance of membrane cells of the identified potentials, which has positive influence on the transmembrane ion movement. In other words, there is an intensive recovery process for diseased and injured cells. Thus, the radiation source has to create the exact flow density strength in the places of injury.

Taking into account the results (see pics. 1-3) demonstrating which part of radiation strength reaches the injured area (0.005-0.01) and the identified above the necessary strength level for curing effect, it may be defined that the radiation source has to radiate approximately at 100 W/m^2.

Conclusions.

On the basis of proposed theoretical model, the performed computations have indicated that the most acceptable frequency of electromagnetic radiation for limbs of different farming animals is 3.7-3.8. GHz. In this case the field distribution by limb cross-section cut and its amplitude are the most optimal ones.

According to the results the radiation has to be of 100 W/m^2. This intensifies the metabolism in membranes of sick cells and encourages the fastest recovery of injured bony tissue.

BIBLIOGRAPHY

1. Zagalna veterynarna khirurgia / A.V. Lebediev, V.A. Lukyanovskyi, B.S. Semenov. – M.: Kolos, 2000. – 488p.

2. Orel O.M. Analis metodiv s elektrofizichnykh prystroyiv dlya likuvannia kistkovykh khvorob tvaryn // Pratsi Tavriyskoi derzhvnoi agrotekhnychnoi Akademiiy. – Melitopol: TDATA, 2003. – 190p.

3. Yakovliev V.F., Orel O.M. Model travmovanoiy kistkovoi tkanyny tvaryn , scho znakhodyatsya pid diieiu NCHV oprominiuvannia // Pratsi Tavriyskoi derzhvnoi agrotekhnychnoi Akademiiy. – Melitopol: TDATA, 2003. – Vyp. 12 – 68-73p.

4. Yakovliev V.F., Orel O.M. Do pytaniia pro model travmovanoiy kistkovoi tkanyny tvaryn , scho znakhodyatsya pid diieiu NCHV oprominiuvannia // Pratsi Tavriyskoi derzhvnoi agrotekhnychnoi Akademiiy. – Melitopol: TDATA, 2003. – Vyp. 12 – p. 60-67.

ЛИТЕРАТУРА

1. Загальна ветеринарна хірургія / А.В. Лебедев В.А. Лукьяновский Б.С. Семенов. - М .: Колос, 2000. - 488с.

2. Орел О.М. Аналіз методів електрофізичних пристроїв для лікування кісткових хвороб тварин // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь: ТДАТА, 2003. – 190 с.

3. Яковлєв В.Ф., Орел О.М. Модель травмованої кисткової тканини тварин // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелитополь: ТДАТА, 2003. - Вип. 12 – С. 68-73.

4. Яковлєв В.Ф., Орел О.М. До питання про модель травмованої кісткової тканини тварин, що знаходиться під дією НВЧ опромінювання// Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелитополь: ТДАТА, 2003. - Вип. 12 – С. 60-67.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З ТКАНИНАМИ ТВАРИН

О. М. Орел, В.А. Коломоєць

Анотація

Нагальним завданням є розробка ефективного лікування без ліків і засобів для лікування травм тварин. Визначено оптимальні параметри електромагнітного поля ультрависокочастотного діапазону, що взаємодіє з кістковими тканинами тварин. Метою роботи є визначення високочастотного діапазону параметрів електромагнітного поля при взаємодії з тканинами тварин за допомогою розробленої математичної моделі. Досліджено залежність амплітуди електричного компонента поля магнітної частоти. Доведено, що розміри кінцівок та внутрішніх тканин значно впливають на внутрішній розподіл електромагнітних полів. Результати експериментальних досліджень дозволили визначити оптимальну схему частот, потужності та джерела випромінювання для лікування травми різних видів тварин. Застосування електромагнітного випромінювання з оптимальними параметрами посилює метаболізм на рівні мембранних клітин хворих і сприяє більш швидкому відновленню пошкодженої кісткової тканини.

УДК.631.312.68

ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО РОБОЧОГО ОРГАНУ ПЛУГА ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ ПЛОДОВИХ САДЖАНЦІВ ВИРОЩЕНИХ НА ГРЯДАХ

Караєв О.Г., член-кор. МААО, д.т.н.
Матковський О.І., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел. +380973282788
e-mail: aimatkovski@mail.ru

Анотація. В статті розглянуто технологію вирощування саджанців плодових культур на грядах, наведено схему дво-

стрічкового розміщення саджанців на гряді. Визначено вимоги до принципу дії, функціональних показників і конструктивних параметрів скоби викопувального плуга.

Ключові слова **–** вирощування, плодові саджанці, технічні вимоги, параметри викопувальної скоби, гряда.

Постановка проблеми. Вирощування щеплених саджанців відбувається на ділянці формування, яка є основним структурним об’єктом розсадника - школа саджанців. Вирощування саджанців в даному структурному об’єкті відбувається за такими способи: посадкою однорічних підщеп (сіянців, відводків) з подальшим щепленням та посадкою щеплених рослин (зимові щеплення). На даний час найбільш поширеним є перший спосіб [1,2,3]. Традиційна підготовка до садіння посадкового матеріалу у перше поле школи саджанців вміщує операції основного обробітку (оранка до 40 см) і культивацію ґрунту. Але підготовка ґрунту для садіння підщеп і щеплених рослин не забезпечує його структурно-агрегатний стан з коефіцієнтом структурності – 0,7-0,8, завдяки якому створюються умови для ефективного розвитку і формування кореневої системи саджанців [4].

Для вирішення даної проблеми запропоновано спосіб вирощування саджанців на грядах, які формуються на раніше підготовлених смугах.

В розсаднику ТОВ «Агро-Фенікс», Мелітопольського району, Запорізької області запропоновано двострічкову схему вирощування підщеп на грядах з відстанню між рядками 20 см і в ряду 15 - 20 см. При садінні підщеп за двострічковою схемою може бути розміщено від 90 до 100 тис. штук на 1 га.

Реалізація такої технології вирощування саджанців потребує змін в технологічній операції викопування саджанців. Для чого необхідно визначити вимоги для розробки нового робочого органу викопувального плуга.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Визначити вимоги до принципу дії та конструкції робочого органу викопувального плугу, який застосовується в технології вирощування саджанців на грядах.

Основна частина. Виробнича структура розсадника обумовлюється способами розмноження рослин, а саме: щепленням, укоріненням частин рослин з отриманням не щеплених (кореневласних) рослин та вирощуванням їх із насіння. Способи розмноження рослин та наступне їх дорощування і формування відбувається в структурних одиницях розсадника, які представлені на рис.5.

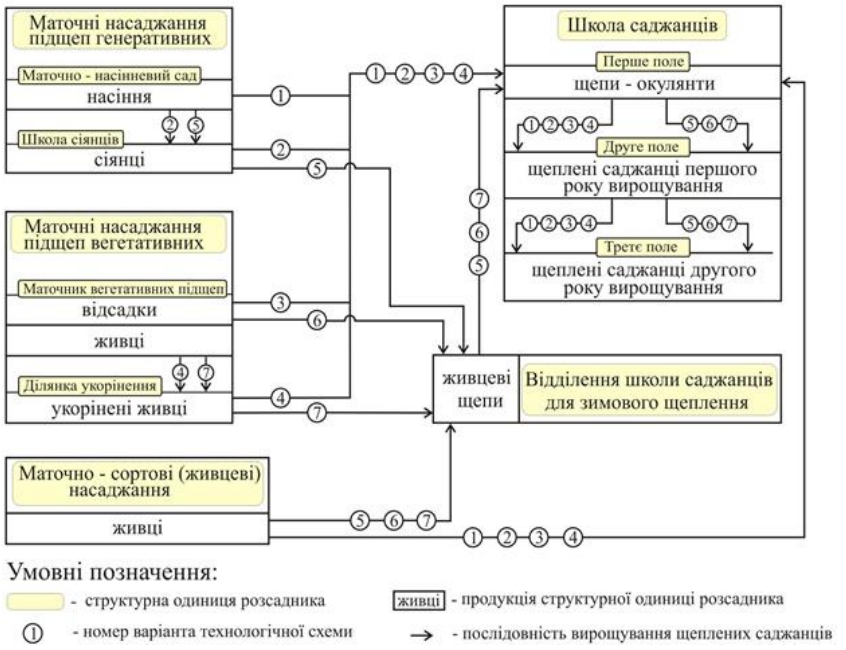


Рис. 1. Варіанти схем руху продукції розсадника між його структурними об’єктами при вирощуванні щеплених саджанців [5].

З наведених варіантів схем видно, що в розсаднику може бути реалізовано сім технологій. При цьому, в школі саджанців застосовують продукцію маточних насаджень, рух якої в школі саджанців наведено на рис. 2.

В школі саджанців можуть бути використані різні способи та схеми вирощування щеплених саджанців. Так, в першому полі, на даний час, вирощування підщеп може бути реалізовано двома способами, а саме: сівбою насіння (кісточок) та садінням сіянців, відсадків і живців [6].

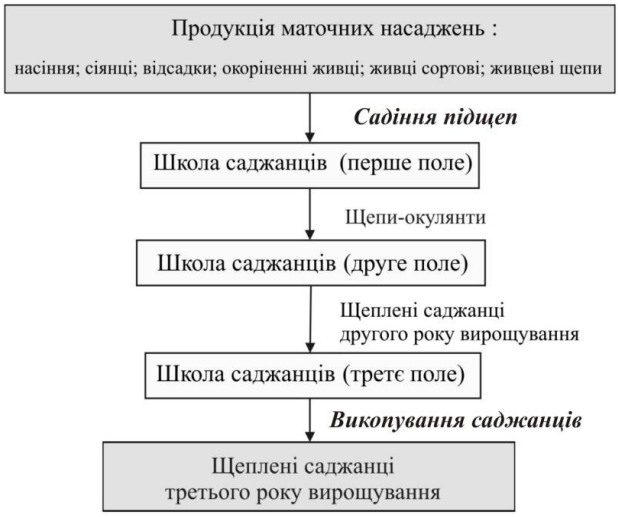


Рис. 2. Схема вирощування саджанців в школі саджанців.

Наведені способи вирощування підщеп пропонується доповнити способом вирощування саджанців на грядах. При цьому розташування рослин у ґрунті гряди можливе за двома схемами: з одним або двома рядками саджанців.

Схема розміщення саджанців на гряді наведена на рис.3.

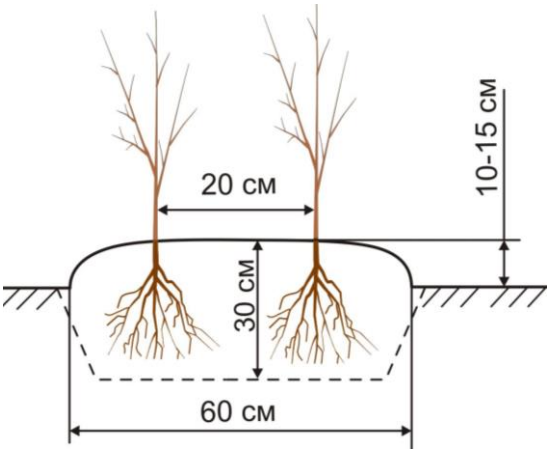


Рис. 3. Схема розміщення саджанців на гряді.

Зі схеми видно, що гряду формують вище поверхні поля на 10-15см на попередньо підготовленій в ґрунтовому масиві об’ємної смуги, яка має глибину 30-35см. При цьому розміри об’ємної смуги де розміщуються саджанці потребують визначення вимог до параметрів робочого органу плуга, який повинен одночасно підкопувати два рядка саджанців із забезпеченням нормативної довжини кореневої системи (25-30см) з відсутністю її механічних пошкоджень. Подальше переміщення ґрунтового шару з кореневою системою саджанців до гори з глибини 30 см повинно відбуватися з відділенням ґрунту від кореневої системи і розміщенням саджанця на поверхні борозни.

На даний час існуючі викопувальні знаряддя, які наведені на рис. 4 можливо використовувати тільки для викопування саджанців, розміщених в одному рядку.

а) *б*)

в) *г*)

Рис. 4. Викопувальні плуги (машини): *а*) СВС-1 і *б*) ПВН-2 –вітчизняного виробництва та *в*) «Berto» (Італія) і *г*) (Нідерланди) – закордонного.

Дані викопувальні плуги за своїми конструктивними параметрами не дозволяють здійснювати викопування саджанців в умовах розміщення їх на гряді.

Для формування вимог до принципу дії та технічного рішення викопувальної скоби наведено загальний вигляд основних її конструктивних елементів скоби (рис. 5).

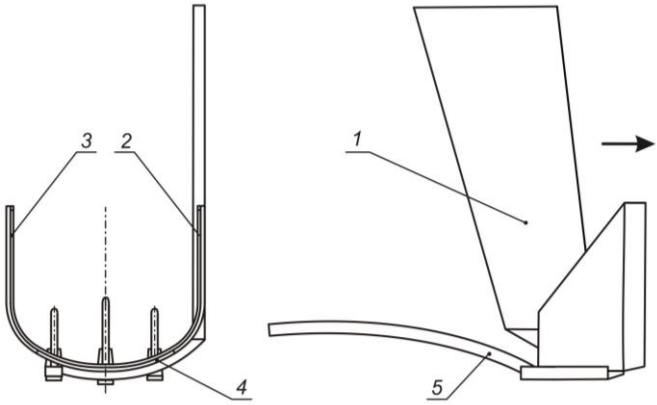


Рис. 5. Схема основних конструктивних елементів скоби викопувального плуга: 1 – стовба; 2– вертикальне ліве лезо скоби; 3 – вертикальне праве лезо скоби; 4 – горизонтальне лезо скоби; 5 – розпушувач.

Визначимо вимоги до принципу дії, функціональних показників технічних рішень та конструктивних параметрів скоби викопувального плуга за попередніми дослідженями [7,8,9,10].

Вимоги до принципу дії:

- різання коренів в ґрунтовому масиві має починатися з коренів горизонтального розташування, а потім вертикального;
- довжина переміщення ґрунтової скиби з кореневою системою саджанців по поверхні скоби повинно бути мінімальною;
- ступінь стиснення ґрунтової скиби з саджанцями під час підкопування має бути таким, що виключає пошкодження кореневої системи саджанців і забезпечує оптимальну енергоємність різання;

- інтенсивність розпушення ґрунтової скибу з саджанцями під час їх переміщення на поверхню борозни має забезпечувати відділення ґрунтових агрегатів від коренів саджанця, ступень якого забезпечує нормативні умови праці;

- час контакту ґрунтової скиби з розпушувачем має бути достатнім для відділення ґрунтових агрегатів від коренів саджанця і визначати граничне значення впливу поверхні розпушувача на скибу.

Вимоги до функціональних показників:

1) параметри (показники) роботи скоби:

- глибина підкопування саджанців не повинна перевищувати 30 см;

- ширина захоплення скоби до 60 см;

- викопування двох рядків саджанців має здійснюватися одночасно;

2) параметри саджанця:

- висота саджанців до 1,5 м;

- кількість саджанців на одному погонному метрі не повинно перевищувати 6 штук;

- довжина кореневої системи саджанців має бути більше 30 см;

Вимоги до конструктивних параметрів скоби і розпушувача:

1) скоби:

- верхня точка ножа вертикального різання повинна знаходитись поверх поля від 0,1 до 0,15 м, а довжина периметру леза скоби повинна бути мінімальною;

- горизонтальне лезо скоби має забезпечувати пряме рі зання ґрунтового масиву;

- вертикальні леза скоби повинні забезпечувати похиле різання або різання з ковзанням.

- леза скоби повинні забезпечувати різання коренів діаметром до 10 мм.

2) розпушувача:

- висота переміщення скиби ґрунту з кореневою системою саджанців має дорівнювати глибині підкопування;

- ступінь руйнування ґрунтової скиби повинна забезпечувати відділення ґрунтових агрегатів від коренів саджанців.

Висновки.

1. Визначені вимоги до принципу дії, функціональних показників технічних рішень та конструктивних параметрів скоби викопувального плугу.

2. Вимоги є підставою для розроблення вихідних вимог і математичної моделі щодо оптимізації параметрів скоби плуга для викопування саджанців вирощених на грядах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технология выращивания саженцев плодовых культур на юге степной зоныУкраины в условиях орошения (рекомендации) // Институт орошаемого садоводства УААН. – Мелитополь, 1992. – 37 с.

2. Выращивание саженцев плодово-ягодных культур/А.Ф. Радюк, В.А.Самусь, А.И. Пуцило и др.-2-е изд. переоб. и доп. – Мн.:Ураджай, 1991. – 254 с.

3. Степанов С. Н. Плодовый питомник/ С. Н. Степанов – 3 - е изд. перераб. и доп. — М. : Колос, 1981. — 256 с.

4. Якість грунтів. Показники родючості грунтів: ДСТУ 4362: 2004.-[чинний від 2006-01-01].- К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 19с. – (національний стандарт України).

5. Караєв О.Г. Наукові основи створення механізованих технологічних комплексів для виробничих систем садівництва плодових культур: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. техн. наук : спец. 05.11.11 «машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / О.Г.Караєв; Тавр. держ. агротехн. ун-т. – Мелітополь: [б. в.], 2017. – 40 с.

6. Выращивание плодовых саженцев / В.И. Майдебура,

В.М. Васюта, И.М. Мережко, В. В. Буркавский. – 2–е изд. перераб. доп. – К.: Урожай, 1989. –168 с.

7. Фришев С.Г. Для викопування саджанців плодових культур / С.Г.Фришев // Техніка в АПК . 1997.–№ 2.– С. 28 – 29.

8. Сафонов О. Механізація вирощування плодових саджанців / О. Сафонов // Техніка в АПК. – 1997. - № 2.–С. 26–27.

9. Клиновой С. И. Обоснование технологического процесса выкопки саженцев и параметров вибрационного копате-

ля : автореф. дис. канд. техн. наук ./ С. И. Клиновой — М.: [б. в.], 1993. – 25 с.

10. Фришев С. Г. Обоснование и разработка технологического комплекса машин для возделывания посадочного материала плодовых культур: дис. док. техн. наук :05.20.01 / С.Г. Фришев – К : [б. в.],1998. – 296 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Technology of growing seedlings of fruit crops in the south of the steppe zone of Ukraine under conditions of irrigation (re-commissioning) // Institute of Irrigated Gardening UAAS. - Melitopol, 1992. - 37 p.

2. Growing of seedlings of fruit and berry crops / A.F. Radyuk, V.A. Samus, A.I. Pucilo and others. 2 nd ed. re-ob. and additional. - Mn.: Urajay, 1991. - 254 p.

