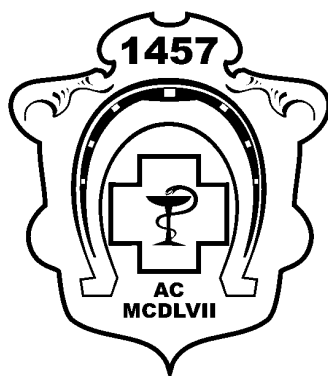


**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ  
ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ**



**НАУКОВИЙ ВІСНИК  
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ ВЕТЕРИНАРНОЇ  
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ  
імені С.З. ГЖИЦЬКОГО**  
заснований у 1998 році

**Scientific Messenger  
of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies  
named after S.Z. Gzhytskyj**

**Том 10, № 3 (38)  
Частина 3**

**Львів – 2008**

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Р.Й.КРАВЦІВ – головний редактор, ректор академії, академік УААН, академік АН ВО України, д.б.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України, дійсний член Нью-Йоркської академії наук, зав. каф. ветеринарно-санітарної і радіологічної експертизи, стандартизації та сертифікації ЛНУВМ та БТ;  
Я.І.КИРИЛІВ – заст. головного редактора, д.с.-г.н., проф., член-кор. УААН, академік АН ВО України, проректор з наукової роботи, зав. каф. технології виробництва продукції дрібного тваринництва ЛНУВМБТ;  
Б.В.ГУТИЙ – відповідальний секретар, к.вет.н., ст. викладач каф. фармакології та токсикології ЛНУВМБТ.  
Члени редакційної колегії  
Й.М.БЕРКО – д.б.н., проф., зав. каф. біології ЛНУВМБТ;  
М.В.БРИК – д.е.н., проф., зав. каф. історії України та економічної теорії ЛНУВМБТ;  
В.І.БУЦЯК – д.с.-г.н., проф. каф. біохімії і біотехнології ЛНУВМБТ, проректор з науково-педагогічної роботи;  
Ю.Ю.ВАРИВОДА – к.т.н., доцент, декан факультету харчових технологій ЛНУВМБТ;  
В.Г.ГАЛАНЕЦЬ – д.е.н., проф. каф. менеджменту та інформатики ЛНУВМБТ;  
М.В.ГЛАДІЙ – д.е.н., акад. УААН, депутат Верховної ради України;  
В.М.ГУНЧАК – д.вет.н., проф. каф. фармакології та токсикології, перший проректор ЛНУВМБТ;  
Д.Ф.ГУФРІЙ – д.вет.н., проф., зав. каф. фармакології та токсикології ЛНУВМБТ;  
М.В.ДЕМЧУК – д.вет.н., проф. каф. гігієни тварин ЛНУВМБТ;  
М.В.ДРОНИК – д.б.н., проф., академік УААН, зав. каф. молока і молочних продуктів ЛНУВМБТ;  
А.О.ДРУЖИНІН – д.т.н., проф. каф. напівпровідникової електроніки НУ “Львівська політехніка”;  
В.І.ЗАВІРЮХА – д.вет.н., проф. каф. хірургії ЛНУВМБТ;  
О.Я.ЗАХАРІВ – д.с.-г.н., проф., зав. каф. мікробіології і вірусології ЛНУВМБТ;  
В.І.СЛІЙКО – д.е.н., проф. каф. менеджменту та інформатики ЛНУВМБТ;  
Г.І.КАЛАЧНЮК – д.б.н., проф., дійсний член Нью-Йоркської АН, директор Науково-дослідного інституту біотехнологічних основ підвищення продуктивності тварин ЛНУВМБТ;  
О.І.КАНЮКА – д.вет.н., проф. каф. фармакології та токсикології ЛНУВМБТ;  
М.В.КОЗАК – к.вет.н., проф., акад. УТА, декан факультету ветеринарної медицини ЛНУВМБТ;  
О.В.Козенко – д.с.-г.н., проф., зав. каф. гігієни тварин ЛНУВМБТ;  
С.М.Колтун – д.с.-г.н., проф., зав. каф. клінічної діагностики ЛНУВМБТ;  
В.С.КОНОНЕНКО – д.мед.н., проф. каф. анатомії сільськогосподарських тварин ЛНУВМБТ;  
Р.Б.КУХАР – к.ф.-м.н., проф., зав. каф. інформаційних систем менеджменту ЛНУВМБТ;  
Р.П. Масляк – д.б.н., проф., зав. каф. епізоотології ЛНУВМБТ;  
Й.Л.МЕЛЬНИК – д.б.н., проф., акад. АН ВО України, каф. внутрішніх хвороб тварин ЛНУВМБТ;  
І.Р.МИХАСЮК – д.е.н., проф., зав. каф. економіки ЛНУ ім. І.Франка;  
М.Ф.ПАДУРА – к.філол.н., проф., зав. каф. української та іноземних мов ЛНУВМБТ;  
П.П. Параняк – д.с.-г.н., проф., зав. каф. екології ЛНУВМБТ;  
М.І.ПАШЕЧКО – д.т.н., проф. каф. фізики металів та матеріалознавства НУ “Львівська політехніка”;  
П.М.Музика – д.е.н., доц, зав. каф. економіки ЛНУВМБТ;  
Я.І. Півторак – д.с.-г.н., проф. каф. годівлі с.-г. тварин, декан факультету заочної освіти ЛНУВМБТ;  
С.І.ПОПЕРЕЧНИЙ – к.е.н., доц, зав. каф. маркетингу, декан факультету економіки та менеджменту ЛНУВМ та БТ;  
К.В.СЕКРЕТАРЮК – д.б.н., проф., зав. каф. паразитології та іхтіопатології ЛНУВМБТ;  
В.І.СКОРОХІД – д.б.н., проф. каф. фармакології та токсикології ЛНУВМБТ;  
А.М.СТАДНИК – к.б.н., проф., зав. каф. внутрішніх хвороб тварин ЛНУВМБТ;  
П.З.СТОЛЯРЧУК – д.с.-г.н., проф., акад. АН ВО України, зав. каф. годівлі с.-г. тварин ЛНУВМБТ;  
В.Г.СТОЯНОВСЬКИЙ – д.вет.н., проф. академік УАН, зав. каф. патофізіології ЛНУВМБТ;  
П.П.УРБАНОВИЧ – д.вет.н., проф. каф. патанатомії і гістології ЛНУВМБТ;  
С.М.ФОРНАЛЬЧИК – д.т.н., проф. НУ “Львівська політехніка”;  
С.П.ХОМИН – д.вет.н., проф., зав. каф. акушерства ім. Г.В. Звереві ЛНУВМБТ;  
Б.Р.ЦІЖ – д.т.н., проф., зав. каф. технології м’яса, м’ясних та олієжирових виробів ЛНУВМБТ;  
М.Г.Шульський – д.е.н., доц, зав. каф. менеджменту ЛНУВМБТ;  
З.С.ЩЕРБАТИЙ – д.с.-г.н., зав. кафедри генетики, проф., декан біолого-технологічного факультету ЛНУВМБТ.