3. Stepanov S.N. Fruit nursery / S.N. Stepanov - 3rd ed. Pererab. and additional. - M.: Kolos, 1981. - 256 p.

4. Soil quality. Indicators of soil fertility: DSTU 4362: 2004.- [effective from 2006-01-01] .- K.:

Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2006. - 19 p. - (national standard of Ukraine).

5. Karaev O.G. Naukov, the basis of mechanization of technologic complexes for vibrotic systems of gardens of fruit crops: author's abstract. dis. on the basis of science. stepping doc. tech. Sciences: spec. 05.11.11 "Mechanics and zakobi mehanizatsii sylskogospodarskogo vibrobitvtva" / OG Karayev; Taurus. hold. agrotechnical. un-t. - Melitopol: [б. in.], 2017. - 40 s.

6. Cultivation of fruit saplings / V.I. Maydebura, V.M Vasyuta, IM Network, V.V. Burkavsky; Ed. V. I. Maydebury. - 2nd ed. redone and add - K.: Harvest, 1989. - 168 p.

7. Frishev S.G. For digging of seedlings of fruit crops / S.G. Frishev // Engineering in the agroindustrial complex. 1997.- № 2. - P. 28 - 29.

8. Safonov O. Mechanization of growing of fruit seedlings / O. Safonov // Engineering in agroindustrial complex. - 1997. - No. 2. - P. 26-27.

9. Klinova S.I. Justification of the technological process of seedlings and parameters of vibrational digger: author's abstract. dis Cand. tech Sciences./S.I. Klinova - Moscow: [b.in.], 1993.-25 p.

10. Fryshev S.G. Justification and development of a technological complex of machines for cultivating planting material of fruit crops: diss. dock. tech Sciences: 05.20.01 / S.G. Frishchev - K: [b. in.], 1998. - 296 p.

DETERMINING THE REQUIREMENT FOR THE WORKING PLAN OF THE PLUG FOR THE USE OF FROZEN SADZHANTS HARVESTED ON THE DREAM.

O.G. Karaiev, O.I. Matkovskyi

Summary

In the article the technology of growing fruit seedlings in ranges is considered, the scheme of two-leaf placement of seedlings on the ridge is given. Requirements for the principle of operation, functional parameters and design parameters of the stack of a digging plow are determined.

Key words: cultivations, fruit plants, technical requirements, parameters of a digging clip, a ridge.

УДК 163.311:63

ПОЛЬОВІ ВИПРОБУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ КУЛЬТІВАТОРА-ПЛОСКОРІЗА З РОЗПУШУВАЧАМИ

Сірий І. О., асистент; *
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь Украина
Тел. +380619422074
e-mail: tsapk@tsatu.edu.ua

Анотація.У статті за результатами багатофакторного експерименту та результатами польових випробувань проведено регресійний аналіз за результатами якого отримані зале-

---

* Публікується за рекомендацією: акад. МААО, д.т.н., проф. Дідура В.А.

жності факторів що досліджувались від параметрів оптимізації, а також наведені відповідні поверхні відгуку. Перевірена дійсність висунутої робочої гіпотези.

Ключові слова: багатофакторний експеримент, порівняльні випробування, регресійний аналіз, поверхні відгуку, культиватор-плоскоріз, розпушувачі.

Постановка проблеми. Для визначення впливу конструктивних параметрів модернізованого робочого органу культиватора-плоскоріза з розпушувачами на енергетичні та агротехнічні показники обробітку ґрунту було здійснено багатофакторний експеримент [1].

В ході проведення багатофакторного експерименту були отримані результати, які встановлюють залежності головних (тяговий опір робочого органу з розпушувачами Y_{Rx}, ступень кришення ґрунту Y_k) та додаткових (брилистість $Y_Б$ та пилуватість $Y_П$ ґрунту) параметрів оптимізації від трьох чинників: висота розпушувачів X_1, задана величина прискорення поверхні розпушувачів X_2, відстань між розпушувачами X_3.

Визначення залежностей головних та додаткових параметрів оптимізації від трьох означених чинників відбувалося з постійною швидкістю V – 7,2 км/год., глибину варіювали у межах дрібного h_1 – 15 см (а), та глибокого h_2 – 30 см (б) безвідвального обробітку ґрунту [1].

Експеримент проведено рандомізовано за часом, тобто в випадковій послідовності для виключення впливу систематичних помилок, викликаних зовнішніми факторами.

Мета дослідження. На підставі багатофакторного експерименту отримати залежності параметрів оптимізації від факторів що досліджуються. Перевірити значущість коефіцієнтів регресії та адекватність отриманих рівнянь регресії, отримати відповідні поверхні відгуку для параметрів оптимізації. Перевірити дійсність висунутої робочої гіпотези.

Основна частина. Досліди проводилися у чотирьохкратній повторності, та обчислювалось середнє значення.

У загальному вигляді рівняння регресії другого порядку має вигляд:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{11} \cdot x_1^2 + b_{22} \cdot x_2^2 + b_{33} \cdot x_3^2 \quad (1)$$

де: Y – досліджувана функція (відгук);

b_0 – вільний член;

b_1, b_2, b_3 – лінійні ефекти;

b_{12}, b_{13}, b_{23} – ефекти парної взаємодії;

b_{11}, b_{22}, b_{33} – квадратичні ефекти.

Боксом та Бенкіним для визначення коефіцієнтів рівняння отримані формули, які для трьох факторів мають наступний вигляд:

$$b_0 = \frac{1}{n_0} \cdot \sum_{u=1}^{n_0} y_{0u}; \quad (2)$$

$$b_i = A \cdot \sum_{j=1}^{N} x_{ij} \cdot x_j; \quad (3)$$

$$b_{il} = D \cdot \sum_{j=1}^{N} x_{ij} \cdot x_{lj} \cdot y_j; \quad (4)$$

$$b_{ii} = B \cdot \sum_{u=1}^{N} x_{ij}^2 \cdot y_j + C \cdot \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{N} x_{ij}^2 \cdot y_j - \frac{1}{p \cdot n_0} \cdot \sum_{u=1}^{n_0} y_{0u}, \quad (5)$$

де: n_0 – число дослідів у центрі плану;

u – номер паралельного досліду в центрі плану;

y_{0u} – значення функції відгуку в u-ом досліді;

N – число дослідів у матриці планування;

j – номер досліду в матриці планування;

i, l – номери факторів;

x_{ij}, x_{lj} – кодовані значення i-го та l-го факторів в j-м досліді;

y_j – значення функції відгуку в j-м досліді;

k – число факторів;

A, B, C, D, p – константи, що залежать від числа факторів.

Зазначені коефіцієнти регресії для двох головних та двох додаткових параметрів оптимізації були обчислені в програмі Statistica 10. У зазначеній програмі коефіцієнти регресії були перевірені критерієм Стьюдента, а рівняння – критерієм Фішера [2]. Коефіцієнти регресії, у яких статистична ймовір-

ність p (рівень значущості або вірогідність помилки) для факторів, а також для їх взаємодій більше обраного рівня значущості, є статистично незначущими, та як наслідок, з рівняння вилучені [3-10]. З метою візуального відображення результатів експерименту та знаходження оптимуму будуємо поверхні відгуку, які відображають залежності головних та додаткових параметрів оптимізації від факторів що досліджувались. В якості енергетичного показника при виконанні обробітку ґрунту експериментальним робочим органом виступає тягове зусилля R_x (Н), яке є першим головним параметром оптимізації у даній роботі. На підставі регресійного аналізу для параметру оптимізації Y_{Rx} можна скласти наступні рівняння регресії, вони описують залежність тягового опору від факторів:

$$\text{а) } Y_{Rx} = 1245 + 73{,}75 \cdot X_1 - 75 \cdot X_3 + 192{,}50 \cdot X_2 \cdot X_3 + 87{,}50 \cdot X_1 \cdot X_3 + 20 \cdot X_1^2 + 50 \cdot X_2^2 - 152{,}50 \cdot X_3^2 \quad (6)$$

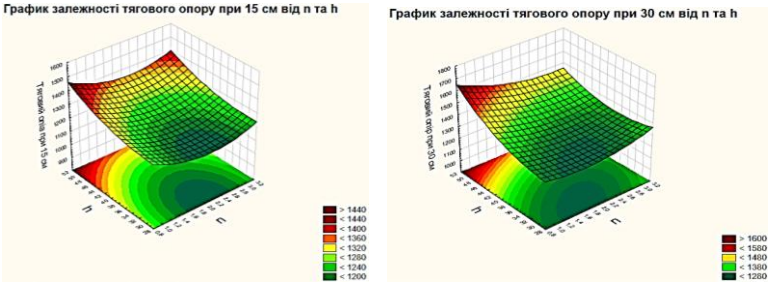
Із рівняння 6 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_2, b_{12}, b_{13} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

$$\text{б) } Y_{Rx} = 1347{,}92 + 91{,}25 \cdot X_1 - 101{,}88 \cdot X_3 + 142{,}50 \cdot X_2 \cdot X_3 + 40{,}63 \cdot X_1^2 + 29{,}38 \cdot X_2^2 - 148{,}13 \cdot X_3^2 \quad (7)$$

Із рівняння 7 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_2, b_{12}, b_{13} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

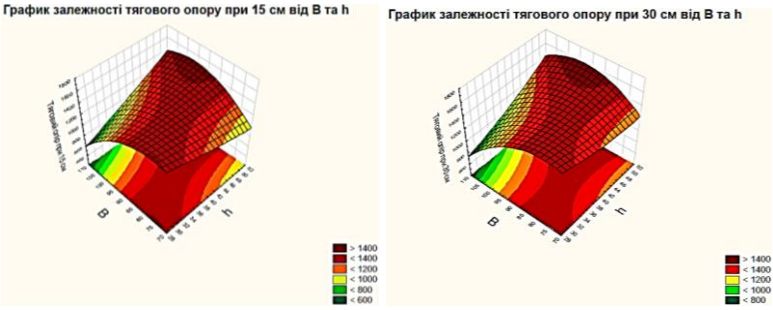
Отримані за результатами розрахунків рівняння регресії дозволяють побудувати поверхні відгуку параметру оптимізації Y_{Rx} від факторів (рис. 1 – 3 (а,б)).

В якості агротехнічних показників при виконанні обробітку ґрунту експериментальним робочим органом обрані наступні параметри: якість кришення ґрунту k (%), що є другим головним параметром оптимізації, а також два додаткових параметра оптимізації – брилистість Б (%) та пилуватість ґрунту П (%).



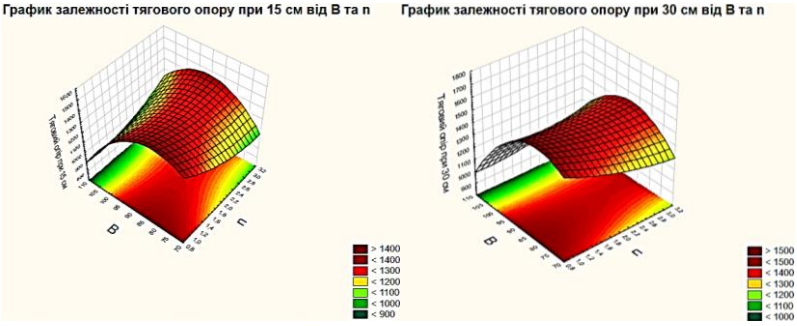
а б

Рис. 1 (а,б) Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_{Rx} (Н) від факторів X_1 (висота розпушувачів h, мм) та X_2 (задана величина прискорення поверхні розпушувачів n)



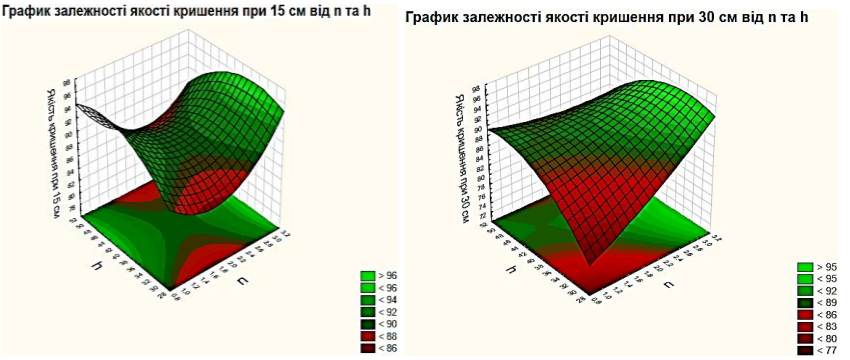
а б

Рис. 2 (а,б) Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_{Rx} (Н) від факторів X_1 (висота розпушувачів h, мм) та X_3 (відстань між розпушувачами B, мм)



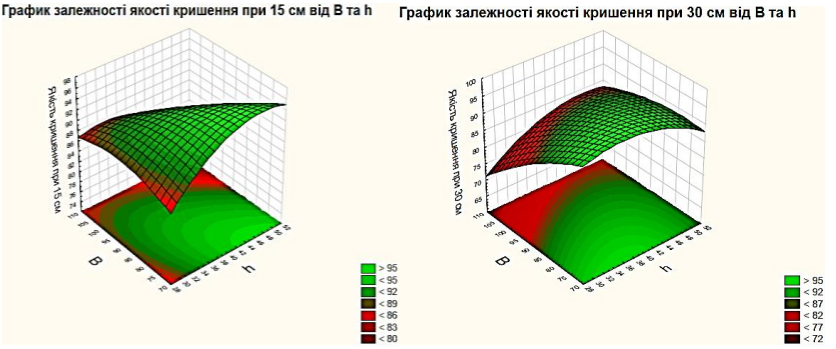
а б

Рис. 3 (а,б) Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_{Rx} (Н) від факторів X_2 (задана величина прискорення поверхні розпушувачів n) та X_3 (відстань між розпушувачами B, мм)



а б

Рис. 4 (а,б) Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_k (%) від факторів X_1 (висота розпушувачів h, мм) та X_2 (задана величина прискорення поверхні розпушувачів n)



а б

Рис. 5 (а,б) Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_k (%) від факторів X_1 (висота розпушувачів h, мм) та X_3 (відстань між розпушувачами B, мм)

На підставі регресійного аналізу для параметру оптимізації Y_k можна скласти наступні рівняння регресії, які описують залежність якості кришення ґрунту від факторів:

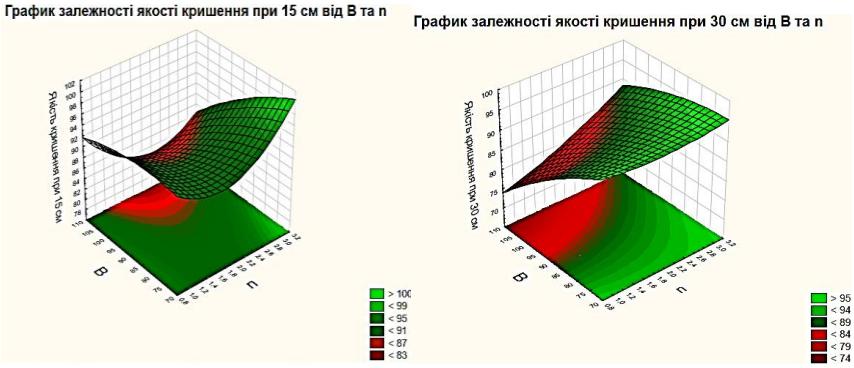
$$\text{а) } Y_k = 90{,}52 - 3{,}09 \cdot X_3 - 2{,}38 \cdot X_1 \cdot X_2 - 2{,}93 \cdot X_2 \cdot X_3 + 1{,}16 \cdot X_1^2 - 2{,}15 \cdot X_2^2 \qquad (8)$$

Із рівняння 8 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_1, b_2, b_{13}, b_{33} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

$$б)\ Y_k = 88{,}00 + 3{,}11 \cdot X_2 + 5{,}24 \cdot X_3 - 3{,}58 \cdot X_1 \cdot X_2 + 2{,}88 \cdot X_2 \cdot X_3 + 2{,}20 \cdot X_1 \cdot X_3 + 1{,}55 \cdot X_1^2 \qquad (9)$$

Із рівняння 9 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_1, b_{22}, b_{33} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

За результатами розрахунків рівнянь регресії будуємо поверхні відгуку параметру оптимізації Y_k від факторів (рис. 4 – 6 (а,б)).



а б

Рис. 6 (а,б) – Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_k (%) від факторів X_2 (задана величина прискорення поверхні розпушувачів n) та X_3 (відстань між розпушувачами В, мм)

За результатами регресійного аналізу для параметру оптимізації $Y_Б$ отримані наступні рівняння регресії, які описують залежність брилистості ґрунту від факторів:

$$а)\ Y_Б = 9{,}48 + 3{,}09 \cdot X_3 + 2{,}93 \cdot X_2 \cdot X_3 + 5{,}66 \cdot X_1^2 - 0{,}96 \cdot X_2^2 + 4{,}53 \cdot X_3^2 \qquad (10)$$

Із рівняння 10 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_1, b_2, b_{12}, b_{13} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

$$б)\ Y_Б = 12{,}00 - 3{,}11 \cdot X_2 + 5{,}24 \cdot X_3 + 3{,}58 \cdot X_1 \cdot X_2 - 2{,}88 \cdot X_2 \cdot X_3 + 6{,}30 \cdot X_1^2 + 2{,}53 \cdot X_2^2 + 4{,}38 \cdot X_3^2 \qquad (11)$$

Із рівняння 11 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_1, b_{13} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

Для двох додаткових брилистість $Y_Б$ та пилуватість $Y_П$ ґрунту параметрів оптимізації також розраховані та перевірені рівняння регресії, побудовані відповідні поверхні відгуку. Розгорнуто зазначені данні представлені у дисертаційній роботі.

Висновки.

1. Проведена перевірка коефіцієнтів регресії на значущість, а рівнянь регресії – на адекватність. Отримані математичні залежності є адекватними.

2. З метою підтвердження теоретичних досліджень було проведено польові випробування на базі багатофакторного експерименту, що дозволяє встановити залежності тягового опору та якості кришення ґрунту прийнятих за основні критерії оптимізації, та двох додаткових критеріїв брилистість і пилуватість від конструктивних параметрів розпушувачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сірий І.О. Обґрунтування конструктивних параметрів нового робочого органу з активаторами розпушування ґрунту. / І.О. Сірий, А.С. Кушнарьов, І.С. Сірий // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Мелітополь; ТДАТУ, 2017 – Вип.17, Т.2 (157). – С. 26-36.

2. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы планирования эксперимента. [пер. с англ.; под ред. Лецкого Э. К., Марковой Е. В.]. М.: Мир, 1981. 371 с.

3. Петриченко С. В. Обоснование рабочих органов культиватора-плоскореза для основной обработки пересушенных почв: дисс. … канд. техн. наук: спец. 05.05.11. Мелитополь. 1996. - 180 с.

4. Орманджи К. С. Контроль качества полевых работ. Справочник. М.: Росагропромиздат, 1991. - 191 с.

5. Токушев Ж. Е. Теория и расчет орудий для глубокого рыхления плотных почв. М.: Инфра-М, 2003. - 300 с.

6. Мітков В. Б. Альтернативний спосіб глибокого обробітку ґрунту в умовах півдня України / В. Б. Мітков, В. П. Кувачов, Є. І. Ігнатьєв, В. О. Мітков.// Механізація та автомати-

зація виробничих процесів: Вісник СНАУ. С.: СНАУ, 2016. - вип. № 10/1. - С. 20–25.

7. Ревут И.Б. Физика почв. / И.Б. Ревут // М.: Колос. – 1972. – 366 с.

8. Ресурсосберегающие системы обработки почвы / Под ред. Макарова И.П. – М.: Агропромиздат, 1990. - С. 7 -14.

9. Euipers A. The challenge of soil cultivations and soil water problems // Journal of Agricultural Engineering Research. 1984. - V. 29. № 3.- P. 177 -190.

10. Знаряддя для безполицевого обробітку ґрунту: пат. № 109871 Україна, МПК A01B 35/26. № u 2016 02899; Надрук. 12.09.2016, Бюл. № 17.

BIBLIOGRAPHY

1. Gray I.O. Substantiation of structural parameters of a new working body with activators of soil loosening. / I.O. Gray, A.S. Kushnarev, I.S. Gray // Proceedings of the Tavria State Agrotechnological University - Melitopol; TDATU, 2017 - Vp.17, T.2 (157). - P. 26-36.

2. Johnson N., Lyon F. Statistics and Planning of the Experiment in Engineering and Science. Methods of planning the experiment. [per. with english ed. Lecsky E. K., Markova E.V.]. M.: Mir, 1981. 371 pp.

3. Petrichenko S.V. Substantiation of the working organs of the cultivator-plane cutter for the main processing of over-dried soils: diss. cand. tech. Sciences: spec. 05.05.11. Melitopol. 1996. - 180 pp.

4. Ormanji K. S. Quality control of field works. Directory. Moscow: Rosagropromizdat, 1991. - 191 p.

5. Tokushev Zh. E. Theory and calculation of tools for deep loosening of dense soils. Moscow: Infra-M, 2003. - 300 p.

6. Mitkov V.B. Alternative way of deep cultivation of soil in the south of Ukraine / V.B. Mitkov, V.P.Kuachov, E.I. Ignatyev, V.O. Mitkov// Mechanization and automation of production processes: Visnyk SNAU., 2016. - No. 10/1. - P. 20-25.

7. Revut I.B. Soil physics. /I.B. Revut // M .: Kolos. - 1972. - 366 p.

8. Resource-saving soil cultivation systems / Ed. Makarova I.P. - M .: Agropromizdat, 1990. - P. 7 -14.

9. Euipers A. The challenge of soil cultivations and soil

water problems // Journal of Agricultural Engineering Research. 1984. - V. 29. No. 3.- P. 177-190.

10. Tools for field-free cultivation of soil: pat. 109871 Ukraine, IPC A01B 35/26. No. 2016 02899; Sept. 12, 2011, Bul. No. 17

FIELD TESTS OF THE WORKING BODY OF THE CULTIVATOR-PLOSKORESIS WITH RIDERS

I. O. Seryy

Summary

In the article, based on the results of a multifactorial experiment and field tests of the experimental working body of a cultivator-plane with rippers, a regression analysis was performed and the dependences of the investigated factors on the optimization parameters were obtained, and corresponding response surfaces were presented. The validity of the proposed working hypothesis is checked.

Key words: multifactorial experiment, comparative tests, regression analysis, response surface, cultivator-plane cutters, rivets.

УДК 577.47.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТІЧНИХ ВОД ВЕТСАН-ЗАВОДУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН СІЛЬСКО-ГОСПОДАРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ

Троїцька О.О., к.б.н., с. н. с. *
Кожемякін Г.Б., к.т.н., доц.
Новокщонова О.В., асистент
Ткаліч І.О., асистент
Запорізька державна інженерна академія
м. Запоріжжя, Україна
Тел/факс (061) 212-38-87

---

* Публікується за рекомендацією чл.-кор. МААО к.т.н., доц. Загорко Н.П.

Анотація. В статті представлені результати досліджень впливу стічних вод Токмацького державного ветсанзаводу на екологічний стан зрошуваних полів. При зрошенні сільськогосподарських угідь стічними водами не виключена можливість бактеріального забруднення ґрунтів та сільськогосподарських культур, які там вирощують (в тому числі патогенною мікрофлорою). Встановлено, що зрошування полів шляхом дощування стічними водами Токмацького державного ветсанзаводу, які пройшли всі стадії очищення на очисних спорудах, не призводить до позанормативного бактеріологічного забруднення ґрунтів та рослин. Отже, система очищення стічних вод, яка застосовується на ветсанзаводі, забезпечує необхідну за нормативними вимогами ступінь очищення стоків і їх використання для зрошування полів не спричиняє негативного впливу на екологічний стан досліджених сільськогосподарських екосистем.

***Ключові слова*:** бактеріальне забруднення, ветсанзаводи, ґрунти, зрошування полів, сільськогосподарські рослини, стічні води, екологічний стан.

Постановка проблеми. Стічні води – неминучі відходи діяльності людства. Характер виробництва впливає на склад виробничих стічних вод. Вони забруднюються органічними й мінеральними речовинами. Відходи тваринного походження, які утилізують на ветсанзаводах — це надзвичайно активна біологічна маса, в якій можуть існувати небезпечні для тварин і людей мікроорганізми та збудники інфекційних захворювань. У результаті скидання таких стічних вод у відкриті водойми відзначається прогресуюче забруднення річок, водосховищ і навіть підземних басейнів [1, 4].

Світова практика пропонує багато способів зменшення чи припинення скидання стічних вод у відкриті водойми: впровадження оборотної системи водопостачання, безводних технологій виробництва, випаровування скидних вод, поповнення підземних водоносних горизонтів шляхом їх вбирання у ґрунт на полях фільтрації. Найбільш простим і вигідним способом утилізації стічних вод є використання їх з метою зрошення сільськогосподарських угідь. Спеціалізовані меліоративні системи, призначені для приймання попередньо очищених

стічних вод з метою використання їх для зрошення і удобрення сільськогосподарських полів. Удобрювальна цінність стічних вод, яка визначається джерелом виникнення, залежить від наявності в них поживних речовин. У 1000 м^3 стічних вод ветсанзаводів міститься азоту, калію, фосфору, кальцію й магнію, стільки ж, скільки можуть дати 12-16 т гною [3].

У стічних водах ветсанзаводів переважають різні органічні та неорганічні речовини, а також мікроорганізми, що може викликати бактеріальне забруднення об'єктів довкілля. Технологічний процес переробки небезпечної за мікробною забрудненістю сировини на ветсазаводах зобов'язує проводити ретельне очищення та знезараження стічних вод [1, 4].

Таким чином, основні вимоги до сільськогосподарського використання стічних вод ветсанзаводів, спрямовані на охорону навколишнього середовища від забруднення та інвазійних захворювань серед людей і тварин. Отже, дослідження, які спрямовані на визначення впливу стічних вод Токмацького державного ветсанзаводу на екологічний стан сільськогосподарських екосистем – це актуальний напрямок досліджень, що має наукове і практичне значення.

Аналіз останніх досліджень. Проводячи дослідження стічних вод ветсанзаводів К.М. Сон, А.А. Прокопенко, І.П. Кривопишин відмічають, що визначено значне їх забруднення органічними та неорганічними речовинами і високе бактеріальне обсіменіння (до 6,5 млн. в 1 мл), (колі-титр склав 10^{-4} після знезараження традиційними методами). Технологічний процес переробки небезпечної за мікробною забрудненістю сировини на ветсанзаводах зобов'язує проводити ретельне очищення та знезараження стічних вод [2, 5].

На таких заводах розповсюджені два основних способи очищення стічних вод: термічний та хімічний. Суміш стічних вод ветсанзаводу, яка складається: з конденсату випару, стічної води зі стерилізатору, стічних вод побутових споруджень та чистої зони виробництва, має дуже варіюючу концентрацію, інтенсивний сморідний запах та досить значний вміст жиру. Сумарні стічні води ветсанзаводу, підлягають повній термічній дезінфекції [5].

Однак, за даними німецьких науковців Бауманна К., Хенеля К., Хеннинга Г., Гусселя Л., Ясмера В., Виттига П., Ла-

уєрманна Г., Кина Г.-И. та інших, термічно - сталі спори патогенних мікроорганізмів, які можуть бути у наявності в стічних водах, при цьому не знищуються. За думкою цих дослідників, навіть при дотриманні всіх заходів по дезінфекції та очищенню стоків, які утворюються на ветсанзаводі, не можливо попередити потрапляння у стічну воду патогенних мікроорганізмів, зокрема сальмонел. Тому, сумарна стічна вода таких спеціалізованих підприємств з утилізації трупної сировини, повинна розглядатися як джерело патогенної та умовно-патогенної мікрофлори [1, 2].

Літературні джерела свідчать, що збудники інфекцій можуть тривалий час виживати у рослинних кормах. Д.А. Кирилюк встановив, що мікобактерії пташиного туберкульозу, потрапляючи на рослинні корми, здатні зберігати життєздатність та свої патогенні властивості на протязі 136...820 днів. І.Д. Гришаев, Е.С. Цой та В.Д. Баранников встановили, що віко-вівсяна суміш, кукурудза, багаторічні трави, пшениця і кормовий буряк, які вирощували на полях після внесення гнійних стоків, обсіменялися патогенними кишковими паличками. Мікроорганізми зберігали свою життєздатність та патогенні властивості у більшості випадків на протязі всього вегетаційного періоду [2].

Л. Бразялис і А. Бальчюнайтис у своїх дослідженнях зазначили, що багаторічні трави, які зрошували тваринницькими стоками, залишалися контамінованими в процесі їх вирощування збудниками сальмонельозу та бешихи на протязі кількох місяців. У свою чергу, вирощувані кормові культури оказують вплив на організм сільськогосподарських тварин, які їх поїдають. Англійський дослідник P. Jones повідомляв, що захворювання телят сальмонельозом, відмічалося на пасовище, яке зрошували стоками з тваринницьких ферм [4].

Таким чином, результати досліджень фахівців всього світу свідчать, що використання стічних вод ветсанзаводів для зрошення сільськогосподарських угідь, потребує науково - обґрунтованого підходу, з метою забезпечення екологічної безпеки на теренах нашої держави.

Формулювання цілей статті. Надати інформацію щодо результатів досліджень впливу стічних вод Токмацького дер-

жавного ветсанзаводу на екологічний стан сільськогосподарських екосистем.

Основна частина. Стічні води Токмацького державного ветсанзаводу, після очищення, спрямовують для зрошення сільськогосподарських полів, шляхом дощування. Досліджувані ділянки кожний рік, на протязі вегетаційного періоду, зрошують стічними водами, які пройшли повний цикл очищення на очисних спорудах.

Ґрунт на дослідних ділянках підзолистий, середньо та важко суглинистий із водопроникністю 2...30 мм/год. та коефіцієнтом фільтрації – 250...500 мм/год.

Зрошення проводиться кілька разів за вегетаційний період із перервами. Приблизний режим зрошення показано на рис. 1.

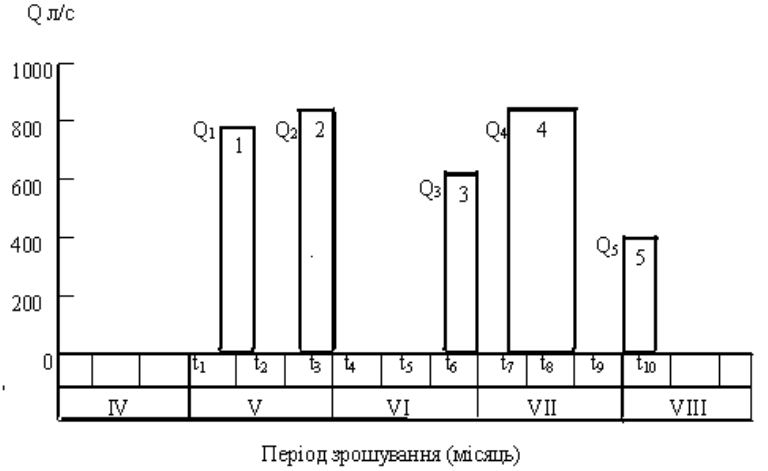


Рис. 1. Режим зрошення досліджуваного поля стічними водами:

t_1 – початок зрошувального періоду; t_{10} – кінець зрошувального періоду;

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 – кількість стічних вод, яку використовують у кожний з періодів зрошення.

Дослідження показали, що при дощуванні рослин стічними водами під час вегетаційного періоду, втрати на випаровування складали: від 16 до 20% всієї розпилювальної рідини;

на глибоке просочування – від 19 до 23%; на поверхневий стік – 61%.

Щорічне внесення значної кількості стічних вод може змінити рівновагу хімічного руху у будь-якій екосистемі. Багато компонентів стічних вод затримується ґрунтом [1].

Аналіз проб ґрунту зрошуваних полів показав підвищення засоленості. Вміст азоту та фосфору залишався на рівні контролю. Значна частина фосфору була виявлена у верхньому шарі ґрунту.

У наших дослідженнях, враховуючи специфіку трупної сировини, яку утилізують на Токмацькому державному ветсанзаводі, необхідно було дослідити можливе потрапляння на поля із зрошувальними стічними водами патогенної та умовно-патогенної мікрофлори, яка може негативно вплинути на екологічний стан зрошуваних полів.

При зрошенні сільськогосподарських угідь стічними водами не виключена можливість бактеріального забруднення ґрунтів та сільськогосподарських культур, які там вирощують (в тому числі патогенною мікрофлорою) [1, 4, 5]. Оскільки, виживаємість багатьох видів патогенних мікроорганізмів у довкіллі (включаючи один з його компонентів - рослини) досить тривала, при з’ясуванні впливу стічних вод на екологічний стан навколишнього середовища, необхідно дослідити об’єкти довкілля (ґрунти, рослини), які контактують із стічними водами при зрошенні полів.

Проби ґрунту відбиралися через три доби (11 травня) та через один місяць після першого вегетаційного поливу (12 червня) та через один тиждень після четвертого зрошення полів (27 липня).

Досліджували ділянки, які були засіяні багаторічними травами та ділянки, які були засіяні пізньою кукурудзою на силос. Проби відбиралися за горизонтами: 0-10, 10-20, 20-40 см. Одержані результати наведено у табл. 1.

Результати досліджень показали, що бактеріологічна характеристика ґрунтів на ділянках, які зрошували стічними водами відрізнялася від контролю за показником, середнє мікробне число, наступним чином: на горизонті 0-10 см на 16% більше; на горизонті 10-20 см на 66% більше; на горизонті 20-40 см на 73% більше ніж на контрольних ділянках (рис. 2). Але

ці показники середнього мікробного числа знаходилися у межах норми.

Таблиця 1

Результати бактеріологічних досліджень ґрунту з ділянок, які зрошують стічними водами

Об'єкт дослідження	Глибина відбору проб ґрунту, см	Показники			
		Середнє мікробне число, млн./г	Колі-титр	Титр ентерокока	Патогенна Мікро-флора
Контрольні зразки ґрунту:					
№ 1	0-10	0,30	>0,1	0,1	0
№ 2	10-20	0,30	>0,1	0,1	0
№ 3	20-40	0,30	>0,1	0,1	0
Зразки ґрунту з поля, яке зрошують стічними водами:					
№ 4	0-10	0,35	0,1	0,1	0
№ 5	10-20	0,50	0,001	0,001	0
№ 6	20-40	0,52	0,0001	0,01	0

Динаміка індексів індикаторних мікроорганізмів на різних горизонтах ґрунту показала наступне: на горизонтах до 40 см бактеріальні показники контрольного та досліджуваного ґрунту не відрізнялися на контролі та зрошенні.

Через 1 місяць після зрошення ґрунти на всіх дослідних ділянках поля та горизонтах зрошувального поля (за класифікацією І.М. Вольпе і В.Д. Кучеренко) характеризуються як незабруднені.

Також, проводили бактеріологічні дослідження зразків рослин, які вирощували на полях зрошених стічними водами. За загальноприйнятою методикою, були відібрані зразки з контрольних ділянок (яку ніколи не зрошували стічними водами) та з

ділянок з багаторічними травами і пізньою кукурудзою на силос, які зрошували очищеними стічними водами ветсанзаводу.

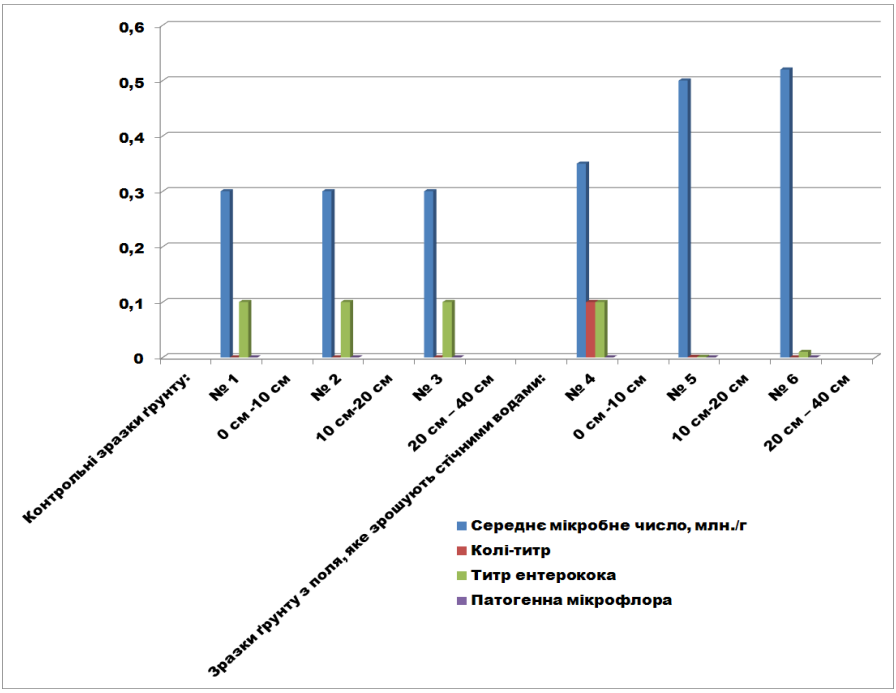


Рис. 2. Бактеріологічна характеристика ґрунтів на контрольних ділянках і ділянках, які зрошували стічними водами ветсанзаводу

Одержані результати бактеріологічних досліджень зразків рослин з контрольної ділянки і ділянок, які зрошували стічними водами наведено у табл. 2.

Результати досліджень зразків кормових культур (рис. 3), які вирощували на полях зрошуваних стічними водами, показали, що за основними бактеріологічними показниками рослини з контрольних ділянок та з дослідних ділянок мали аналогічні показники, які практично не відрізнялися на контролі та зрошенні.

Виявлені збільшення середнього мікробного числа - на 44% в зразках багаторічних трав і на 10% в зразках пізньої кукурудзи на силос, які зрошувалися очищеними стічними водами ветсанзаводу, не перевищували нормативних значень.

Таблиця 2

Результати бактеріологічних досліджень кормових рослин, які вирощують на полях зрошених стічними водами

Об'єкт дослідження	Показники			
	Середнє мікробне число, млн/г	Колі-титр	Титр ентерокока	Патогенна мікрофлора
Контрольний зразок багаторічних трав	0,25	0,1	0,1	0
Зразок багаторічних трав з полів, які зрошують стічними водами	0,36	0,1	0,1	0
Контрольний зразок пізньої кукурудзи на силос	0,30	0,1	0,1	0
Зразок пізньої кукурудзи на силос з полів, які зрошують стічними водами	0,33	0,01	0,01	0

Рис. 3. Основні бактеріологічні показники рослини з контрольних ділянок та з дослідних ділянок, які зрошували стічними водами ветсанзаводу

Дослідження показали - при зрошуванні полів шляхом дощування стічними водами, що пройшли всі стадії очищення на очисних спорудах, не виявлена бактеріальна забрудненість ґрунту і вирощуваних кормових культур, яка б перевищувала нормативні значення.

Висновки.

1. Бактеріологічна характеристика ґрунтів на ділянках, які зрошували стічними водами, відрізнялася від контролю за показником, середнє мікробне число, наступним чином: на горизонті 0-10 см на 16% більше; на горизонті 10-20 см на 66% більше; на горизонті 20-40 см на 73% більше ніж на контрольних ділянках. Однак, визначенні підвищенні показники середнього мікробного числа, знаходилися у межах норми. Динаміка індексів індикаторних мікроорганізмів на різних горизонтах ґрунту показала наступне: на горизонтах до 40 см бактеріальні показники контрольного та досліджуваного ґрунту не відрізнялися на контролі та зрошенні. Ґрунти на всіх досліджуваних ділянках та горизонтах зрошувального поля (за класифікацією І.М. Вольпе і В.Д. Кучеренко) характеризуються як незабруднені.

2. Зразки кормових культур, які вирощували на полях зрошуваних стічними водами, показали, що за основними бактеріологічними показниками кормові рослини з контрольних ділянок та з дослідних ділянок мали аналогічні показники. Виявлені збільшення середнього мікробного числа - на 44% в зразках багаторічних трав і на 10% в зразках пізньої кукурудзи на силос, які зрошувалися очищеними стічними водами ветсанзаводу, не перевищували нормативних значень.

3. Результати проведених досліджень, дозволяють констатувати, що зрошування полів шляхом дощування стічними водами Токмацького державного ветсанзаводу, які пройшли всі стадії очищення на очисних спорудах, не призводить до позанормативного бактеріологічного забруднення ґрунтів та рослин.

Отже, система очищення стічних вод, яка застосовується на ветсанзаводі, забезпечує необхідну за нормативними вимогами ступінь очищення стоків і їх використання для зрошування полів не спричиняє негативного впливу на екологічний стан досліджених сільськогосподарських екосистем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Екологія мікроорганізмів: Посібник / В.П. Патика, Т.Г. Омельянець, І.В. Гриник, В.Ф. Петриченко; За ред. В.П. Патики. – К.: Основа, 2007. – 192 с.

2. Патика В.П., Троїцька О.О. Шляхи зменшення екодеструктивного впливу процесу утилізації трупної сировини тваринного походження на екологічний стан довкілля // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межведомственный сборник научных работ. – Донецк: ДонНУ, 2008. – С. 13-20.

3. У сфері переробки відходів - Ж-л «Здоров’я тварини і ліки» № 5,: К., Тов «Новий друк», 2007 р., С. 7.

4. Троїцька О.О. Екологічні аспекти проблеми утилізації трупної сировини тваринного походження //Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини ім. Гжицького.- Львів: ЛКТ ЛНАВМ- 2007.- Том 9, №1 (32). – С.143-149.

5. Троїцька О.О. Оцінка впливу процесу виробництва м'ясо-кісткового борошна та утилізації решток тварин на екологічний стан оточуючого середовища // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини ім. Гжицького. – Львів: ЛКТ ЛНАВМ.- 2006.- Том 8, №4 (31). Частина 1. - С.137-141.

BIBLIOGRAPHY

1. Ecology of microorganisms: Manual / V.P. Pattyka, T.G. Omelyanets, I.V. Hrynyk, V.F. Petrichenko; Ed. V.P. Patches - K .: Osnova, 2007. - 192 p.

2. Patyka V.P., Troitskaya O.O. Ways of reducing ecodesign impact of the process of utilization of cadaverous raw materials of animal origin on the ecological state of the environment // Problems of ecology and nature protection of the technogenic region: Interdepartmental collection of scientific works. - Donetsk: DonNU, 2008. - P. 13-20.

3. In the field of waste processing - "Health animals and medicines"? - №5,: K., Ltd. "New print", 2007, p. 7.

4. Troitskaya O.O. Environmental aspects of the problem of waste utilization of cadaverous raw materials of animal origin // Scientific novice of the Lviv National Academy of Veterinary

Medicine. Gzhytsky .- Lviv: LKT LNAVM- 2007.- Vol. 9, No. 1 (32). - P.143-149.

STUDY ON THE INFLUENCE OF STEEL WATER OF VETSANSAZ-WATER ON THE ECOLOGICAL STATE OF AGRICULTURAL ECOSYSTEMS

O.O.Troicka, G.B. Kozhemiakin, O. V. Novokshchonova, I. O. Tkalich

Summary

The article presents the results of studies of the influence of sewage waters of the Tokmak state veterinary plant on the ecological state of irrigated fields. The technological process of processing dangerous raw materials in veterinary plants for microbial contamination obliges to carry out thorough cleaning and disinfection of sewage.

When irrigation of agricultural land with sewage, the possibility of bacterial contamination of soils and agricultural crops, which are grown there (including pathogenic microflora), is not ruled out.

Studies have shown that the bacteriological character of the soils in the areas that were irrigated with wastewater differed from the control in terms of the index, the average microbial number, as follows: at the horizon 0-10 cm by 16% more; at the horizon of 10-20 cm by 66% more; at the horizon of 20-40 cm, 73% more than in the control areas. However, the increase in this indicator (average microbial number) was within the normal range.

Dynamics of indices of indicator microorganisms at various soil horizons revealed the following: at horizons up to 40 cm, the bacterial indices of the control and study soil did not differ in control and irrigation. Soils in all investigated areas and horizons of the field irrigated by sewage (according to I.N. Volpe and V.D. Kucherenko classification) are characterized as uncontaminated.

Samples of fodder crops grown in fields irrigated with wastewater showed that according to the main bacteriological parameters, fodder plants on the control and experimental plots had similar indicators. The observed increases in the average microbial

number - by 44% in samples of perennial grasses and by 10% in samples of late corn for silage, did not exceed the normative values.

The results of the conducted studies make it possible to conclude that irrigation of fields, by sprinkling with sewage waters of the Tokmak State Veterinary Plant, which passed all the purification stages at the treatment plants, did not cause excessive bacteriological contamination of soils and plants. Thus, the wastewater treatment system, which is used at the plant, provides the necessary degree of purification of drainage by their regulatory requirements and their use for irrigation of fields does not negatively affect the ecological state of the studied agricultural ecosystems.

Key words: bacterial contamination, soils, irrigation of fields, agricultural plants, sewage, ecological status.

УДК 62-514.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ДЛЯ ПРЕЦЕЗІЙНОГО УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНИМИ МАШИНАМИ

Петров В.О., доц., к.т.н., *
Чаусов С.В., доц., к.т.н.,
Бондар А.М. к.т.н., ст. викл.,
Новік О.Ю., ст. викл.
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна
e-mail: ban1977@i.ua

Анотація. Робота присвячена реалізації нового типу управління напрямком руху мобільних. Пропонується ряд конструктивних рішень рульових приводів цього типу для відомих типів шасі. Для колісних шасі пропонується два підходи

---

* Публікується за рекомендацією акад. МААО, д.т.н., проф. Діордієва В.Т.

- кінематичний і використання системи автопілота. Показана перспективність електромеханічних підсилювачів (ЕМП) і можливість їх використання в якості асинхронного сервоприводу.

Ключові слова: людина-оператор, об'єкт управління, об'ємно-гідравлічне рульове управління (ОГРУ), автопілот, електромеханічний підсилювач рульового управління (ЕМП-РУ), сервопривід, автовихід, добротність.

Постановка проблеми. Традиційні системи рульового управління мобільних машин досить прості, але спосіб управління об'єктом, який є інтегратором зі змінною швидкістю накопичення, досить складний і заважає водієві точно і швидко управляти напрямком руху машини.

Основні недоліки:

• з ростом швидкості чутливість керма лінійно наростає, помилка стеження зростає квадратично і на підвищених швидкостях система працює на межі стійкості. Спроба знизити чутливість за рахунок передавального відношення рульового приводу різко погіршує маневреність машини.

• час реакції водія лежить в межах 0.3 – 0.4 сек., що обумовлено складністю прогнозування «поведінки» інтегратора.

Є необхідність конструктивного втілення нових концептуальних рішень [1, 2, 3] без значних ускладнень, з урахуванням тенденцій розвитку і використання компонентів сучасних систем рульових управлінь.

Актуальною є проблема поліпшення керованості мобільних машин. Ряд вчених: Гельфенбейн С.П., Петров В.А., які займалися цією проблемою вказували на перспективний спосіб управління «по положенню» [1,2]. Однак технічного рішення запропоновано не було, тому що в рамках механічної схеми це занадто складно. Відомо, що людина-оператор найбільш легко і точно здійснює операції спостереження за відхиленням контрольованого параметра при управлінні (за матеріальним становищем) [1]. У цьому випадку об'єкт управління є простим підсилювачем, де положення керма визначає напрямок руху мобільного машини.

Попередній аналіз переваг такого способу управління було приведено в роботі [2,7], де була застосована методика

інтерактивного моделювання.

Існуючі системи рульового управління мобільних машин досить прості, але спосіб управління об’єктом, який є інтегратором зі змінною швидкістю накопичення істотно складним і заважає водієві точно і швидко управляти напрямком руху машини.

Є нагальна потреба конструктивного втілення способу управління «по положенню» без значних ускладнень системи рульових управлінь мобільних машин.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз традиційних систем управління руху мобільних машин показує, що вони як об’єкт управління, є інтегратором зі змінними параметрами. Можна запропонувати більш ергономічний спосіб управління мобільними машинами, в рульове управління яких вбудовано диференцюючу ланку. Практично це означає, що напрямок руху машини повинен бути пов’язано з положенням рульового колеса.

Для оцінки керованості нових рульових управлінь (РУ) проведені дослідження за методикою «Інтерактивного моделювання» [7].

Результати досліджень показали:

• РУ по положенню забезпечує на порядок більш високу точність і дає можливість знизити передавальне відношення рульового приводу (маневреність), а також покращує автовиход із заносу;

• спрощення управління в цьому випадку знижує час реакції водія вдвічі, на порядок збільшує точність відстеження траєкторії [4].

На рис. 1 і 2 наведено залежності добротності від швидкості і передавального відношення рульових управлінь (добротність - це відношення швидкості руху до среднеквадратической помилку відстеження траєкторії) [1]. Слід зазначити, що добротність системи управління по положенню з ростом швидкості залишається постійною, помилка відстеження траєкторії зростає лінійно, а не квадратичного, як у традиційного РУ.

Мета дослідження. Метою статті є пропонування ряду конструктивних рішень рульових приводів управління по положенню для відомих типів шасі мобільних машин.

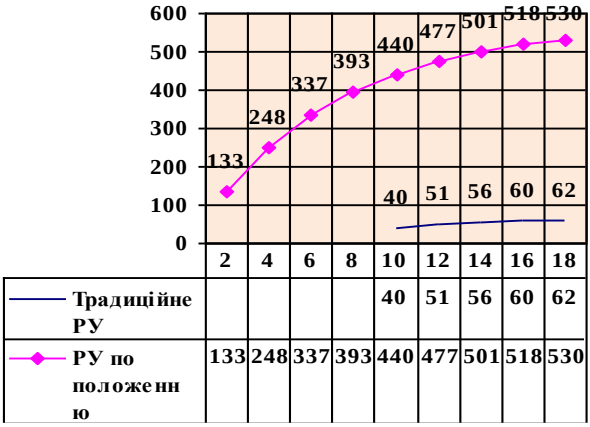


Рис. 1. Залежність добротності РУ від передаточного відношення рульового механізму

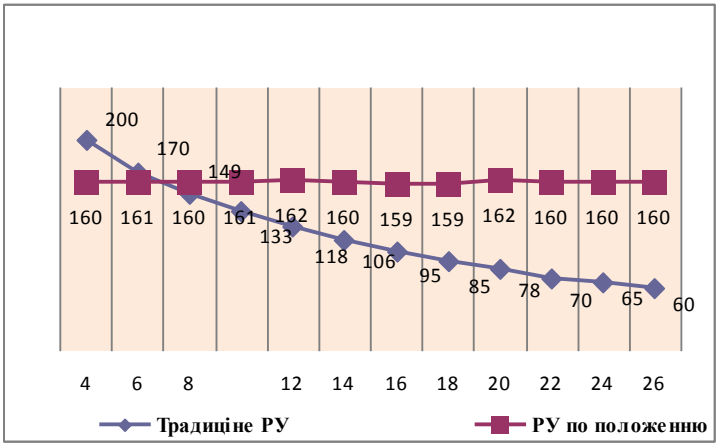


Рис. 2. Залежність добротності від швидкості руху транспортного засобу

Основна частина. Для гусеничних машин, напрямок руху яких визначається кінематичною узгодженістю рушіїв лівого і правого борту шасі реалізація способу управління по положенню вирішується досить просто. Для цього в відому схему управління потрібно внести наступні зміни: замість фрикційних гальмів, пов’язаних з планетарним механізмом, встановити шестерні і замкнути їх через кінематичну ланцюг,

пов'язаний з об'ємно-гідравлічним рульовим керуванням, як це показано на рис. 3.

Пристрій буде працювати наступним чином: при нерухомому рульовому колесі гусенична машина буде рухатися прямо при тому, що права і ліва гусениці рухаються узгоджено, поворот рульового колеса, не залежно від режиму руху, викликає відповідне «забігання» правою гусениці на ліву, що викликає відповідний поворот транспортного засобу. [3]. Недоліки цієї схеми очевидні: досить висока складність механічної частини, дуже велика потужність огру, так як поворот здійснюється за його рахунок.

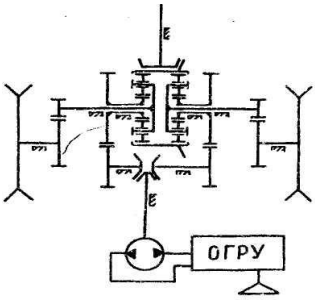


Рис. 3. Схема реалізації засоби управління по положенню для гусеничних шасі

Завдання реалізації управління по положенню для колісних машин значно складніше. Це пов'язано з тим, що в колісних машин синхронний поворот машини і рульового колеса принципово неможливий.

Для того, щоб вирішити цю задачу пропонується такий підхід:

- у будь-який момент часу водій за допомогою керма задає напрямок керованих коліс в просторі.
- при нерухомому кермі система управління забезпечує рух машини за керованими колесами подібно причепу, при цьому відбувається самоповернення системи управління в нейтральне положення під час руху транспортного засобу.

Очевидно, що система управління повинна містити два незалежних канали управління [5, 6]. По першому каналу відбувається завдання положення напрямних елементів ходової частини (керованих коліс, переднього візку шарнірно зчлено-

ваної машини). За другим - здійснюється самоповернення системи в нейтральне положення без зміни положення напрямних елементів на місцевості, при цьому використовується інформація з двох вимірювальних перетворювачів:

- кута відхилення положення напрямних елементів ходової частини (керованих коліс, передня візок шарнірно зчленовані машини) α від нейтрального положення.
- переміщення транспортного засобу (одометр).

Рівняння зв'язку кінематичних параметрів і параметрів руху виражаються залежністю (1), а схеми представлені на рис. 4.

$$1.\ \Delta\alpha = -\frac{\Delta X}{L}\cdot\sin(\alpha); \qquad tg\left(\frac{\alpha}{2}\right) = tg\left(\frac{\alpha_0}{2}\right)\cdot e^{-\frac{X}{L}}. \qquad (1)$$

$$2.\ \Delta\alpha = -\frac{\Delta Y}{L}\cdot tg(\alpha); \qquad \sin(\alpha) = \sin(\alpha_0)\cdot e^{-\frac{Y}{L}}.$$

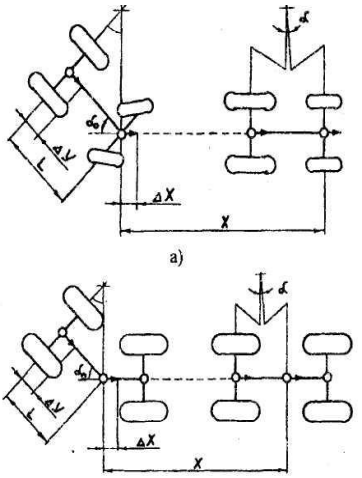


Рис. 4. Схема виходу з повороту колісних шасі при нерухомому рульовому колесі:

а) шасі з передніми керованими колесами;

б) шарнірно зчленованих колісних шасі.

Другий більш цікавий шлях полягає у використанні автопілота. Для його реалізації необхідно використовувати один вимірювальний перетворювач положення в просторі (гіроскоп).