Усі статті проходять обов’язкове рецензування членами редакційної колегії, докторами наук з відповідного профілю наук або провідними фахівцями (докторами наук) інших наукових і освітніх установ. Статті написані здобувачами, аспірантами і кандидатами наук обов’язково представляє доктор наук з відповідного профілю. Рекомендовано Вченою Радою ЛНУВМБТ імені С.З.Гжицького (протокол № 4 від 2.09.2008 р).

Свідцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ № 14133-3104 ПР від 11.06.2008 року

УДК 621.9.048.6

**Кирилів Я.Б.**, кандидат технічних наук (E-mail: vndr1@ubgd.lviv.ua) ©*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПІСЛЯ ВІБРАЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВОГО ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ**

*В статті наведено розрахунок забезпечуваних вібраційно-відцентровим зміцненням (ВВЗ) залишкових напружень в зміцнених шарах сталей 35 та 40Х в залежності від сили деформування та тривалості обробки. На основі визначених залишкових напружень, як колових так і радіальних, встановлено оптимальні режими обробки з точки зору забезпечення максимальних величин залишкових напружень. Визначено, що радіальні напруження є напруженнями стиску. Описана методика визначення залишкових напружень після поверхнево-пластичного деформування (ППД).*

**Ключові слова:** *вібраційно-відцентрове зміцнення, залишкові напруження, контактне навантаження, сила, деформування, тривалість обробки, напруження стику.*

**Вступ.** Розробка методів регулювання технологічних залишкових напружень в металах і сплавах є актуальною задачею підвищення надійності і довговічності деталей. Відомо, що залишкові напруження, пов'язані з пружними деформаціями, які існують в металі після повного припинення дії зовнішніх чинників, впливають так само на матеріал виробу, як і напруження, що викликані експлуатаційними навантаженнями [1, 2, 3].

Досвід експлуатації виробів, які використовуються в різних галузях техніки, і багаточисельні експерименти [4, 5, 6, 7] показують, що залишкові напруження впливають на зносостійкість, корозійну стійкість і в цілому на довговічність деталей.

Відомо, що при всіх основних способах навантаження поверхневий шар знаходиться в більш важких умовах, ніж внутрішні шари. В поверхневому шарі завжди створюються більш сприятливі умови для пластичного деформування і руйнування в порівнянні із серцевиною, оскільки тут мають місце, неврайоновані атомні зв'язки, полегшений вихід дислокацій і вакансій на поверхню, необхідно менше енергії для генерування дислокацій зовнішніми джерелами.

При дії експлуатаційних навантажень поверхневий шар знаходиться також в несприятливих умовах, оскільки робочі напруження можуть складатися з технологічними залишковими напруженнями. Це призводить до принципових змін напруженості в поверхневому шарі, різко зростають результуючі напруження, які діють в процесі експлуатації, повністю міняється еюра розподілу напружень по перетину деталі. У випадку дії знакозмінних навантажень технологічні залишкові напруження призводять до суттєвої асиметрії циклу, що, як відомо, також негативно відбивається на працездатності

деталі [3]. Якщо на поверхні деталі наявні залишкові напруження розтягу і в процесі експлуатації виникають напруження розтягу або знакозмінні, то вже в перші години експлуатації на поверхні можуть утворюватися мікротріщини, мікропори або може здійснюватись розкриття вже наявних мікротріщин, котрі при несприятливих умовах експлуатації можуть призвести до руйнування деталі. Також встановлено, що залишкові напруження розтягу на поверхні збільшують інтенсивність процесу корозії [4].

Залишкові напруження на поверхні формуються в процесі виготовлення деталей за рахунок різних технологічних процесів: механічної обробки, литва, термічної обробки, обробки тиском, хіміко-термічної обробки, зварки, нанесення покриттів та ін. Причиною утворення залишкових напружень є виникнення зон із різним ступенем деформації, наприклад, із-за різнотовщинності виробів, неоднорідності хімічного складу матеріалу, неоднорідності нагріву при обробці [8].

Доцільно технологічний процес виготовлення деталей організувати таким чином, щоб на ділянках, які при експлуатації піддаються найбільшій деформації, були утворені залишкові напруження стиску, наприклад, за допомогою термічних, механічних, термомеханічних і спеціальних методів обробки.

До відомих методів регулювання залишкових напружень [9] відносяться: низькотемпературний відпал, ППД, акусто-механічні способи обробки, термоциклічна обробка.

Серед цих методів провідне місце належить ППД, яке забезпечує в матеріалі залишкові напруження стиску у поєднанні з дешевизною і простотою реалізації [10]. Це дає підстави для його широкого застосування. Однак, на заводі цьому стоїть неспроможність відомих різновидів способів зміцнення ППД як статичної, так і динамічної дії у забезпеченні значної енергії деформування, здатної підвищити рівень фізико-механічних властивостей матеріалу. Одним із методів вирішення цього завдання є метод ВВЗ. Дослідження, які проводили раніше, були в основному спрямовані на підвищення опору втомі, контактної міцності та нейтралізації негативного впливу концентраторів напружень. Розрахунку залишкових напружень не проводили. Після того, як було вдосконалено метод ВВЗ, отримали значно вищі фізико-механічні властивості, які вплинули на залишкові напруження [11].

Суть ВВЗ деталей полягає у тому, що на поверхню циліндричної деталі, яка здійснює вібраційні коливання певної амплітуди та частоти, діють ударні динамічні навантаження спеціальним інструментом, що обкочується по зовнішній поверхні деталі. Це зумовлює наклепування поверхневих шарів, підвищення дефектності та дисперсності структури їх матеріалу, що веде до підвищення його твердості.

Утворення під дією ударних динамічних навантажень при ВВЗ в матеріалі зміцнюваної деталі структур підвищеної дефектності та дисперсності, а відповідно і мікротвердості супроводжується, появою залишкових напружень, котрі мають значний вплив на зносостійкість, корозійну стійкість, втомну міцність і ряд інших фізико-механічних властивостей як самого зміцненого

шару, так і основного матеріалу зміцнюваної деталі. Тому важливим є визначення величини залишкових напружень при зміцненні ВВЗ.

**Матеріал і методи.** Досліджували зразки із середньо вуглецевої сталі 35 та низьколегованої сталі 40Х. В якості зразків використовували кільця з такими розмірами: внутрішній діаметр 61,5 мм, зовнішній діаметр 75 мм та довжина 10 мм. Всі зразки були зміцнені ВВЗ за різних режимів.