Досить точний автопілот включає в себе гіроскоп. Сучасні електронні компоненти недорогі, надійні, економічні і досить точні. Наприклад трьохосьовий гіроскоп L3G4200D / DH з цифровим виходом.

Рис. 5. Трьохосьовий гіроскоп L3G4200D / DH з цифровим виходом

Завдяки малим розмірам і низькому споживанню енергії трехосевой гіроскопи L3G4200D / L3G4200DH можуть застосовуватися в системах позиціонування.

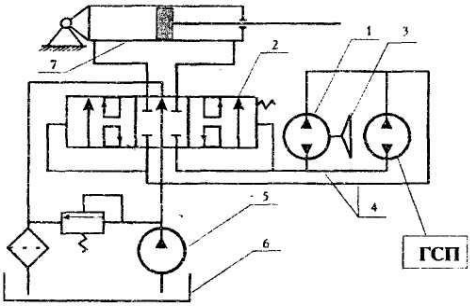


Рис. 6. Двоконтурне об’ємно-гідравлічне рульове керування з вбудованим приводом.

Для важких машин з ОГРУ по положенню може бути реалізовано в системах з вільним золотником. Другий незалежний канал управління організовується за рахунок введення додаткового насоса дозатора пов’язаного з гіроскопом. Двоканальна схема рульового управління приведена нижче. Насос 1 пов’язаний з рульовим колесом 3 і задає положення напрямних елементів ходової частини (керованих коліс, переднього візку шарнірно-зчленованої машини) на місцевості. Насос 2, пов’язаний з гіроскопом, забезпечує незмінність положення

напрямних елементів ходової частини (керованих коліс, передня візок шарнірно зчленовані машини) під час повернення в нейтральне положення при нерухомому рульовому колесі. Але для легких колісних машин можна запропонувати більш спрощене технічне рішення [6]

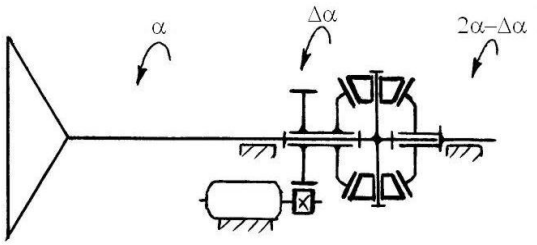


Рис. 7. Удосконалень рульова колонка

Модернізована рульова колонка дозволяє здійснити управління по положенню. Диференціальний механізм, яким вона забезпечує властивості двоканального рульового управління. Виконуючий механізм стабілізуючої системи (крокові двигуни незначною потужності до 300Вт здійснює поворот керованих коліс, відповідно до рівняння зв'язку (1). Корисний сигнал для крокової двигуна, можна безпосередньо отримати з гіроскопа. Цей шлях реалізації способу керування (за матеріальним становищем) мобільною машиною, в порівнянні з першим кращий при русі на слизькій дорозі, так як забезпечує «автовихід» із заносу. Недоліками таких рішень, є те, що коригуючий вплив вводиться в систему управління паралельно за допомогою специфічного енергогнасиченого сигналу (насос дозатор, кроковий привод). Більш правильний підхід полягає у формуванні комплексного сигналу управління до стадії посилення, що дозволить використовувати традиційний підсилювач. На даному етапі розвитку транспортного машинобудування, провідні світові виробники транспорту, як правило, випускали рульові управління обладнані гідропідсилювачами. Однак в останні роки гідропідсилювачі все частіше стали замінюватися електропідсилювач.

Електромеханічний підсилювач рульового управління - абсолютно новий напрямок в рульовому управлінні автомобілів і

буде основним при розробці та оснащенні нових перспективних моделей. Поява електропідсилювача усуває необхідність в насосі гідропідсилювача, шлангах, гідравлічних рідинах, приводному ремені і шківі на двигуні. В результаті рульовий привод з електричним підсилювачем економить енергію і покращує екологію навколишнього середовища, в той же час, в порівнянні з гідропідсилювачем, має низку переваг: спрощене налаштування; адаптивність в компонуванні; незалежне від двигуна рульове управління.

Пропонується реалізація багатоканального рульового управління на базі ЕМПР. Аналіз конструкції ЕМУР показав, що є технічна можливість його перетворення в асинхронний сервопривід. Для цього слід додати додатковий блок управління, оснащений групою датчиків контролю режиму руху і позиціонування транспортного засобу, а так же автономним задатчиком керуючого впливу. Цей додатковий надблок управління використовує в своїй роботі сигнали датчиків серійних: крутного моменту; положення ротора; швидкості транспортного засобу. Змінена схема має вигляд:

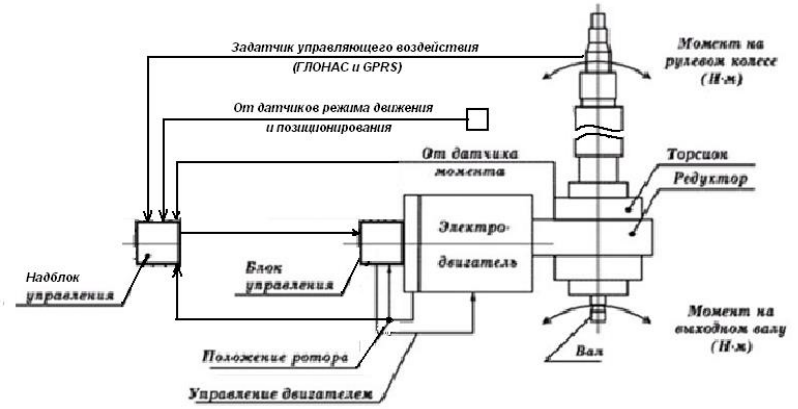


Рис. 8. Схема сервоприводу на базі ЕМПР

Використання ЕМПР як асинхронного сервоприводу дозволяє організувати два різновиди управління по положенню:

• «управління по дроту» (steer-by-wire) в разі розриву кінематичного зв’язку між кермом і ЕМПР.

• тактильне управління (генерація підказки у вигляді крутного моменту на кермовому колесі).

Висновки.

1. Реалізація управління по положенню можлива на основі багатоканальних систем управління. Кращим є формування комплексного сигналу до стадії посилення і використання штатного підсилювача в якості сервоприводу.

2. Використання ЕМПР за схемою сервоприводу, в поєднанні з надсистемою управління дозволить значно поліпшити керованість транспортних засобів. Завдяки появі сучасних електромеханічних компонентів з'явилася реальна можливість для втілення терранавігації.

3. Переваги управління по положенню значні: на порядок підвищується точність відстеження траєкторії; знижується час реакції водія; різко зростає стійкість людино-машинної системи на підвищених швидкостях; при використанні автопілота в другому каналі управління забезпечується автовиход із заносу, що важливо при русі по слизькій поверхні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гельфенбейн С.П. Терранавигация. - М.: Колос, 1981. - 207с.

2. Петров В.А.Улучшение управляемости с/х МТА: Дис. Канд. техн. Наук.- Москва,1989.-178с.

3. МПК B62D 1/18. Патент на корисну модель №35247 «Рульове керування по положенню гусеничним транспортним засобом», від 10.09.2008, бюл.№17. Петров В.А., Петров А.В.

4. Петров А.В., Впровадження керування «по положенню» в конструкціях рульових управлінь мобільних машин.-Вісник Дніпропетровського Державного Аграрного Університету, 2009, спецвипуск №2-09.-С.271-273

5. МПК B62D 1/18. Патент на корисну модель №34001 «Двоканальне рульове керування транспортного засобу з підсилювачем», від 25.07.2008 бюл.№.14. Петров В.А., Петров А.В., Луб'яний М.М., Бондар А.М.

6. МПК 34012 B62D 1/18. Деклараційний патент на корисну модель «Рульова колонка транспортного засобу».,від 17.10.2005 бюл.№1. Петров В.А., Петров А.В., Луб'яний М.М., Бондар А.М.

7. Комп´ютерна програма «Симулятор руху машинно-тракторного агрегату (МТА)» Авторське право на твір від 03.2012р.

BIBLIOGRAPHY

1. Gelfenbein S.P., Terranavigation .- M.: Kolos, 1981.-207 p.

2. Petrov B.A. Improvement of controllability of the agricultural MTA: Dis. cand. tech. nauk.- Moscow, 1989.-178s.

3. Pat. 35247 B62D 1/18. Patent for corsna model No. "Rulov kerouvnya on the position of caterpillar transport bug", dated 10.09.2008, bul. Petrov B.A., Petrov A.V., Lubianiy M.M.

4. Petrov AV, Vprovazhennya keryvannya "on the post" in the construction of the rudder controls of mobile vehicles. -Visnik of Dnipropetrovsk State Agrarian University, 2009, special issue №2-09.-C.271-273.

5. Pat. 34001 B62D 1/18. "Two-way steering control of vehicles with an amp ", dated 25.07.2008 Bul.№.14. Petrov B.A., Petrov A.V., Lubianiy M.M., Bondar A.M.

6. Pat. 34012 B62D 1 / 18. "The steering wheel of the transport bike". Dated 17.10.2005. Bul. №1. Petrov B.A., Petrov A.V., Lubianiy M.M., Bondar A.M.

7. Computer program «Traffic Engine Simulator» Copyright to the work from 03.2012.

AUTOMATIZATION OF ROUND MANAGEMENT SYSTEMS FOR PRECISE MANAGEMENT BY MOBILE MACHINES

V. Petrov, S. Chausov, A. Bondar, A. Novik

Summary

The work is devoted to the implementation of a new type of management of the direction of mobile movement. A number of constructive solutions of this type of steering gears for known types of chassis are offered. For the wheeled chassis two approaches are offered - kinematic and the use of the system of autopilot. The promise of electromechanical amplifiers (EMA) and the possibility of their use as an asynchronous servo driver is shown.

Key words: man-operator, control object, volume-hydraulic steering control (VHSC), autopilot, electromechanical power steering (EMPS), servo drive, auto-drive, Q-factor.

РОСЛИННИЦТВО ТА ТВАРИННИЦТВО

COW'S TRAFFIC MANAGEMENT IMPACT ON AUTOMATIC MILKING SYSTEM EFFICIENCY

Leola A., Assoc. Prof., Dr. Eng. *
Sada O., Assoc. Prof., Ph.D.
Estonian University of Life Science
Tartu, Estonia
e-mail: oliver.sada@emu.ee

Summary. The present work places focus on cow motivation to visit the milking unit. 54 automatic milking systems (AMS) in Estonian dairy farms were tested and 3 cow traffic situations were analyzed for effects in cow behavior, effective use of the barn, and milking capacity. This report presents the preliminary results from this research.

Key words: cow motivation, eating behavior, barn layout, capacity, selection gates.

Introduction. The ideology of the automatic milking system allows each animal to operate around the clock according to its needs. From the point of view of production, however, complete freedom is not feasible, because the goal is still the production of milk, not the keeping of animals. Experience shows that some animals, however, should be milked driven. However, it does not suit the purpose of automatic milk production, the work of a man on a board should be minimized.

The motivation to feeds is the main drive of the cows to visit milking station. Therefore, a computer controlled cattle control system, which also includes traffic control, is in use. Along with the technical differences in AMS, the organization of animal movement is important on board.

---

* Публикується за рекомендацією акад. МААО, д.т.н., проф. Дідура В.А.

Two bases are used, which can be subdivided according to the perfection and direction of movement of the impersonation [8]:

free movement and compulsory movement, named: a) free traffic, b) forced traffic, c) selective forced traffic. Direction of movement: resting (milking) first or feed first. The latter is protected by a Swedish patent *DeLaval Feed First:*

Good cow traffic - high capacity AMS!

The topic has been of interest to researchers since the implementation of automatic milking and is also topical today because there are no single solutions because it is a biotechnical system that needs management. This aspect is also highlighted in today's textbooks [4].

There have been written dissertations [5, 11, 12, 14 and 15] and articles [1, 2, 6, 7 and 9]. In the sources listed, the authors focus on several system performance indicators: milking rate, equipment performance, eating a cow, cow's welfare, milk quality.

Capacity AMS is influenced by many factors. All of the factors listed are interconnected and mutually influential and are summed up in the end result, which is milk. In our studies, the main measure of effectiveness is the production of the milking system: Automatic Milking System capacity - milk yield per AMS!

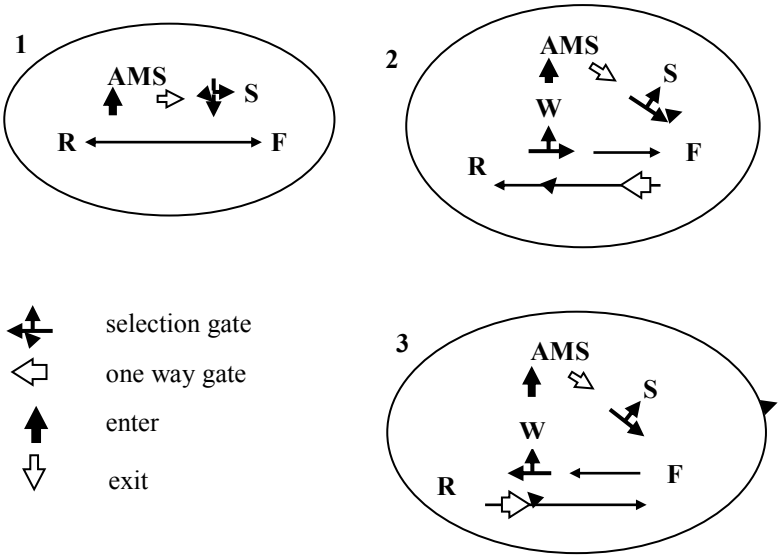
Material and methodology. The first AMS, *Lely* Astronaut A3, was implemented in Estonia in 2006. Today there are around 250 of them working (*DeLaval, Lely, Insentec, Boumatic*). In addition, the first AMR - Automatic Milking Rotary *DeLaval*. Therefore, there was a chance for research in my country. Since that time, the Estonian University of Life Sciences has contributed to the research on the topic. The results have been analyzed and shared in cooperation with colleagues from neighboring countries [3]. The source data for this article was obtained with the help of students in 2008 and 2015 [10 and 12]. The focus is on the last study.

Milking data were obtained from 11 dairy cow farms. However farms were equipped *DeLaval* VMS model. Four farms had Free cow traffic, five farms had Feed First cow traffic and two farms had Milk First cow traffic system. The computer program DelPro was used to collect data over the period of 14 days per AMS from March 2015 to April 2015. The following records per farm were collected and included into the analysis: number of AMS units, number of cows at milk and total milk yield harvested per day (Table 1).

Table 1

Characteristics of observed AMS dairy farms

Farm	Traffic system	Number of cows	Number of AMS units	Cows AMS^{-1}
1	Free Traffic FT	218	4	54.5
2		212	4	53.0
3		233	4	58.3
4		456	8	57.0
total		1119	20	
5	Feed First FF	234	4	58.5
6		253	4	63.3
7		196	3	65.3
8		347	5	69.4
9		132	2	66.0
total		1162	18	
10	Milk First MF	200	4	50.0
11		226	4	56.5
total		426	8	
TOTAL		2707	46	



Pic. 1. Cow traffic concepts in the observed AMS dairy farms: 1 – free; 2 –selective forced: resting (milk) first; 3 - selective forced: feed first. R – resting area; F – feeding area; W – waiting area; S – separation area.

The cow's traffic systems in observed farms are completed with one way gates and selection gates. Separation areas are integrated (pic. 1).

Results and discussion. The data obtained per AMS unit per day were: number of operated cows, milk yield harvested, milking performed. The results calculated per cow per day were: number of milking and milk yield harvested. Dataset contained also milking time per one cow (including cows entering the unit, teat cleaning, teat cup attachment, milking, disinfection of the teats and leaving the milking unit) in each dairy farm. (Table 2). Data gathered in all farms were used to find relationship between capacity of AMS and percentage of on-time for milking. For each group of dairy farms and particular indices the mean values ± SD were calculated.

Table 2

Parametr		Traffic system		
		FF	FT	MF
Cows AMS^{-1}		64.5 ± 4.0	55.7 ± 2.4	53.3 ± 4.6
Milking $cow^{1}day^{-1}$		2.38 ± 0.16	2.53 ± 0.08	2.77 ± 0.08
Milk yield	kg $AMS^{-1}day^{-1}$	1,817 ± 276	1,562 ± 160	1,675 ± 189
	kg $cow^{-1}day^{-1}$	28.1 ± 2.7	27.9 ± 1.9	31.4 ± 0.9
Percentage of time for	milking	85.3 ± 6.1	76.4 ± 10.1	73.3 ± 7.2
	Idle	10.2 ± 5.5	18.1 ± 9.7	22.6 ± 6.7
	washing	4.5 ± 1.0	5.5 ± 1.0	4.1 ± 0.5

Considering data for dairy farms equipped with AMS it is possible to indicate that the highest capacity expressed by milk yield per AMS unit per day was with Feed First cow traffic system was by 142 and 255 kg more than with Milk First and Free cow traffic. The maximum capacity was 2,268 kg milk per VMS and day. Average total milk yield per robot and day was 1,529 kg and 1,583 kg for Feed First traffic and Free cow traffic by research for 73 Danish and 92 Dutch dairy farms with VMS [11].

Characteristics of cow traffic systems in the observed AMS dairy farms (mean ± SD)**.**

The average milk yield per cow per day was the highest with Milk First cow traffic – 31.4 kg. In comparison with Feed First and Free cow traffic it was respectively 3.3 and 3.5 kg higher milk yield.

Conclusion. Results of the current study showed that some of the Estonian dairy farms are characterized by high technical and biological potential and amount of milk produced.

It was possible to indicate the highest capacity - milk yield per AMS unit per day - for Feed First cow traffic system. The average milk yield per cow per day was the highest with Milk First cow traffic. The average AMS on-time for milking was highest with Feed First traffic system.

BIBLIOGRAFY

1. Bach, A., Devant, M., Iglesias, C., Ferrer, A. Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle / Journal of Dairy Science - Vol. 92. No 3, 2009. 1272-1280.

2. Brandes, C. Mit oder ohne Roboter / Bauernzeitung 25/2017. 37-39.

3. Gaworski, M., Leola, A., Sada, O., Kic, P., Priekulis, J. Effect of ow traffic system and herd size on cow perfomance and automatic milking capacity / Agronomy Reserch – 14(1), 2016. 33-40.

4. Grigorjev, D. A. Technologija mašinnovo doenija korov na osnove konvergentnõh principov upravlenija avtomatizirovannõmi processami / Monografia - Grodno 2017. 216 c.