Одним із методів визначення залишкових напружень після ППД [12], є метод, який полягає в зміцненні зовнішньої поверхні зразка у вигляді кільця з наступним його розрізанням і заміром величини переміщення в місці розрізу. Якщо товщина зміцненого шару однакова, то можна припустити, що на контакті його із основним металом зразка утворюється радіальне рівномірно розподілене навантаження  $q$ . Під його дією виникають внутрішні силові фактори, котрі обумовлюють взаємне зміщення перерізів кільця при розрізі. Розглянемо детально ці фактори.

На рис. 1 [12] наведена схема розрізаного по площині симетрії кільця довільної форми, котре в замкнутому вигляді представляє собою статично невизначену систему. На його контур діє радіальне навантаження  $q$ , а внутрішні силові фактори  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ , котрі можуть виникнути в його поперечних перерізах, є поки що невідомими величинами.

Із умови симетрії [12] поперечна сила  $X_3 = X_5 = 0$ . Згинаючі моменти  $X_1$  і  $X_4$  можна визначити з використанням теореми про найменшу роботу [13].

$$\frac{\partial W}{\partial X_1} = 0; \quad \frac{\partial W}{\partial X_4} = 0; \quad (1)$$

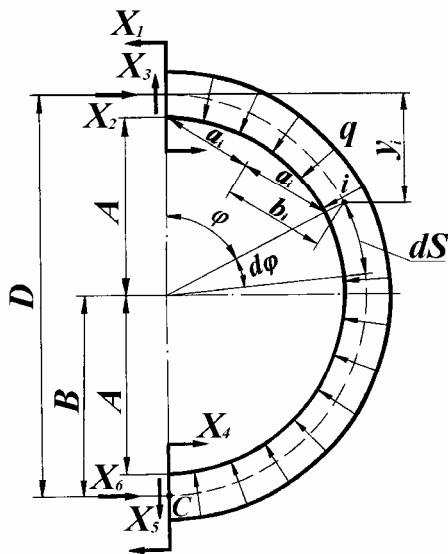


Рис. 1. Розрахункова схема кільця з діючим на його контур радіальним навантаженням

де  $W$  – потенціальна енергія, яка визначається залежністю

$$W = \frac{1}{2} \int_0^l \frac{M(s)dS}{EI(s)}, \quad (2)$$

де  $M(s)$  – згинаючий момент в будь-якому поперечному перерізі кільця, що розглядається;

$dS$  – елементарна довжина осі перерізу кільця;

$I(s)$  – осьовий момент інерції поперечного перетину кільця;

$l$  – довжина осі половини кільця.

Згинальний момент в поперечному перерізі з  $i$ -тою точкою, який має координату  $y_i$ , визначається із виразу

$$M(s) = X_1 - X_2 y_1 + 2q a_1 b_1, \quad (3)$$

всі позначення котрого наведені на рис. 1. Пунктиром на цьому рисунку показано положення нейтральної осі. Якщо скласти умову рівноваги відносно точки  $C$  нижнього перерізу, то отримаємо

$$X_4 - X_1 + X_2 D - 2qAB = 0, \quad (4)$$

або звідси маємо

$$X_2 = \frac{X_1 - X_4}{D} + 2qA \frac{B}{D}. \quad (5)$$

Підставляючи (5) у вираз (3), отримуємо

$$M(s) = 2qAB \left( \frac{a_1 b_1}{AB} - \frac{y_1}{D} \right) + X_1 \left( 1 - \frac{y_1}{D} \right) + X_4 \frac{y_1}{D}. \quad (6)$$

Використовуючи залежність (2) з врахуванням (6), знаходимо вираз для потенціальної енергії, а потім, визначаючи часткові похідні по формулі (1), отримуємо для знаходження невідомих  $X_1$  і  $X_4$  систему рівнянь. Якщо цю систему розглянути для часткового випадку, коли кільце представляє коло з радіусом осі  $r$  і кільце тонке (висота перерізу кільця мала в порівнянні з радіусом), то

$$a_1 = b_1 = r \sin \frac{\varphi}{2}; \quad y_1 = r(1 - \cos \varphi); \quad A = B = r, \quad D = 2r. \quad (7)$$

В цьому випадку розв'язок рівнянь призводить до наступних значень  $X_1 = X_4 = 0$ .

Тоді, підставляючи (7) в (5), отримуємо  $X_2 = 2qA \frac{B}{D} = qr$ . Значить, якщо кільце

буде представляти коло малої товщини, то в результаті дії зміщеного шару у всіх його поперечних перерізах буде виникати тільки повздовжня сила, котра після розрізу перемістить кільце поступово на якусь величину  $\Delta_{km}$  (див. рис. 3).

Таким чином, величину контактного навантаження  $q$  [12] можна визначити, якщо заміряти після розрізу зразка переміщення по напрямку  $\Delta_{km}$ . Для теоретичного визначення названого переміщення використаємо інтеграл Мора, який дозволяє знаходити любі переміщення точок пружних систем.

Як відомо, якщо знехтувати впливом поперечної сили, інтеграл Мора набуде виду [14].

$$\Delta_1^1 = \sum \int M_1 \frac{M}{EI} dS + \sum \int N_1 \frac{N}{EF} dS. \quad (8)$$

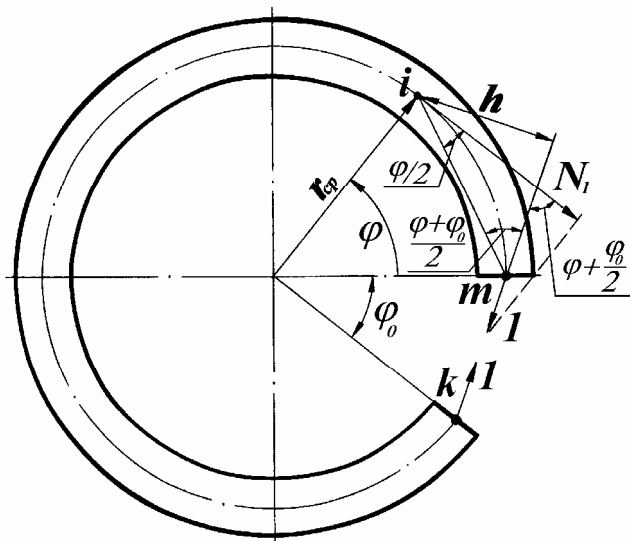


Рис. 2. Схема одиничного навантаження кільця

$M_1$  і  $N_1$  – аналітичні вирази для згинаючого моменту і повздовжньої сили в довільному поперечному перерізі, які виникають від одиничної сили, прикладеної в точці, переміщення якої визначається. При цьому одинична сила повинна бути прикладена по напрямку шуканого переміщення.  $M$  і  $N$  – аналітичні вирази для згинаючого моменту і повздовжньої сили в довільному поперечному перерізі, які виникають під дією зовнішніх навантажень. В нашому випадку зовнішнім навантаженням є  $q$ . На рис. 2 і 3 показані відповідно схеми одиничного і зовнішнього навантаження. Із рис. 2 слідує, що [12]

$$M_1 = -1h = 2r_{cp} \sin \frac{\varphi}{2} \sin \left( \frac{\varphi + \varphi_0}{2} \right); \quad N_1 = \cos \left( \frac{\varphi + \varphi_0}{2} \right).$$

Із рис. 3 отримуємо  $M = 2qr_{cp}^2 \sin \frac{\varphi}{2}; N = -2qr_{cp} \sin^2 \frac{\varphi}{2}.$

Підставляючи ці значення у (8) і інтегруючи в межах від  $\varphi = 0$  до  $\varphi = 2\pi - \varphi_0$ , а також замінюючи рівномірно розподілене навантаження  $q$  тиском  $p$ , яке вона створює на одиниці площі контактної поверхні, отримуємо в підсумку [12]

$$\Delta_{km} = \frac{12pr_{cp}^4}{E(r_3 - r_e)^3} (\lambda + \mu) - \frac{pr_{cp}^2}{E(r_3 - r_e)} (\eta - \mu), \quad (9)$$

де  $p = \frac{q}{b}$  – тиск на контакті зміцненого шару і кільця;

$b$  – ширина кільця;

$r_{cp}$  – середній радіус кільця;

$r_3, r_e$  – відповідно зовнішній і внутрішній радіуси кільця;

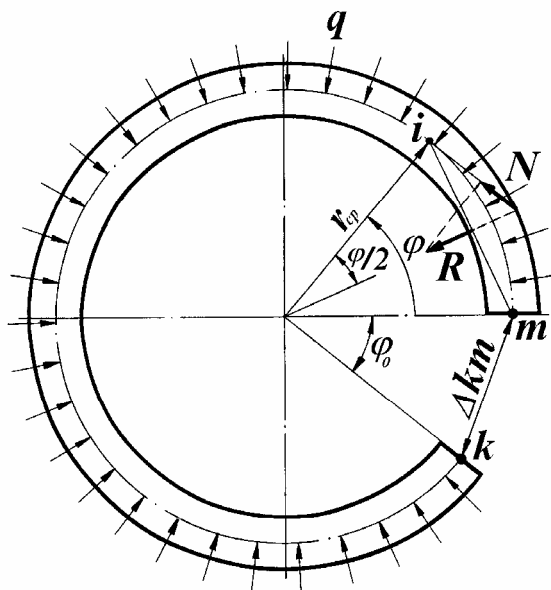


Рис. 3. Схема навантаженого стану кільця

$$\lambda = \cos \frac{\varphi_0}{2} (3\pi - 1,5\varphi_0 + 2 \sin \varphi_0 - 0,25 \sin 2\varphi_0);$$

$$\mu = \sin \frac{\varphi_0}{2} (1 - \cos \varphi_0 + 0,5 \sin^2 \varphi_0);$$

$$\eta = \cos \frac{\varphi_0}{2} (-\pi + 0,5\varphi_0 - \sin \varphi_0 + 0,25 \sin 2\varphi_0).$$

Із рівняння (9) випливає наступна формула для визначення контактного тиску, котрий створюється під впливом зміцненого шару [12]:

$$p = \frac{E\Delta_{km}}{\frac{12r_{cp}^4}{t^3}(\lambda + \mu) - \frac{r_{cp}^2}{t}(\eta - \mu)}, \quad (10)$$

де  $t = r_3 - r_e$  – висота перетину кільця.

Використовуючи теорію розрахунку багат шарових труб [15], можна тепер визначити радіальні і колові напруження в точках зміцненого шару. На рис. 4 представлена схема навантаження зміцненого шару, де видно, що він піддається дії внутрішнього тиску  $p$ , котрий визначається за формулою (10). У цьому випадку радіальне і колове напруження в будь-якій точці, яка належить зміцненому шару, визначаються залежністю

$$\sigma_{r_{кол}} = \frac{r_2^3 p}{r_1^2 - r_2^2} \left( 1 \mp \frac{r_1^2}{\rho^2} \right), \quad (11)$$



де  $r_1$  і  $r_2$  – зовнішній і внутрішній радіуси зміцненого шару,  $\rho$  – відстань від центра кільця до розглядуваної точки.

Найбільше колове напруження, як випливає із аналізу формули (11), виникає на внутрішній поверхні зміцненого шару, де  $\rho = r_2$ , і буде рівним

$$\sigma_{\text{кол}}^{\text{max}} = p \frac{r_1^2 + r_2^2}{r_1^2 - r_2^2}.$$

Радіальне напруження в цих точках складе величину  $\sigma_r = -p$ . По формулі (11) можна визначити радіальні і колові напруження, котрі для випадку, що розглядається одночасно є головними напруженнями [12].

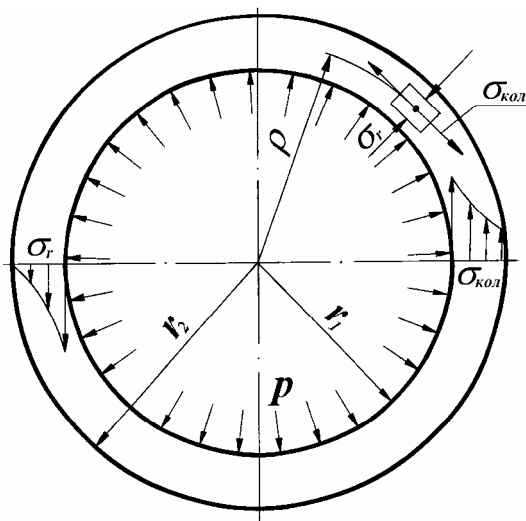


Рис. 4. Схема до розрахунку напружень в зміцненому шарі

Таким чином, отримані аналітичні залежності дозволяють по зміні прорізу ( $\Delta_{km}$ ) кільцевого зразка розраховувати залишкові напруження в зміцненому шарі, що дає можливість аналізувати його напружений стан і вирішувати питання підбору режимів вібраційно-відцентрового зміцнення.

**Результати дослідження.** У відповідності до вище наведеної методики здійснено розрахунок забезпечуваних ВВЗ залишкових напружень в зміцненому шарі матеріалу. Дані експерименту зведено у таблицю 1. В ній наведено залишкові напруження в зміцненому шарі після ВВЗ при амплітуді коливань  $A = 5$  мм, частоті коливань  $f = 24$  Гц та змінній масі обкатника і тривалості обробки.