5. Harms, J. Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Varianten des Tierumtriebs bei automatischen Melksystemen (Einboxenanlagen) / Dissertation - Technische Universität München 2005.

6. Horn, M. Was ist beim Umstieg zu beachten / Automatisch Melken für Profis. Mai 2016. 41-44.

7. Laurs, A., Priekulis, J. Studies of operating parameters in milking robots with selective guided cow traffic / Agronomy Research – 8, 2010. 134-140.

8. Leola, A., Kiiman, H., Leola, T. Automatic milking for cow - experience and criteria for the desing of robotic technologie in Estonia / Sbornik – Glevakha 2013. 551-556. (in Russian).

9. Lexer, D., Hagen, K., Vosika, B., Troxler, J., Waiblinger, S. Einfluss eines automatischen Melksystems auf Verhalten, Physiologie und Gesundheit von Milchkühen / Ländlicher Raum 1/2004, 1-8.

10. Liiv, R. Automatic milking system efficiency dependence on cow traffic system. / Bachelor thesis - Estonia University of Life Sciences, Tartu 2015. 48 p. (in Estonian).

11. Markey, C. Effect of cow traffic system on cow performance and AMS capacity / Degree project - Uppsala 2013. 36 p.

12. Melin, M. Optimising cow traffic in automatic milking systems – with emphasis on feeding patterns, cow welfare and productivity / Doctoral thesis. - Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala 2005. 56 p.

13. Riibak, K. 2008. Cow traffic system in barn with automatic milking / Masterthesis – Estonia University of Life Sciences, Tartu 51 p. (in Estonian).

14. Umstätter, C. Tier-Technik-Beziehung bei der automatischen Milchgewinnung / Dissertation - Humboldt-Universität, Berlin 2002.

15. Unrath, J. Analyse und bewertung von Parametern der Produktionsumwelt bei der Milchgewinnung mit Automatischen Melksystemen (AMS) / Dissertation - Humboldt-Universität, Berlin 2004.

ВПЛИВ УПРАВЛІННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯМ КОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДОЇННЯ

А. Леола, О. Сада

Анотація

Дана робота зосереджується на мотивації корів для відвідування доїльного підрозділу. Виконано тестування 54 автоматичних систем доїння (AMS) в естонських молочних фермах та проаналізовано 3 ситуації руху корів для впливу на поведінку корів, на ефективність використання сараю та доїльну здат-

ність. У цьому звіті представлені попередні результати цього дослідження.

Ключові слова: мотивація корів, поведінка їжі, розклад амбара, місткість, ворота відбору.

УДК 633.63:631.8

ДИНАМІКА НАРОСТАННЯ МАСИ РОСЛИН ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ УДОБРЕННЯ ТА ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН

Тирусь М. Л., асп.*
Львівський національний аграрний університет
м. Дубляни, Україна
Тел. +380680355276
e-mail:tyrusmaria0408@gmail.com

Анотація. Наведено результати досліджень із вивчення впливу норм удобрення та густоти стояння рослин на ріст і розвиток цукрових буряків в умовах Західного Лісостепу України на темно – сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах.

Відмічено інтенсивний приріст маси коренеплодів та листкового апарату незалежно від досліджуваних варіантів за період 15 липня – 15 серпня. Станом на 15 вересня за період із 15 серпня, спостерігався деякий спад інтенсивності наростання коренеплоду цукрових буряків, тоді як маса листя більш істотно зменшилась. Зменшення маси листя пов'язано із їх повільнішим наростанням та посиленим відмиранням у цей період. На варіантах досліду із застосуванням мінерального удобрення ростові процеси гички затухали із меншою інтенсивністю відносно контролю без удобрення. Найсприятливіші умови для

---

*Науковий керівник: доктор с/г наук, член-кор. НААН України Лихочвор В. В.

Публикується за рекомендацією: акад. МААО, д.т.н., проф. Пастухова В.І.

росту та розвитку рослин цукрових буряків були створені за рівня удобрення $N_{300}P_{225}K_{350}$. Аналізуючи отримані результати простежується закономірність, яка встановлена іншими дослідниками – маса рослин зростає із збільшенням норм мінеральних добрив.

На час збирання урожаю відбулось закономірне зменшення приростів маси коренеплоду та зниження маси листків, що обумовлено генетичними і біологічними особливостями цукрових буряків. У рослин цукрових буряків, які виросли на ділянках із використанням густоти рослин 80-90 і 100-110 тис. шт./га, маса коренеплодів на час збирання була найбільшою і становила, залежно від рівня удобрення, 258-886 г і 236-755 г. На ділянках із густотою 120-130 і 140-150 тис. шт./га маса коренеплодів була в межах 223-683 г і 165-562 г.

Ключові слова: цукрові буряки, коренеплід, гичка, густота рослин, норми добрив.

Постановка проблеми. Цукровий буряк - високопродуктивна культура, що дозволяє отримувати високий прибуток від комплексного підходу до технології її вирощування. Оптимізація системи удобрення та раціональне розміщення рослин по площі поля є одним із шляхів підвищення продуктивності цукрових буряків.

Аналіз останніх досліджень. Цукрові буряки використовують значно більше елементів живлення, ніж інші культури. Серед факторів, від яких залежить продуктивність цукрових буряків рівень впливу мінерального удобрення становить 50% та густота стояння рослин – 10 % [7, с. ; 8, с.21]. Для створення максимально позитивної дії на цукрові буряки добрива мають бути збалансовані за елементами живлення й нормами застосування з урахуванням фізіологічних потреб [2, с.68; 10, с.2].

Протягом багатьох років триває дискусія щодо зміни напрямів густоти стояння рослин цукрових буряків при підвищеній родючості грунту за рахунок внесення добрив [3, с.11]. Чим більша густота насадження цукрових буряків, тим менша площа живлення рослин. А це відповідно зменшується вико-

ристання вологи, поживних речовин, об'єм повітря і вуглекислого газу, який воно містить [6, с.73; 4, с.68].

Надзвичайно важливо сформувати рівномірну густоту рослин, оскільки від неї залежить не тільки урожайність цукрових буряків, а і цукристість та збір цукру. За оптимальної густоти формуються переважно коренеплоди однакових розмірів, що дозволяє значно підвищити якість збирання врожаю [5, с.107]. Оптимальна густота рослин на період збирання на високих агрофонах для зони достатнього зволоження становить 100-110 тис./га, нестійкого - 95-100 і недостатнього 90-95 тис./га - зазначає Роїк М. В. Тоді як Глеваський І. В. пише, що оптимальна густота насадження рослин на період збирання на високих агрофонах згідно рекомендацій ВНІЦ для зони достатнього зволоження повинна становити 115-120 тис./га, нестійкого зволоження - 110-115 тис/га і недостатнього - 100-105 тис./га [1, с.316; 9, с.320].

Мета досліджень. Встановити вплив норм удобрення на ріст і розвиток рослин цукрових буряків за різної густоти стояння рослин в умовах Західного Лісостепу України на темно – сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах.

Основна частина. Динаміка наростання маси рослини залежно від норм удобрення та густоти стояння рослин станом на 15 липня показала, що маса коренеплоду та гички наростала пропорційно рівню удобрення та зменшувалась із збільшенням густоти стояння рослин (табл. 1, 2). Кореляційний аналіз виявив прямий середній зв'язок між рівнями удобрення та масою коренеплоду(r=0,65) й гички (r=0,64), та зворотній сильний зв'язок між густотою стояння рослин і масою коренеплоду (r=-0,67) та гички (r=-71).

Сприятливі умови для формування найбільшої маси коренеплоду та гички -115-318 гр. та 196-382 гр. створювались за варіантами, де густота насадження становить 80-90 тис./га залежно від норми удобрення. Станом на 15 липня маса коренеплоду та гички із використанням густоти стояння рослин 100-110, 120-130, 140-150 тис./га залежно від норми удобрення становила відповідно: 103-241 та 185-342 гр, 98-193 та 156-274 гр., 85-133 та 132-202 гр. Станом на 15 серпня проведення обліку динаміки наростання маси коренеплоду та гички було відмічено, що найбільші прирости коренеплоду відбулися зале-

жно від рівня удобрення на варіанті із густотою 80-90 тис./га і були в межах 74-296 гр. Адже рослини за цієї густоти стояння мають краще освітлення, доступ повітря до кореневої системи та нижчу конкуренцію за доступну кількість поживних речовин і вологи в ґрунті.

Таблиця 1

Динаміка наростання маси коренеплоду цукрових буряків залежно від норм удобрення та густоти стояння рослин, середнє за 2009 – 2011 рр.

Норми добрив	Густота рослин	Дата обліку			
		15.07	15.08	15.09	На час збирання урожаю
контроль	80 -90тис./га	115	189	234	258
	100 -110тис./га	103	172	218	236
	120 -130тис./га	98	149	206	223
	140 -150тис./га	85	137	165	165
$N_{180}P_{135}K_{210}$	80 -90тис./га	245	486	619	699
	100 -110тис./га	165	398	541	599
	120 -130тис./га	141	346	481	540
	140 -150тис./га	106	241	383	432
$N_{240}P_{180}K_{280}$	80 -90тис./га	276	554	735	807
	100 -110тис./га	202	448	640	695
	120 -130тис./га	179	377	568	620
	140 -150тис./га	125	262	433	494
$N_{300}P_{225}K_{350}$	80 -90тис./га	318	614	813	886
	100 -110тис./га	241	495	693	755
	120 -130тис./га	193	427	635	683
	140 -150тис./га	133	297	504	562

За густоти стояння рослин 100-110 та 120-130 тис. шт./га. залежно від норми удобрення маса коренеплоду становила 172-495 та 149-427 гр відповідно. Приріст на цих варіан-

тах досліду залежно від норми удобрення був нижчим варіанту із густотою 80-90 тис. шт./га, але вищим варіанту із густотою 140 -150 тис./га і був в межах 69-254 гр за густоти стояння рослин 100 -110 тис. шт./га та 51-234 гр - за густоти стояння рослин 120 -130 тис. шт./га. На варіанті із густотою стояння 140-150 тис./га приріст був найменшим і становив залежно від рівня удобрення 52-164 гр.

Таблиця 2

Динаміка наростання маси гички цукрових буряків залежно від норм удобрення та густоти стояння рослин, середнє за 2009 – 2011 рр.

Норми добрив	Густота рослин	Дата обліку			
		15.07	15.08	15.09	На час збирання урожаю
контроль	80 -90тис./га	196	208	173	157
	100 -110тис./га	185	206	164	137
	120 -130тис./га	156	171	140	129
	140 -150тис./га	135	149	112	94
$N_{180}P_{135}K_{210}$	80 -90тис./га	331	355	310	259
	100 -110тис./га	248	295	266	228
	120 -130тис./га	213	249	231	200
	140 -150тис./га	158	193	176	160
$N_{240}P_{180}K_{280}$	80 -90тис./га	359	388	353	323
	100 -110тис./га	307	349	314	285
	120 -130тис./га	249	287	256	242
	140 -150тис./га	193	223	191	193
$N_{300}P_{225}K_{350}$	80 -90тис./га	382	418	374	345
	100 -110тис./га	342	376	333	294
	120 -130тис./га	274	320	298	260
	140 -150тис./га	202	253	232	208

Проведений кореляційно-регресійний аналіз показав станом на 15 серпня прямий сильний зв'язок між рівнями удобрення та масою коренеплоду (r=0,72) і масою гички (r=0,71). Проте, між густотою стояння рослин та масою коренеплоду (r=-0,57) і гички (r=-0,64) відмічений зворотній середній зв'язок.

Станом на 15 вересня за період із 15 серпня, було відмічено деякий спад інтенсивності наростання коренеплоду цукрових буряків, тоді як маса листя більш істотно зменшилась. Зменшення маси листя пов'язано із їх повільнішим наростанням та посиленим відмиранням у цей період. На варіантах досліду із застосуванням мінерального удобрення ростові процеси гички затухали із меншою інтенсивністю відносно контролю без мінерального удобрення. Коефіцієнт кореляції між нормами удобрення та масою коренеплоду і гички r=0,83 та r=0,74 свідчить про прямий сильний зв'язок, та r= -0,61 і r= -0,44 про зворотній середній зв'язок між густотою стояння рослин і масою гички та коренеплоду.

Зважування рослин цукрових буряків на час збирання урожаю показало закономірне зменшення приростів маси коренеплоду та зниження маси листків, що обумовлено генетичними і біологічними особливостями цукрових буряків.

Висновки. У середньому за роки досліджень (2009-2011) у період з 15 липня по 15 серпня у всіх варіантах досліду відмічено інтенсивне наростання маси коренеплоду та листкового апарату незалежно від рівнів удобрення та густоти стояння. Маса коренеплоду та гички цукрових буряків зростала пропорційно внесенню норм добрив і зменшувалась із загущенням. Найсприятливіші умови для росту та розвитку рослин створювались за густоти стояння рослин 80-90 і 100-110 тис./га та норми удобрення $N_{300}P_{225}K_{350}$. На час збирання маса коренеплоду становила 886 г і 755 г, маса гички – 345 г і 294 г.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глеваський І. В. Буряківництво. – Київ: «Вища школа», 1991. – 316 с.

2. Жердецький І. Доглянув за буряками – отримав урожай високої якості / І. Жердецький // Пропозиція.-2009.-№ 11.-С. 68-71.

3. Заришняк А. С. Вплив рівня мінерального живлення, густоти стояння на урожайність та якість коренеплодів цукрових буряків. / А. С. Заришняк, С. М. Гринів / Вісник аграрної науки. - №10. – с. 11 – 14.

4. Карпук Л. Динаміка формування листкового апарату і маси коренеплодів цукрових буряків залежно від густоти насадження / Л. Капрук // Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія.- Львів: Львів. нац. аграр. у-т, 2013.- №17(2).- 68-72.

5. Карпук Л. М. Рівномірність розміщення та особливості росту і розвитку рослин цукрових буряків залежно від густоти насадження/ Л. М. Карпук // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. - 2013. - Вип. 82. - С. 107-112.

6. Колібабчук Т.В. Продуктивність буряка цукрового залежно від системи удобрення в польовій сівозміні / Т.В. Колібабчук. // Збірник наук.праць Уманського національного університету садівництва. – Умань, 2009. – Вип. 71. – С. 73–77.

7. Лихочвор В. В. Вплив добрив на врожайність цукрових буряків / В.В. Лихочвор, С.С. Костючко. // Матеріали XVII міжнародного науково-практичного форуму «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій» 2016.-С. 6-9.

8. Минакова О. А. Реакция сортов и гибридов сахарной свеклы на минеральное питание /О. А. Минакова, Л. В. Александрова // Сахарная свекла. - 2007.-№5. - С.21-22.

9. Роїк М. Буряки / М. Роїк. – К.: XXI вік, 2001. – 320 с.

10. Kurt Steinke. Enhanced Efficiency Fertilizer Effects in Michigan Sugarbeet Production. / Kurt Steinke, Chris Bauer. // Journal of Sugar Beet Research. - Vol. 54. - Nos. 1 & 2. - S. 2 - 18.

BIBLIOGRAPHY

1. Hlevaskyi I. V. Buriakivnytstvo. – Kyiv: «Vyshcha shkola», 1991. – 316 s.

2. Zherdetskyi I. Dohlianuv za buriakamy – otrymav urozhai vysokoi yakosti / I. Zherdetskyi // Propozytsiia.-2009.-№ 11.-S. 68-71.

3. Zaryshniak A. S. Vplyv rivnia mineralnoho zhyvlennia, hustoty stoiannia na urozhainist ta yakist koreneplodiv tsukrovykh

buriakiv. / A. S. Zaryshniak, S. M. Hryniv / Visnyk ahrarnoi nauky. - №10. – s. 11 – 14.

4. Karpuk L. Dynamika formuvannia lystkovoho aparatu i masy koreneplodiv tsukrovykh buriakiv zalezhno vid hustoty nasadzhennia / L. Kapruk // Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: ahronomiia.- Lviv: Lviv. nats. ahrar. u-t, 2013.- №17(2).- 68-72.

5. Karpuk L. M. Rivnomirnist rozmishchennia ta osoblyvosti rostu i rozvytku roslyn tsukrovykh buriakiv zalezhno vid hustoty nasadzhennia/ L. M. Karpuk // Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. - 2013. - Vyp. 82. - S. 107-112.

6. Kolibabchuk T.V. Produktyvnist buriaka tsukrovoho zalezhno vid systemy udobrennia v polovii sivozmini / T.V. Kolibabchuk. // Zbirnyk nauk.prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. – Uman, 2009. – Vyp. 71. – S. 73–77. – (chastyna 1 – ahronomiia).

7. Lykhochvor V. V. Vplyv dobryv na vrozhaynistʹ tsukrovykh buryakiv / V.V. Likhochvor, S.S. Kostyuchko. // Materialy KHVII mizhnarodnoho naukovo-praktychnoho forumu «Teoriya ta praktyka rozvytku ahropromyslovoho kompleksu ta silʹsʹkykh terytoriy» 2016.-s. 6-9.

8. Mynakova O. A. Reaktsyia sortov y hybrydov sakharnoi sveklы na myneralnoe pytanye /O. A. Mynakova, L. V. Aleksandrova // Sakharnaia svekla. - 2007.-№5. - S.21-22.

9. Roik M. Buriaky / M. Roik. – K.: KhKhI vik, 2001. – 320 s.

10. Kurt Steinke. Enhanced Efficiency Fertilizer Effects in Michigan Sugarbeet Production. / Kurt Steinke, Chris Bauer. // Journal of Sugar Beet Research. - Vol. 54. - Nos. 1 & 2. - S. 2 - 18.

DYNAMICS OF GROWTH OF MASS OF PLANTS SUGAR BEETS DEPENDING FROM NORM EXTREMELY AND HORTICULTURAL STATUS OF PLANTS

M. L. Tirus

Summary

The results of researches on the influence of fertilizer norms and plant density on the growth and development of sugar beet in

the conditions of the Western Forest - Steppe of Ukraine on dark gray podzolized loamy soils are given.

An intensive increase in the mass of root crops and leaves plants was noted, regardless of the studied variants for the period from July 15 to August 15. As of September 15, during the period since August 15, there was a slight decrease in the intensity of the growth of sugar beet root, while the mass of leaves significantly decreased. Reducing the mass of leaves is due to their slower growth and increased extinction during this period. On variations of the experiment with the use of mineral fertilizer, the growth processes of the leaves dampened with less intensity in relation to control without fertilization. The most favorable conditions for the growth and development of sugar beet plants were created at the fertilizer level $N_{300}P_{225}K_{350}$. Analyzing the obtained results, the pattern observed by other researchers is traced - the weight of plants increases with the increase of norms of mineral fertilizers.