Зміцнювальну обробку проводили на кільцевих зразках (рис. 1) із досліджуваних марок сталей, змінюючи силу деформування та тривалість обробки. Зміну сили деформування забезпечували зміною маси обкатника.

Як бачимо із наведених даних, для обох досліджуваних матеріалів із збільшенням сили деформування та тривалості зміцнення рівень залишкових як радіальних, так і колових напружень у зміцненому шарі матеріалу зростає. Це

узгоджується із постулатами теорії пружно-пластичного деформування матеріалу, згідно яких нарощення сили деформування при незмінній площі контакту зумовлює ріст контактних напружень, які частково трансформуються у залишкові.

Таблиця 1

## Залишкові напруження в зміцненому шарі після ВВЗ

№ з/п	Маса інструменту, кг	τ, хв	Сталь			
			35		40Х	
			-σ <sub>r</sub> , МПа	σ <sub>кол</sub> <sup>max</sup> , МПа	-σ <sub>r</sub> , МПа	σ <sub>кол</sub> <sup>max</sup> , МПа
1	3,5	6	71,99	393,5	81,35	444,20
2		12	137,68	752,57	125,16	684,64
3		20	134,55	735,99	142,94	780,45
4		28	125,16	684,64	162,71	888,41
5		36	117,49	642,67	122,47	668,69
6	4,5	6	123,75	676,91	140,81	768,81
7		12	147,06	804,41	165,84	905,49
8		20	153,32	838,69	172,10	939,66
9		28	267,88	1460,68	293,52	1602,62
10		36	228,42	1247,19	234,97	1282,83
11	6,0	6	132,8	725,10	146,34	798,99
12		12	148,39	810,24	160,53	876,49
13		20	154,78	845,10	169,74	926,78
14		28	249,11	1362,60	258,4	1410,86
15		36	219,38	1197,78	229,13	1266,65
16	7,5	6	141,85	774,5	151,86	829,16
17		12	149,73	817,85	155,22	847,50
18		20	156,24	853,07	167,37	913,84
19		28	210,33	1148,40	223,28	1250,37
20		36	210,33	1148,40	223,28	1250,37

Підвищення рівня залишкових напружень стиску по мірі збільшення тривалості обробки пояснюється нарощенням кількості повторних деформуючих метал ударів на кожну окремо взяту одиницю площі зміцнюваної поверхні. Як відомо, на відміну від статичного, динамічне повторне деформування матеріалу супроводжується до певного періоду (часу) не тільки

збільшенням діаметра відбитку, сформованого ударом індентора (деформівного тіла), а і зростанням глибини проникнення пластичної деформації тобто глибини зміцнення. Більш інтенсивним, при цьому, стає і напружено-деформівний стан матеріалу, збільшується величина пов'язаних з ним залишкових напружень. Однак, тут спостерігається певний максимум підвищення градієнту напружень, який припадає для даних матеріалів на 25 – 30 хвилинний період тривалості обробки. Подальше збільшення часу зміцнення, очевидно, внаслідок перенаклепування металу і супроводжуючої його релаксації напружень, зменшує сформовані у зміцненому шарі матеріалу напруження стиску.

Це надає певну можливість в оптимізації технологічних параметрів зміцнювальної обробки ВВЗ.

В результаті проведеного визначення залишкових напружень, як колових так і радіальних, встановлено, що оптимальними режимами обробки, з точки зору забезпечення максимальних величин залишкових напружень, є наступні:  $A = 5$  мм;  $m = 4,5$  кг;  $\tau = 28$  хв;  $\varepsilon = 10$  мм. Причому даний режим обробки однаковий для обох досліджуваних марок сталі (сталі 35 і сталі 40X). Знак мінус біля радіальних напружень вказує на те, що ці напруження є напруженнями стиску.

**Висновки.** Рівень залишкових напружень стиску у поверхневому шарі матеріалу зміцнених ВВЗ деталей із сталей 35 та 40X зумовлений режимами зміцнювальної обробки, найвпливовішою посеред параметрів якої тут постає тривалість зміцнення. При оптимальному її значенні в діапазоні 25 – 30 хв для сталі 35 забезпечуються максимально досяжні колові напруження стиску до 1450 МПа, а для сталі 40X – до 1600 МПа. Рівень радіальних напружень стиску при цьому становить відповідно 270 МПа та 290 МПа. Оптимальна величина маси зміцнювального інструменту, при цьому, становить 4,5 кг. Відхилення тривалості зміцнення та маси інструменту від оптимуму в бік збільшення чи зменшення неодмінно понижує градієнт напружень.

#### Література

1. Биргер И.А. Остаточные напряжения. М.: Машиностроение. 1963. – 252 с.
2. Подзей А.В., Сулима А.М., Евстигнеев М.И. Технологические остаточные напряжения. М.: Машиностроение. 1973. – 216 с.
3. Подзеев А.А., Няшин Ю.И., Трусов П.В. Остаточные напряжения: теория и приложения. – М.: Наука. 1982. – 112 с.
4. Одинг И.А. Допускаемые напряжения в машиностроении и циклическая прочность металлов. М. Машгиз, 1962, 126 с.
5. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л., Машиностроение, 1985, 496 с.
6. Алехин В.П. Физика прочности и пластичности поверхностных слоев материалов. М., Наука, 1980, 280 с.
7. Алексеев П.Г. Устойчивость остаточных напряжений и их влияние на износостойкость деталей, упрочненных наклепом. «Повышение

эксплуатационных свойств деталей с поверхностным пластическим деформированием», М., МДНТП, 1971, с. 76 – 79

8. Хенкин М.Л., Локшин И.Х. Размерная стабильность металлов и сплавов в точном машиностроении и приборостроении. М., Машиностроение., 1974, 254 с.

9. Вишняков Я.Д., Пискарев В.Д. Управление остаточными напряжениями в металлах и сплавах. М., Metallurgy, 1989, 254 с.

10. Афтаназів І.С., Гавриш А.П., Киричок П.О. та ін. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 516 с.

11. Кирилів Я.Б. Технологічне покращання експлуатаційних властивостей циліндричних поверхонь деталей машин вібраційно-відцентровим зміцненням: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.02.08 – Львів, 2004. – 19 с.

12. Скворцов Б.П., Сидоренко Ю.А. Расчет остаточных напряжений в изотермическом напыленном слое. // Сб. науч. тр. Белорус. сельхоз. академии. – Минск, 1984. – С. 28 – 35.

13. Короткин Я.И., Постнов В.А., Сиверс Н.Л. Строительная механика корабля и теория упругости. – Л.: Судостроение, 1968. – 386 с.

14. Киселев В.А. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1960. – 245 с.

15. Искрицкий Д.Е. Строительная механика элементов машин. – Л.: Судостроение, 1970. – 196 с.

#### Summary

*In the article the calculation of residual strain with the vibration-centrifugal strengthening in the invigorated foils of the steel 35 and 40X depending on the deformation force and treatment length is produced. On the basis of stated residual strain, as circular, as radial the optimal treatment's regimes from the point of view of maximal dimensions of residual strain were determined. It was defined that the radial strain is a strain of compression. The described methods of residual strain defining after surface-plastic flow is presented in the article.*

*Стаття надійшла до редакції 20.09.2008*

# ЗМІСТ

## КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЖИВЛЕННЯ, СЕЛЕКЦІЯ ТА РОЗВЕДЕННЯ ТВАРИН

### PRODUCING OF FEEDSTUFFS, NOURISHMENT, SELECTION AND ANIMAL BREEDING

1.	<b>Барило Б.С., Кирилів Я.І.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН КОРМУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУРЧАТ – БРОЙЛЕРІВ ПІД ВПЛИВОМ ПЕРЛІТУ .....	3
2.	<b>Бех В.В.</b> РЕЗУЛЬТАТИ ДРУГОГО ЕТАПУ СЕЛЕКЦІЇ МАЛОЛУСКАТОГО КОРОПА НОВОГО ТИПУ НИВКІВСЬКОЇ ЗАВОДСЬКОЇ ЛІНІЇ ..	8
3.	<b>Бірта Г.О., Бургу Ю.Г.</b> ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ НАЙДОВШОГО М'ЯЗА СПИНИ СВИНЕЙ РІЗНИХ ПОСДНАНЬ .....	13
4.	<b>Бірта Г.О.</b> РОЗПОДІЛ ЛІПІДІВ В М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ СВИНЕЙ .....	17
5.	<b>Віннічук Д.Т., Гончаренко І.В.</b> ВИКОРИСТАННЯ СПЕРМИ, РОЗДІЛЕНОЇ ЗА СТАТТЮ, В ТВАРИННИЦТВІ: МОЖЛИВОСТІ ТА ЗАГРОЗИ .....	20
6.	<b>Волгіна Н.В.</b> ВПЛИВ ВАРІАНТУ ПІДБОРУ БАТЬКІВ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ КОНЕЙ РІЗНОГО ТИПУ КОНСТИТУЦІЇ .....	25
7.	<b>Гуцол А.В., Кирилів Я.І., Мігдал В.</b> ВПЛИВ ЗГОДОВУВАННЯ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ЯКІСТЬ М'ЯСА МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ .....	32
8.	<b>Дармограй Л.М.</b> БІОКОНВЕРСІЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ СВИНЕЙ НА ВІДГОДІВЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД КІЛЬКОСТІ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ҐАЛЕГІ СХІДНОЇ В РАЦІОНІ .....	35
9.	<b>Денисюк П.В., Біндюг О.А., Зінов'єв С.Г.</b> РОЗВИТОК ІДЕЇ ОСЦИЛЯТОРНОЇ ГОДІВЛІ .....	40
10.	<b>Димчук А.В.</b> ЗАБІЙНІ ЯКОСТІ БУГАЙЦІВ ПОДІЛЬСЬКОГО ЗАВОДСЬКОГО ТИПУ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ .....	50

11. **Жмур А.Й.**  
ВПЛИВ ГЕНОТИПУ НА ЕКСТЕР'ЄРНІ ПОКАЗНИКИ КОРІВ  
УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ..... 54
12. **Корінний С.М.**  
ПОПУЛЯЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕЛИКОЇ  
БІЛОЇ ПОРОДИ СВИНЕЙ ЗА МІКРОСАТЕЛІТНИМИ  
МАРКЕРАМИ ..... 58
13. **Костюк В.К.**  
СТАРЕЧІ ЗМІНИ ВНУТРІШНЬООРГАННОГО  
ЛІМФАТИЧНОГО РУСЛА ШЛУНКА СВІЙСЬКОГО БИКА ..... 65
14. **Кухар Р. Б., Кравець С. М., Квачов В. П., Токарчук О. П.**  
ОСОБЛИВОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ  
ХУДОБИ ..... 72
15. **Кучерявий В.П.**  
СТАН СТРУКТУРИ ТОНКОГО ВІДДІЛУ КИШЕЧНИКА  
РАННЬОВІДЛУЧЕНОГО МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ПРИ  
ЗГОДОВУВАННІ ЛАКТОЦЕЛУ ..... 76
16. **Лаврик О.В., Мартинюк Л.Г., Тарасюк С.І.**  
ГЕНОГЕОГРАФІЯ АЛЕЛЬНИХ ВАРІАНТІВ ЛОКУСУ КАПА-  
КАЗЕЇНУ У ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ УКРАЇНИ ..... 81
17. **Любинський О.І., Колосовська Т.В., Мазур Р.В.**  
ФЕНОТИПОВА ОЦІНКА ВИМЕНІ КОРІВ РІЗНИХ  
СЕЛЕКЦІЙНИХ ГРУП ПРИКАРПАТСЬКОГО  
ВНУТРІШНЬОПОРОДНОГО ТИПУ УКРАЇНСЬКОЇ ЧЕРВОНО-  
РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ..... 86
18. **Новак І.В.**  
ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ПЛАЗМИ КРОВІ КОРІВ  
УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ..... 90
19. **Павленко О.К.**  
АНАЛІЗ ГЕНЕАЛОГІЇ ВИДАТНИХ ПЛІДНИКІВ  
ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ ..... 94
20. **Пелехатий М.С., Омелькович С.П.**  
ЕКСТЕР'ЄРНО-КОНСТИТУЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ  
КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ  
РІЗНИХ ВИРОБНИЧИХ ТИПІВ ..... 106
21. **Періг Д.П., Лучин І.С.**  
РЕПРОДУКТИВНІ ПОКАЗНИКИ КРОЛЕМАТОК ВИЯВЛЕНІ В  
ПРОЦЕСІ ПРЯМОГО І ЗВОРОТНОГО СХРЕЩУВАННЯ ..... 114
22. **Петришак О.Й., Кирилів Я.І., Періг Д.П., Терпай В.П.**  
ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКЦІЇ ОВЕЦЬ  
М'ЯСОВОВНОВОГО НАПРЯМКУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВІКУ,  
СТАТІ ТА ВГОДОВАНOSTІ ..... 119