At the time of harvesting, there was a natural decrease in the increments of the root mass and a decrease in the mass of leaves, due to the genetic and biological characteristics of sugar beets.

In plants of sugar beet, grown in areas using 80-90 and 100-110 thousand pounds / ha of plants, the mass of root crops at harvest time was the largest and, depending on the fertilizer level, was 258-886 g and 236-755 g.

In areas with a density of 120-130 and 140-150 thousand pcs. / Ha, the mass of root crops was within the range of 223-683 g and 165-562 g.

Key words: sugar beets, root crops, plant density, norms of fertilizers.

ВИЩА АГРАРНА ОСВІТА

УДК 378

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «АГРОИНЖЕНЕРИЯ» В ТГПУ им. Л. Н. ТОЛСТОГО

Лукиенко Л. В., д.т.н., доц. .*
Петрова М. С., к.п.н., доц.
Банников В. А., к.п.н., доц.
ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л. Н. Толстого»
г. Тула, Россия,
Тел. 8-953-426-05-12
e-mail: *lukienko_lv@mail.ru*

Аннотация. В работе выделены задачи, которые необходимо решать в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами при подготовке будущих специалистов (бакалавров и магистрантов), описан опыт их практикоориентированного обучения, освещено взаимодействие кафедры с потенциальными работодателями для изучения современных практических методов, которые используются на производстве, а также показано его позитивное влияние на уровень теоретической подготовленности студентов.

Ключевые слова: подготовка, агроинженерия, производственная практика, сельское хозяйство, работодатели.

Постановка проблемы. Кафедра агроинженерии и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого» осуществляет подготовку студентов – как бакалавров, так и магистров – по направлению «Агроинженерия» (рис. 1).

---

*Публикуется по рекомендации: акад. МААО, д.т.н., проф. Пастушенко С.И.

Рис. 1. Направления подготовки специалистов на кафедре агроинженерии и техносферной безопасности

Актуальность развития этого направления для народного хозяйства Тульской области трудно переоценить. Действительно, грамотная, высокопроизводительная работа специалистов-агроинженеров позволит обеспечить население продовольствием; организовать грамотное сервисное обслуживание сельскохозяйственной техники.

Цель исследования. Целью данной работы является развитие практико-ориентированного подхода для повышения подготовки бакалавров-агроинженеров.

Основная часть. Учебный процесс подготовки будущих агроинженеров предполагает изучение следующих дисциплин: «Машины для почвообработки и возделывания сельхозкультур», «Машины для уборки сельхозкультур», «Основы планирования работы машинно-тракторного парка», «Энергосбережение в сельском хозяйстве», «Основы теории двигателей внутреннего сгорания тракторов и автомобилей», «Основы комплектования и эксплуатации машинно-тракторного парка», «Основы технического обслуживания и ремонта машинно-тракторного парка».

Основная часть. Для подготовки конкурентоспособных на рынке труда молодых специалистов, на наш взгляд, необходимо дать им представление о современных особенностях производства, обозначить передовые тенденции развития тех-

нологических процессов. Вместе с тем существует насущная необходимость познакомить студентов с требованиями, которые предъявляют в современном производстве к молодым специалистам; выделить круг проблем, с которыми приходится сталкиваться выпускникам высших учебных заведений в начале трудового пути. Решить эту важную задачу практически невозможно без участия работодателей, которые во время учебного процесса могут поставить перед наиболее перспективными студентами актуальные производственные вопросы, ответив на которые выпускники университета могут получить работу [8], [12].

Как известно, в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом объектами профессиональной деятельности будущих агроинженеров являются машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии и средства производства сельскохозяйственной техники и её технического обслуживания; диагностирования и ремонта машин и оборудования, методы и средства испытания машин. Ведущую роль в подготовке специалистов данной области играет практико-ориентированный подход [10]. Необходимо отдавать себе отчет, что в профессиональной деятельности перед выпускниками университета будут стоять следующие производственно-технологические цели:

- эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства на предприятиях различных организационно-правовых форм;
- применение современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин для обеспечения постоянной работоспособности машин и оборудования;
- осуществление производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции и оказываемых услуг технического сервиса;
- организация метрологической поверки основных средств измерений для оценки качества производимой, перерабатываемой и хранимой сельскохозяйственной продукции;

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;

- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно-измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;

- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;

- ведение технической документации, связанной с монтажом, наладкой и эксплуатацией оборудования, средств автоматики и энергетических установок сельскохозяйственных предприятий.

Одной из основных задач обучения студентов является закрепление и совершенствование полученных знаний и навыков на практике, в реальных условиях, достижение профессионализма и мастерства. Чтобы молодые специалисты достойно смогли ответить на вызовы новой профессии, кафедра уделяет значительное внимание практической составляющей их подготовки посредством привлечения практикующих специалистов к преподавательской деятельности. Это позволяет решить и ещё одну, не менее актуальную задачу: познакомить студентов с современными методами и практиками, используемыми в деятельности производственных организаций [7].

К основным направлениям взаимодействия с работодателями на кафедре агроинженерии и техносферной безопасности могут быть отнесены: руководство курсовыми проектами и выпускными квалификационными работами; проведение экскурсий на передовые предприятия с демонстрацией современных методов, используемых в производстве.

Значительный объём учебных и производственных практик как в учебных мастерских, так и на передовых производствах представляет собой ещё одно важное направление взаимодействия с работодателями. Здесь можно отметить подбор баз и согласование программ практик с работодателями. В качестве примеров можно привести взаимодействие кафедры с крестьянскими фермерскими хозяйствами СПК «Приупские зори» (Ленинский район с. Хрущево), ЗАО «Заря» (Киреевс-

кий район), ООО «Тесницкое» (Ленинский район), ООО «ЭкоНива-Техника» (г. Богородицк), ООО СП «Зеленая горка» (Алексинский район), ООО «АвтоСтройСельхозДеталь» (г. Тула), занимающимися в Тульской области обслуживанием сельскохозяйственной техники.

Во время учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе научно-исследовательской деятельности (в объёме 15 зачётных единиц), студенты приобретают компетенции по выбору материала и способам его обработки для обеспечения надёжных свойств изготавливаемой детали, проведению и оценке результатов измерений, чтению чертежей, профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок. Молодые люди учатся использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования, получая при этом базовую слесарную подготовку, а также опыт настройки металлорежущих станков (токарного, фрезерного, сверлильного) и работы на них, безусловно необходимый на производстве. Основные составляющие практики представлены на рисунке 2. Для получения навыков научно-исследовательской деятельности студентам предлагается решить задачу по обоснованному выбору режущего инструмента и режимов резания для изготовления детали в соответствии с заданием на практику.

В течение первой части практики (слесарной) студенты полностью или частично приобретают следующие компетенции:

- способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия;
- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
- способность разрабатывать и использовать графическую техническую документацию;
- способность обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали;

- способность проводить и оценивать результаты измерений;
- способность обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы;
- готовность к профессиональной эксплуатации машин, технологического оборудования и электроустановок;
- способность использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования [1].

Рис. 2. Основные части практики по получению первичных профессиональных умений, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

Для овладения этими компетенциями студенты работают с тонким листовым материалом, с проволокой, изучают операции их правки, разметки, гибки, рубки, резки, а также знакомятся с безопасными приёмами выполнения слесарных операций (рис. 3). За это время студенты закрепляют навыки чтения чертежей и методы простановки размеров с учётом теории базирования и их контроля с использованием штангенинструментов, а также постигают основы правильной и обоснованной простановки допусков и посадок на чертежах.

За время прохождения второй части практики (технологического практикума) студенты знакомятся с организацией рабочего места станочника (рис. 4, 5), устройством токарно-винторезного, горизонтально-фрезерного, сверлильного станков, видами режущего инструмента, изучают основы теории

резания металлов и методами наладки станков. При этом особое внимание здесь уделяется изучению основ теории резания, правильному выбору типа резца, его установке, а также вопросам закрепления обрабатываемой детали в патроне токарного станка.

Рис. 3. Слесарная мастерская

При этом помимо практических навыков студенты закрепляют знания, полученные при изучении таких важных теоретических дисциплин, как «Сопротивление материалов», «Технология конструкционных материалов», «Основы метрологии, взаимозаменяемости, стандартизации и сертификации», «Материаловедение». На этом этапе практиканты изготавливают детали типа «вал гладкий», «вал ступенчатый», «втулка», изучают методы нарезания резьбы и технологию обработки конических поверхностей.

При прохождении практикума по механосборочным работам студенты закрепляют теоретические знания по образованию неподвижных неразъемных и разъемных соединений, а также практические знания по методам их сборки. Кроме этого они изучают механизмы передачи и преобразования движения и методы их сборки. За время практики студенты осваивают методы сборки заклепочных, резьбовых, а также шпоночных соединений, детально изучают методы контроля качества сборки.

Практическое обучение завершается подготовкой отчётов по каждому из этапов практики. Подготовка отчётов играет очень важную роль, так как к этому моменту студент должен научиться грамотно формулировать основные мысли на бумаге, выделяя главное, чему он научился за время практики.

Рис. 4. Структурная схема организации технологического практикума

Рис. 5. Механическая мастерская

При этом должна быть решена и ещё одна очень важная учебная задача: обучение студентов правильной подготовке технической документации.

Следует отметить, что практическая часть обучения студентов-агроинженеров не ограничивается практикой в учебных мастерских университета. По окончании второго курса они проходят учебную практику по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе научно-исследовательской деятельности, за время которой приобретают практические навыки по управлению колёсным и гусеничным тракторами, изучают их устройство; проходят производственную технологическую практику, производственную практику по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. При этом они осваивают следующие компетенции:

- способность использовать основные технологии растениеводства и животноводства;
- способность использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции;
- способность использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами [1].

Освоения этих компетенций студенты добиваются, изучая опыт работы передовых крестьянско-фермерских хозяйств, акционерных обществ, занимающихся подготовкой сельскохозяйственной техники к полевым работам.

Вместе с тем нужно отметить: практическая подготовка студентов на кафедре агроинженерии и техносферной безопасности ТГПУ им. Л. Н. Толстого осуществляется не только во время прохождения практик, но и при изучении реальной сельскохозяйственной техники. Для этих целей на машинном дворе кафедры имеются кормораздатчик, плуг, зерноуборочный комбайн и другая сельскохозяйственная техника.

Кроме того, студенты ежегодно участвуют в областном празднике Дня поля, где могут увидеть образцы самой современ-

ной сельскохозяйственной техники, получить консультации у практикующих специалистов по интересующим их вопросам.

За время прохождения производственных практик студенты изучают организацию работ в крестьянско-фермерских хозяйствах, технологию обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин.

Выводы. Таким образом, на кафедре агроинженерии и техносферной безопасности Тульского государственного педагогического университета им. Л. Н.Толстого сформирована устойчивая система взаимодействия с работодателями для повышения качества практико-ориентированной подготовки будущих специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата): Приказ Минобрнауки России от 20.10.2015 N 1172 (зарегистр. в Минюсте России 12.11.2015 N 39687). – URL: qarant.ru (дата обращения: 12.04.2018).

2. Ефимов, В. С. Будущее высшего образования в России: экспертное видение / В. С. Ефимов, А. В. Лаптева // Университетское управление: практика и анализ. – 2011. – № 4 (74). – С.52–64.

3. Залялова, Д. Р. Влияние взаимодействия учебного заведения и производства на качество подготовки будущего специалиста [Электронный ресурс] / Д. Р. Залялова // Студ. науч. форум –2016: Матер. VIII Междунар. студ. электрон. науч. конф. – URL: Scienceforum.ru (дата обращения: 12.04.2018).

4. Кельчевская, Н. Р. Качество подготовки специалистов – основа эффективной деятельности высшей школы в условиях новых экономических отношений / Н. Р. Кельчевская, М. А. Попова. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001.

5. Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 дек. 2014 г. № 2765-р). – URL: bda-expert.com (дата обращения: 12.04.2018).

6. О мерах по обеспечению взаимосвязи с работодателями при проектировании и реализации образовательных про-

грамм в РГГУ: Аналит. записка // ФГБОУ ВО «Российский государственный гуманитарный университет» (РГГУ). – М., 2011.

7. Петрова, М. С. Формирование профессиональных компетенций у студентов при прохождении практики / М. С. Петрова, А. В. // Межвуз. сб. ст. XVII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Тула, 14–17 февр. 2017 г.); Отв. ред. А. А. Потапов. – Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л. Н. Толстого, 2017. – С. 233–235.

8. Семенова, Н. С. Взаимодействие вуза с работодателями как условие качественной подготовки выпускников [Электронный ресурс] / Н. С. Семенова // Проблемы и перспективы развития образования: Матер. II Междунар. науч. конф. (г. Пермь, май 2012 г.). – Пермь: Меркурий, 2012. – С. 161–162. – URL: https://moluch.ru/conf/ped/archive/58/2355/ (дата обращения: 12.04.2018).

9. Соколова, И. Ю. Качество подготовки специалистов в техническом вузе и технологии обучения: Учеб. пособие для педагогов, аспирантов, магистрантов / И. Ю. Соколова, Г. П. Кабанов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010.

10. Соловьева, О. И. Практико-ориентированный подход в обучении специалистов и бакалавров на выпускающей кафедре экономики [Электронный ресурс] / О. И. Соловьева // Концепт. – 2013. – № 05 (май). – ART 13104. – 0,6 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13104.htm (дата обращения: 12.04.2018).

11. Стратегия развития аграрного образования в Российской Федерации до 2030 г. [Электронный ресурс]. – URL: molochoe.ru (дата обращения: 12.04.2018).

12. Шипилина, Л. А. Взаимодействие сотрудников кафедры с работодателями при подготовке магистров: опыт реализации практико-ориентированной модели обучения / Л.А. Шипилина // Профессиональное образование в России и за рубежом. –2013. – 4 (12). – С. 58–63.

BIBLIOGRAPHY

1. "About the approval of the federal state educational standard of the higher education in the direction of preparation 35.03.06 Agroengineering (bachelor degree level): Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation from

10/20/2015 N 1172 (зарегистр. in the Ministry of Justice of the Russian Federation 11/12/2015 N 39687). – URL: qarant.ru (date of the address: 4/12/2018).

2. Yefimov, V. S. Future the higher education in Russia: expert vision / V.S. Yefimov, A.V. Lapteva//University management: practice and analysis. – 2011. – No. 4 (74). – Page 52-64.

3. Zalyalova, D. R. Influence of interaction of educational institution and production on quality of training of future expert [An electronic resource] / D.R. Zalyalova//Stud. науч. forum-2016: Mater. VIII Mezhdunar. student. electron. науч. конф. – URL: Scienceforum.ru (date of the address: 4/12/2018).

4. Kelchevskaya, N. R. Quality of training of experts – a basis of effective activity of the higher school in the conditions of the new economic relations / N.R. Kelchevskaya, M.A. Popova. – Yekaterinburg: UGTU-UPI, 2001.

5. The concept of the Federal target program of development of education for 2016-2020 (утв. order of the Government of the Russian Federation of Dec 29. 2014 No. 2765-r). – URL: âda-expert.com (date of the address: 4/12/2018).

6. About measures for ensuring interrelation with employers at design and implementation of educational programs in RGGU: Anolyte. note//FGBOOU WAUGH "Russian State Humanitarian University" (RSHU). – M, 2011.

7. Petrova, M. S. Formation of professional competences at students at practical training / M.S. Petrova, A. V.//Interhigher education institution. сб. Art. XVII of Vseros. науч. - практ. конф. with междунар. participation (of Tula, 14–17 Febvre. 2017); Отв. edition A.A. Potapov. – Tula: Publishing house Toole. state. пед. un-that of L.N. Tolstoy, 2017. – Page 233-235.

8. Semyonova, N. S. Interaction of higher education institution with employers as a condition of high-quality training of graduates [An electronic resource] / N.S. Semyonova//Problems and the prospects of development of education: Mater. II Mezhdunar. науч. конф. (Perm, May, 2012). – Perm: Mercury, 2012. – Page 161-162. – URL: https://moluch.ru/conf/ped/archive/58/2355/(date of the address: 4/12/2018).

9. Sokolova, I. Yu. Quality of training of experts in technical college and technology of training: Studies. a grant for

teachers, graduate students, undergraduates / I.Yu. Sokolova, G.P. Kabanov. – Tomsk: TPU publishing house, 2010.

10. Solovyova, O.I. Praktiko-oriyentirovanny approach in training of experts and bachelors at the releasing department of economy [An electronic resource] / O.I. Solovyova//the Concept. – 2013. – No. 05 (May). – ART 13104. – 0,6 items of l. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13104.htm (date of the address: 4/12/2018).

11. The strategy of development of agrarian education in the Russian Federation till 2030 [An electronic resource]. – URL: molochoe.ru (date of the address: 4/12/2018).

12. Shipilina, L. A. Interaction of staff of department with employers when training masters: experience of realization of the praktiko-focused training/L model. A. Shipilina//Professional education in Russia and

FEATURES OF TEACHING STUDENTS OF THE SPECIALTY "AGROENGINEERING", TULA STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY LEV TOLSTOY

L. V. Lukienko, M.S. Petrova, V.A. Bannikov

Summary

The paper highlights the problems that need to be solved in accordance with Federal state educational standards in the training of future specialists (bachelors and masters), describes the experience of their practice-oriented training, highlights the interaction of the Department with potential employers to study modern practical methods that are used in the production, as well as its positive impact on the level of theoretical training. It is proved that the active use of practices as the main component of the educational process allows students to instill responsibility for the assigned work, the achievement of the final result – the preparation of technically well-written report.

Key words: training, agro engineering, work practice, agriculture, and employers.

ПЕРЕРОБКА ТА ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

УДК 663.813:664.8.037.5

ВИРОБНИЦТВО АЕРОВАНИХ ЗАМОРОЖЕНИХ ПРОДУКТІВ

Загорко Н.П. чл.-кор. МААО, к.т.н., доц.
Стручаєв М.І., к.т.н., доц.
Тарасенко В.Г., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. (0619) 42-13-06
e-mail: zahorko@ukr.net

Анотація. Стаття присвячена удосконаленню технології виробництва аерованих заморожених продуктів та наведено варіанти удосконалення способу консервування з використанням швидкого заморожування і тривалого низькотемпературного зберігання фруктових, овочевих, плодоовочевих аерованих соків з м'якоттю та наповнювачами.