23.	<b>Петрова О.І.</b> МОРФОЛОГІЧНА БУДОВА РУБЦЯ БУГАЙЦІВ МОЛОЧНИХ ПОРІД .....	123
24.	<b>Півторак Я.І., Семчук І.Я.</b> ОЦІНКА ВПЛИВУ НОРМОВАНОЇ ГОДІВЛІ НА РЕПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ СВИНОМАТОК .....	130
25.	<b>Повозніков М.Г., Харкавлюк В.Є.</b> БАЛАНС ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ПРИ ЗГОДОВУВАННІ РІЗНИХ ЗЛАКОВИХ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ .....	134
26.	<b>Похил В.І., Похил О.М.</b> ГІСТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ШКІРИ ЧИСТОПОРІДНИХ ЯГНЯТ АСКАНІЙСЬКОЇ М'ЯСО-ВОВОНОВОЇ ПОРОДИ ТА ЇХ ПОМІСЕЙ З ПОРОДОЮ ОЛІБС .....	139
27.	<b>Приймич В.І.</b> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ...	145
28.	<b>Савченко І.В., Ковальова О.А., Тарасюк С.І.</b> ЦИТОГЕНЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОРОПІВ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ ТА АМУРСЬКОГО САЗАНА .....	149
29.	<b>Сірацький Й.З., Бойко О.В., Гузев І.В., Федорович Є.І., Федорович В.В., Кадиш В.О.</b> ДИНАМІКА РОСТУ ТА СПЕРМОПРОДУКТИВНОСТІ БУГАЇВ-ПЛІДНИКІВ ПОРОДИ ГЕРЕФОРД .....	154
30.	<b>Сметана О.Ю.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАКТАЦІЙНИХ КРИВИХ ГОЛШТИНСЬКИХ КОРІВ ЗА ТИПОМ ЛОГІСТИЧНОЇ КРИВОЇ	158
31.	<b>Столярчук П.З., Наумюк О.С., Петришак Р.А., Голодюк І.П., Козак Р.В.</b> ПЕРСПЕКТИВНИЙ КОРМ ДЛЯ ТВАРИН .....	162
32.	<b>Столярчук П.З., Матеуш В.Л.</b> СПРЯМОВАНЕ ВИРОЩУВАННЯ ПЛЕМІНИХ ТЕЛИЦЬ .....	166
33.	<b>Тиш М.А., Блюсюк С.М.</b> ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ В ГОДІВЛІ ТЕЛЯТ ЗАМІННИКА МОЛОЧНИХ КОРМІВ, ВИГОТОВЛЕНОГО ІЗ РІЗНИХ СОРТІВ СОЇ .....	170
34.	<b>Франчук М.П.</b> МІЖЛІНІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКУ ПОДІЛЬСЬКОГО ЗАВОДСЬКОГО ТИПУ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ .....	175
35.	<b>Чокан Т.В.</b> ФОРМУВАННЯ ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ У ГІРСЬКОКАРПАТСЬКИХ ОВЕЦЬ З РІЗНИМ КОЛЬОРОМ ВОВНОВОГО ПОКРИВУ .....	181

36. **Щербатий З.Є., Руснак П.Й., Кропивка Ю.Г.**  
 СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНА ОЦІНКА БУГАЇВ-ПЛІДНИКІВ ЗА  
 ЯКІСТЮ НАЩАДКІВ ..... 186
37. **Щербатий З.Є., Павлів Б.А., Музика Л.І., Боднар П.В.**  
 ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ  
 І ЧЕРВОНО-РЯБОЇ МОЛОЧНИХ ПОРІД РІЗНИХ ЛІНІЙ  
 ГОЛШТИНСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ ..... 190
38. **Щербатий З.Є., Кос В.Ф., Музика Л.І., Кіт В.Г.**  
 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ “РАЗОВИХ” КОРІВ  
 (ПЕРВІСТОК) ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА М’ЯСА ..... 195
39. **Buleca Jr. Jan, Buleca Jan, Reichel Peter, Huska Miroslav,  
 Šťastna Danko, Tučkova Marta**  
 COMPARISON OF SERUM PARAMETERS OF ENERGETIC  
 METABOLISM IN DIFFERENT BREED TYPES OF PIGS ..... 199
40. **Urszula Kaczor, Joanna Pacharzyna, Anna Kozubska-  
 Sobocińska, Maciej Murawski**  
 MELANOCORTIN-4 RECEPTOR(MC4R) RECEPTOR AND ITS  
 ROLE IN CELLULAR SIGNALLING ..... 204
41. **Maciej Murawski and Urszula Kaczor**  
 IMPROVEMENT OF LAMBS PRODUCTION THROUGH EWE’S  
 ESTROUS CYCLE SYNCHRONIZATION IN THE THREE  
 FARMS OF BESKID NISKI MOUNTAIN ..... 207

## ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА, ПЕРЕРОБКА ПРОДУКТІВ ТВАРИННИЦТВА ТА ЇХ ЗБЕРІГАННЯ

### TECHNOLOGICAL ENSURING OF PRODUCTION, PROCESSING OF PRODUCTS OF ANIMAL ORIGIN AND THEIR PRESERVATION

42. **Варивода Ю.Ю., Онишко Л.Й., Мігдал В., Сенюк М.М.**  
 РОЗПОДІЛ КОЛОВИХ ТА РАДІАЛЬНИХ НАПРУЖЕНЬ В  
 ПОРОЖНИСТОМУ ЦИЛІНДРІ ЗА ІМПУЛЬСНИХ  
 НАВАНТАЖЕНЬ НА ЙОГО ПОВЕРХНЯХ ..... 211
43. **Кравців Р.Й., Паска М.З., Личук М.Г., Крипська Н.В.**  
 ЗАГАЛЬНИЙ ВМІСТ ПІГМЕНТІВ У ЯЛОВИЧИНІ ЯКОСТІ  
 NOR, PSE ТА DFD ПІСЛЯ ДОЗРІВАННЯ ..... 218