Ключові слова: виробництво аерованих заморожених продуктів, тривале низькотемпературне зберігання, Мелітопольський черешневий заморожений фасований сік, яблучний сік з волоськими горіхами, Мелітопольський моркв`яно-гарбузовий сік з грушею та цукатами, Мелітопольський сливовий сік з вином «Бесараб» та родзинками.

Постановка проблеми. В даний час активно проводяться дослідження і розробки нових напрямків у виробництві заморожених продуктів, що відповідають сучасному рівню розвитку харчової промисловості. Одне з них, це створення технології аерованих, або так званих піноподібних продуктів [1,2]. Ефективним способом консервування продукції, є заморожування з подальшим зберіганням в замороженому вигляді.

Цей спосіб консервування дозволяє максимально зберігати харчову цінність продукції, підвищеною готовністю для її вживання. [3,4,5,6,7].

Аналіз останніх досліджень. Після масового використання хімічних добавок, таких як: ароматизатори, емульгатори, підсолоджувачі, наповнювачі, підсилювачі смаку і таке інше, популярність морозива різко впала. В даний час спостерігається інтерес до заморожених, а в наш час і до аерованих, соків - це в основному традиційні соки: виноградний, яблучний, купажований полуничний. При звичайному консервуванні соку його розфасовують в консервну тару і стерилізують. Недоліками цього способу є, те, що високі температури негативно позначаються на вмісті біологічно активних речовин в готовій продукції. Крім того знищується мікрофлора, пригнічується дія ферментів, це забезпечує тривале зберігання, але різко знижує біологічну цінність соку.

Промисловість випускає обладнання для отримання заморожених кондитерських продуктів, яке включає контейнер для рідкої суміші з системою дозування, контейнер для дозування сухих включень, форми, для заповнення під тиском замороженим виробом [8]. Недоліком цього обладнання є великі витрати енергії при вакуумуванні форм, а потім при заповненні форм замороженим виробом під тиском, що ускладнює конструкцію, не дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії.

Мета дослідження. Метою даної роботи є аналіз процесу виробництва аерованих заморожених продуктів та способу консервування з використанням швидкого заморожування і тривалого низькотемпературного зберігання фруктових, овочевих та плодоовочевих соків з м'якоттю та наповнювачами; удосконалення способу консервування з використанням швидкого заморожування соків, в якому розширюється корисна біологічна цінність та покращується якість, а також удосконалення пристрою виробництва аерованих заморожених продуктів.

Основна частина. Запропонований нами пристрій виробництва аерованих заморожених продуктів дозволяє отримати аеровані заморожені продукти з фруктових, овочевих та плодоовочевих соків з м'якоттю та наповнювачами, які мають поліпшену структуру і чудові смакові характеристики, з приє-

мним ефектом повітряних бульбашек, та придатні для безпосереднього вживання.

Для виробництва аерованих заморожених продуктів, нами запропонований пристрій, де шляхом введення в систему нових конструктивних елементів, які дозволять усунути витрати енергії при вакуумуванні форм, спростити конструкцію, підвищити коефіцієнт корисної дії, знизити витрати матеріалу, отримати аеровану структуру продукту.

Функціональна схема пристрою виробництва аерованих заморожених продуктів показана на рис.1.

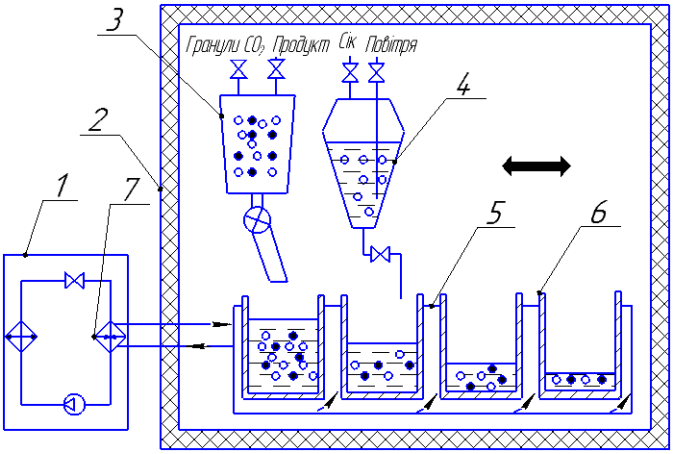


Рис. 1 Функціональна схема пристрою виробництва аерованих заморожених продуктів: 1 - холодильна машина, 2 - теплоізольований корпус, 3 - контейнер для дозування сухих добавок, який містить засоби подачі продукту і гранульованого двоокису вуглецю, 4 - контейнер для рідкої суміші з системою дозування та з патрубком подачі повітря, 5 - швидкоморозильний пристрій, 7 - випаровувач холодильної машини, 6 - форми для заповнення виробом

Пристрій працює таким чином: в теплоізольованому корпусі 2, з контейнера 3 сухі добавки і гранульований двоокис вуглецю, дозовано подаються до форм 6 для заповнення виробом. З контейнера 4 також подається аерована рідка суміш, при цьому в формах 6 здійснюється первинне заморожу-

вання за рахунок поглинання теплоти від продуктів при сублімації двоокису вуглецю, повітря затискається в товщі продукту у вигляді бульбашок, подальше заморожування продукту відбувається за рахунок дії швидкоморозильного пристрою 5 в якості якого використано випаровував 7 холодильної машини 1. Далі цикл повторюється.

Для перевірки придатності пристрою нами запропоновано декілька продуктів: «Мелітопольський черешневий заморожений аерований фасований сік, класичний», «Яблучний сік з волоськими горіхами», «Сливовий сік з вином «Бесараб» та родзинками», «Моркв`яно-гарбузовий з грушею та цукатами», «Кукурдзяний сік з перцем» [9].

Приготування цих заморожених аерованих фасованих соків включає підбір, миття, сортування, очищення, подрібнення сировини, отримання соку, купажування, гомогенізацію, аерування фасування, додавання наповнювачів, заморожування до досягнення температури в центрі продукту мінус 20±2°С, тривале зберігання при тій же температурі. Наприклад яблучний сік отримують з усього плоду з видаленням насіння і очищенням шкірки, далі в теплоізольованому корпусі в контейнері 4 його аерують стисненим повітрям та купажують сиропом варення з зелених волоських горіхів, цукром буряковим, кислотою лимонною, далі з контейнера 3 сухі добавки, а саме, подрібнені ядра волоських горіхів воскової стиглості і гранульований двоокис вуглецю, дозовано подаються до форм 6 для заповнення виробом, при цьому в формах 6 здійснюється первинне заморожування за рахунок поглинання теплоти від продуктів при сублімації двоокису вуглецю, повітря затискається в товщі продукту у вигляді бульбашок, подальше заморожування продукту відбувається за рахунок дії швидкоморозильного пристрою, що дозволяє підвищити якість продукту, максимально зберегти його вихідні властивості, харчову та біологічну цінність, різноманітити асортимент харчових продуктів, готових до вживання, які багаті на вуглеводи, білки, біологічно-активні, мінеральні речовини, йод, придатні до вживання для всіх верст населення, а також можуть вживатися, як дієтичні, крім того вони поліпшену структуру і чудові смакові характеристики, з приємним ефектом повітряних бульбашок, та придатні для безпосереднього вживання.

До складу рецептури внесені подрібнені ядра волоських горіхів воскової стиглості та сироп варення з зелених волоських горіхів. Сироп варення з зелених волоських горіхів значно підвищує вміст моноцукрів (глюкози та фруктози), що легко засвоюються організмом, а також алкалоїдів, глікозидів, токоферолу, вітамінів групи В і, найголовніше – йоду. Варення з зелених волоських горіхів значно підвищує імунітет, покращує роботу щитовидної залози і кровообіг в судинах головного мозку, нормалізує кров'яний тиск, покращує розумову діяльність.

Подрібнені ядра волоських горіхів воскової стиглості мають у своєму складі нафтохінони, флавоноїди, діарілгептаноїди, вони багаті вітаміном Р, органічними кислотами, мінеральними солями, дубильними речовинами. Подрібнені ядра волоських горіхів воскової стиглості мають здатність до протипухлинної, протимікробної активності та зв'язування вільних радикалів.

Через дев'ять місяців зберігання провели органолептичну та біохімічну оцінку якості замороженого фасованого «Мелітопольського яблучного соку з волоськими горіхами, класичного». Продукт оцінений високими органолептичними показниками за п'ятибальною шкалою (див. табл. 1). Він зберіг свій колір, смак і добре виражений аромат яблучного соку, а також, майже без змін, біохімічний склад.

Сік з Мелітопольської черешні купажують з соком яблучним, цукром буряковим, сиропом натуральної чайної рози. Черешня стимулює процес травлення, покращує обмін речовин, дуже корисна для серцево-судинної системи, сприяє нормальній роботі серця, укріплює стінки сосудів, розріджує кров, попереджує утворення тромбів. Мелітопольська черешня, як сировина, являється цінною у відношенні значного вмісту макро- та мікроелементів: калій 51 мг/100 г, кальцій 16 мг/100 г, фосфор 13 мг/100 г, марганець 80 мкг/100 г, рубідій 77 мкг/100 г, цинк 300 мкг/100 г та особливо залізо – 1800 мкг/100 г. До складу рецептури включено сироп натуральний чайної рози. Сироп натуральний чайної рози має значний вміст вітамінів С, D, K, E, пектину. Чайна роза покращує імунітет, систему травлення, очищує печінку та жовчний міхур, поновлює популяції бактерій шлунку.

Таблиця 1

Біохімічний склад та органолептична оцінка «Мелітопольського яблучного соку з волоськими горіхами, класичного» свіжого та після 9 місяців низькотемпературного зберігання.

Об'єкт і термін зберігання	Сухі речовини, %	Загальний цукор, %	Загальна кислотність,%	Вітамін С, мг/100г	Каротин, мг/100г	Органолептична оцінка
«Мелітопольський яблучний сік з волоськими горіхами, класичний»- свіжий	23,2	6,74	0,75	80	0,030	4,7
Заморожений фасований «Мелітопольський яблучний сік з волоськими горіхами, класичний» після 9місяців низькотемпературного зберігання	23,3	6,76	0,75	65	0,028	4,97

Сливовий сік отримують з усієї ягоди з вийманням кістки, а потім купажують його з соком яблучним, вином «Бесараб», родзинками, цукром буряковим, кислотою лимонною.

Слива має багато вітамінів групи В, яків пливають на нервову систему, борються зі втомою та безсонням, покращують настрій, продовжують молодість, провітамін А покращує зір та шкіру, вітаміну К, який покращує склад крові, запобігаючи тромбозам, вітаміну Р,який зміцнює стінки судин,стимулює процес травлення, покращує обмін речовин, дуже корисна для сердцево-судинної системи, сприяє нормальній роботі серця. До складу рецептури включено родзинки, яки мають значний вміст вітамінів А, В1, В2, В5 и В6, С, пектину, а також бор, кальцій, калій, фосфор. Вино «Бесараб» містить флавоноїди, які нейтралізують вільні радикали, антиоксиданти, танін робить кровоносні судини еластичнішими, во-

но покращує імунітет, систему травлення, поновлює популяції бактерій шлунку. Нами досліджено вплив об`єму повітряних включень на лінійні деформації аерованих заморожених продуктів. Результати досліджень показані на рис. 2

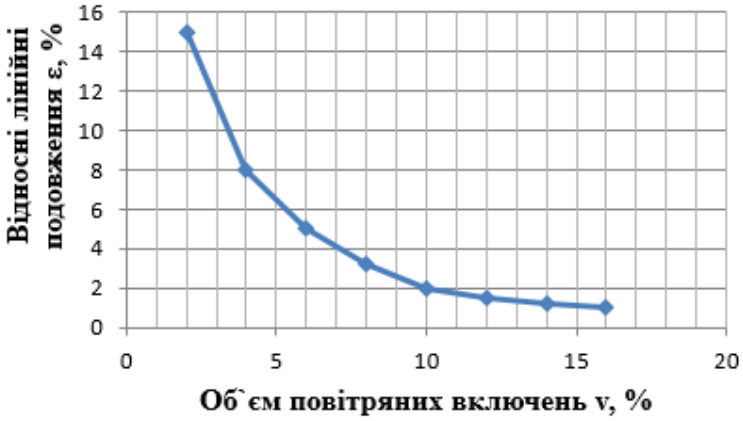


Рис. 2. Залежність лінійних деформацій від об`єму повітряних включень: x - об`єм повітряних включень, %; y – відносні лінійні подовження, % (заморожування аерованих соків відбувалось при -20 ^{o}C)

Залежність лінійних деформацій від об `єму повітряних включень

$$\varepsilon = 46.38 * v^{-1.35}, \quad (1)$$

де - відносні лінійні подовження, %;
v - об`єм повітряних включень, %.

Отримана емпірична формула лінійних деформацій від об`єму повітряних включень показує зворотну залежність, тобто при збільшенні об`єму повітряних включень, лінійні деформації зменшуються, але велика кількість пір різко знижує міцність керованого замороженого соку, тому доцільно обмежувати об`єму повітряних включень 10-11 відсотками.

Висновки. Аналіз рівняння (1) показує, що при збільшенні об`єму повітряних включень, лінійні деформації зменшуються,

але велика кількість пір різко знижує міцність формованого аерованого замороженого соку, тому доцільно обмежувати об`єм повітряних включень 10-11 %. Запропонований варіант удосконалення способу консервування з використанням швидкого заморожування і тривалого низькотемпературного зберігання аерованих фруктових, овочевих, плодоовочевих соків з м'якоттю та наповнювачами, на прикладі замороженого фасованого яблучного соку з волоськими горіхами, та пристрою виробництва аерованих заморожених продуктів мають практичне значення і можуть бути використані у виробництві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Производство пенообразных кондитерских изделий: Обзорная информация.- М.: АгроНИИТЭИПП, 1989, серия 17, вып.6.-25 с.

2. Чунихина Н.М. Влияние некоторых пенообразователей и стабилизаторов на степень вспенивания молочно-фруктовых прохладительных напитков // Сб. науч. работ молодых учёных КГУ.- Киев: 1971, вып.4.- С.287-293.

3. Шобингер У. Плодово-ягодные и овощные соки / Пер. С нем. Ф.И. Шу-бич.- М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982.- 472 с.

4. Рогов И.А. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы). / И.А. Рогов, В.Е. Куцаков, В.И. Филиппов, С.В. Фролов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1999.- 176с

5. Формування заморожених соків / М. І. Стручаєв, Н. П. Загорко, В. Г. Тарасенко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ. - Мелітополь, 2018. - Вип. 18, т. 1: Технічні науки. - С. 246-252.

6. Загорко Н. П. Зміни фізико-хімічних і теплофізичних показників та мікроструктури зерен цукрової кукурудзи при достиганні та зберіганні / Н. П. Загорко, О. В. Григоренко, М. І. Стручаєв // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти: зб. наук. праць / УВ МААО; гол. ред. В. А. Дідур. - Запоріжжя, 2014. - Вип. 2. - С. 245-252.

7. Загорко Н. П. Изменение теплофизических показателей перца сладкого при замораживании / Н. П. Загорко, Е. В.

Григоренко, Н. И. Стручаев // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти: збірник наукових праць / УВ МААО; голов. ред. В. А. Дідур. - Запоріжжя: Інтер-М, 2013. - Вип. 1. - С. 80-87.

8. Патент RU №2464798, A23G9/48 A23G9/26. Опубл. 27.10.2012.

9. Патент UA №123282, A23L3/00. Опубл. 26.02.2018.

BIBLIOGRAPHY

1. Manufacture of foam-like confectionery products: Overview information .- M .: AgroNIIETEIpP, 1989, series 17, issue 6.- 25 p.

2. Chunikhina N.M. Influence of some foaming agents and stabilizers on the degree of foaming of milk-fruit soft drinks // Sb. sci. works of young scientists of KSU. - Kiev: 1971, issue 4 .- P.287-293.

3. Shobinger U. Fruit and berry and vegetable juices / Trans. With him. F.I. Shu-bich .- M .: Light and food industry, 1982.- 472 p.

4. Rogov I.A. Preservation of food products by cold (thermophysical basis). I.A. Rogov, V.E. Kutsakov, V.I. Filippov, S.V. Frolov - 2 nd ed., Pererab. and additional. - Moscow: Kolos, 1999.- 176 p.

5. Formulation of frozen fruits / M.I. Struchaev, N. P. Zagorko, V. G. Tarasenko // Pratsi Tauriyskogo state agrotechnological university: Naukove Fahov Vidanna / TDATU. - Melitopol, 2018. - Vip. 18, v. 1: Technical sciences. - P. 246-252.

6. Zahhorko N.P. Changes in physicochemical and thermophysical indices and microstructure of sugarcorn grains when they reach and store / N.P. Zagorko, O.V. Grigorenko, M.I. Strochayev // Bulletin of the Ukrainian Branch of the International Academy of Agrarian Education: sciences works; Goal. Ed. VA Didur. - Zaporozhye, 2014. - №. 2. - P. 245-252.

7. Zagorko N. P. Change in thermophysical parameters of sweet pepper during freezing / N. P. Zagorko, E. V. Grigorenko, N. I. Struchaev // Bulletin of the Ukrainian Branch of the International Academy of Agrarian Education: sciences works; Goal. Ed. VA Didur. - Zaporozhye,, 2013. - №. 1. - P. 80-87.

8. Patent RU No. 2464798, A23G9 / 48 A23G9 / 26. Opubl. 27.10.2012.
9. Patent UA №123282, A23L3 / 00. Opubl. 02/26/2018.

PRODUCTION AERATED FROZEN PRODUCTS

N. P. Zahorko, M.I. Struchaiev, V. G. Tarasenko

Summary

The article is devoted to the improvement of the technology of production of aerated frozen products and presents options for improving the method of preservation using the rapid freezing and long-term low-temperature storage of fruit, vegetable, fruit and vegetable aeration juices with pulp and fillers.

Key words: production of aerated frozen products, long-term low-temperature storage, Melitopol’s cherry frozen packed juice, apple juice with walnuts. Melitopol’s carrot-pumpkin juice with pear and candied fruits, Melitopol’s plum juice with wine "Besarab" and raisins.

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
КВ № 19398-9198 Р
від 01.10.2012 р.

Підписано до друку 26.06.2018 р.
Формат видання 50х75,
друк Rizo
5,5 умов., друк. арк.
тираж 100 прим.

Видавництво «ОЛДІ-ПЛЮС»

Адреса редакції:

просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл., 72310 Україна
e-mail: uv.maao@gmail.com

© Українське відділення міжнародної громадської організації Міжнародна Академія аграрної освіти, 2018