44.	<b>Кравців Р.Й., Гачак Ю.Р., Ваврисевич Я.С.</b> ЗАСТОСУВАННЯ ЙОДНОЇ БІОДОБАВКИ В ТЕХНОЛОГІЇ СИРУ “КОМАРНІВСЬКИЙ МАЛЮК” .....	222
45.	<b>Кухтин М. Д.</b> ДИНАМІКА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ТА БІОХІМІЧНОГО ПРОЦЕСУ В МОЛОЦІ СИРОМУ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУР .....	229
46.	<b>Лозова Т.М., Давидович О.Я.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕТРАДИЦІЙНИХ РОСЛИННИХ ДОБАВОК НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ЖИРІВ .....	238
47.	<b>Мартинюк І.О.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІНІВ ЗБЕРІГАННЯ КОМБІНОВАНИХ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ З АМАРАНТОВИМ БОРОШНОМ .....	244
48.	<b>Опанасенко М.М., Калитка В.В., Данченко О.О.</b> ВПЛИВ АНТИОКСИДАНТНОГО ПРЕПАРАТУ ДИСТИНОЛ НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ВІТАМІНІВ У М'ЯСІ ПТИЦІ .....	248
49.	<b>Ощипок І.М.</b> КРОКОВІ ДВИГУНИ З ПНЕВМОПРИВОДОМ І ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В М'ЯСНІЙ ТА ОЛІЙНО-ЖИРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ .....	253
50.	<b>Пасічний В.М., Ощипок І.М., Ярошевич В.І.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК М'ЯСНИХ ФАРШІВ В ПРОЦЕСІ ПОСОЛУ .....	257
51.	<b>Пасічний В.М., Мороз О.О., Захандревич О.А.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК М'ЯСНИХ ФАРШІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС З ВИКОРИСТАННЯМ СОЛОДІВ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР .....	261
52.	<b>Печар Н.П., Буцяк В.І., Гачак Ю.Р.</b> БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАВЛЕНОГО СИРУ З ЕКСТРАКТОМ ЕХІНАЦЕЇ .....	265
53.	<b>Приліпко Т. М., Гончар В.І., Булатович О.М., Ковальчук І.В.</b> РЕПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ І ХІМІЧНИЙ СКЛАД МОЛОКА СВИНОМАТОК ЗАЛЕЖНО ВІД ПОРОДИ .....	269
54.	<b>Сасенко В.П., Бацура С.Б.</b> З ІСТОРІЇ СИРОРОБСТВА .....	273
55.	<b>Сидорчук О.В., Тригуба А.М., Гуцол Т.Д., Шалько А.В.</b> ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ ДЛЯ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ ЗАГОТІВЛІ МОЛОКА .....	276
56.	<b>Сирохман І.В., Палько Н.С.</b> ФУНКЦІОНАЛЬНІ ТІСТЕЧКА НОВОГО ПОКОЛІННЯ .....	280
57.	<b>Сирохман І.В., Бойдуник Р.М.</b> НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ І СТІЙКОСТІ У ЗБЕРІГАННІ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ НА ВАФЕЛЬНІЙ ОСНОВІ .....	284

58. **Сливка Н.Б., Михайлицька О.Р., Турчин І.М.**  
МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД СИРУ ..... 290
59. **Чохань М.І.**  
РЕЗИСТИВНІ НАПІВПРОВІДНИКОВІ ТОНКОПЛІВКОВІ  
СЕНСОРИ КОНТРОЛЮ СВІЖОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ .. 294

**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА  
ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКТІВ СІЛЬСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА  
ECONOMIC EFFICIENCY OF PRODUCTION AND  
AGRICULTURAL PRODUCTS ALTERATION**

60. **Березівський П.С., Мартинюк В.М.**  
НАРОЩУВАННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТОВАРОВИРОБНИКІВ НА  
РИНКУ МОЛОКА ..... 298
61. **Галанець В.В.**  
ВИРОЩУВАННЯ БРОЙЛЕРІВ ТА РОЛЬ ПТАХІВНИЦТВА У  
РОЗВ'ЯЗАННІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ ПРОБЛЕМИ ..... 305
62. **Дидів І.В.**  
ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ СЕЛЕРИ КОРЕНЕПІДНОЇ  
ЗАРУБІЖНОЇ СЕЛЕКЦІЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ  
УКРАЇНИ ..... 309
63. **Дутка В. Р., Шаловило С.Г.**  
ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИРОЩУВАННЯ БУГАЙЦІВ І  
КАСТРАТІВ В УМОВАХ ПРИКАРПАТТЯ ..... 314
64. **Дуфанець Л.І.**  
СПОЖИВЧІ ВИТРАТИ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ  
ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ..... 318
65. **Єлейко О.І., Кухар Р.Б., Степанюк О.І., Рамський І.О.**  
СТРАТЕГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІЖРЕГІОНАЛЬНИХ  
ПОТОКІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ ..... 322
66. **Земляна Г.М.**  
РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЛІ ЯК ОСНОВА  
ЕФЕКТИВНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ..... 327
67. **Ковтун Ю.С.**  
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАЛУЧЕННЯ КОШТІВ ДЛЯ  
РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА НОВОГО БУДІВНИЦТВА  
ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ ..... 333

68.	<b>Козій Б.І.</b> СТРУКТУРА ЕЛЕКТРОННОЇ БАЗИ ДАНИХ КОРМІВ ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ РАЦІОНІВ ГОДІВЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН .....	338
69.	<b>Лебединець В.Т., Донцова І.В., Гіряк Л.І.</b> КАВОВІ НАПОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ .....	342
70.	<b>Музика П.М., Соломонко Д.О.</b> ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ .....	347
71.	<b>Напірко Г.М., Юзвик К.М.</b> АНАЛІЗ ПРИБУТКУ ТА РЕНТАБЕЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	356
72.	<b>Рибакова О.В.</b> КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ АПК В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ ДО ЄВРОПЕЙСЬКОГО РИНКУ .....	361
73.	<b>Родак О. Я.</b> СПРЕДИ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ .....	367
74.	<b>Сендецька С.В.</b> ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ НА СВІТОВОМУ РИНКУ М'ЯСА БРОЙЛЕРІВ І ЇХ ВПЛИВ НА ФОРМУВАННЯ УКРАЇНСЬКОГО РИНКУ М'ЯСА ПТИЦІ .....	371
75.	<b>Сирохман І.В., Філь М.І.,</b> ПОЛІПШЕННЯ СКЛАДУ І ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ .....	376
76.	<b>Сокирко Т.О., Костюк Р.В.</b> ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СТИМУЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ .....	381
77.	<b>Чайковський П.Б.</b> ОЦІНКА ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ОВОЧІВНИЦТВА ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	385
78.	<b>Шульський М.Г.</b> ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЬВІВСЬКОГО НАУКОВО – ВИРОБНИЧОГО ЦЕНТРУ (ЛНВЦ) “ЗАХІДПЛЕМРЕСУРСИ”.....	388
79.	<b>Щербатий М.З.</b> ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ СТРАУСІВНИЦТВА В УКРАЇНІ ...	392
80.	<b>Vożena Wojtyra, Marek Balcerak</b> CASH FLOWS IN FARMS WITH DIFFERENT ANIMAL PRODUCTION	397
81.	<b>Жученко О.Й., Солтис М.В.</b> ПРО ОДИН З ПІДХОДІВ РЕЙТИНГОВОГО ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ АГРОПІДПРИЄМСТВ .....	404
82.	<b>Кирилів Я.Б.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПІСЛЯ ВІБРАЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВОГО ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ .....	409

---

83.	<b>Arkadiusz Niedziółka</b> SUSTAINABLE TOURISM AS AN INNOVATIVE ATTITUDE TO TOURISM DEVELOPMENT IN POLAND .....	419
84.	<b>Осташевський В.І.</b> ІСТОРИЧНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ШИНШИЛОВОДСТВА У СВІТІ .....	426
85.	<b>Демчук М.В., Козенко О.В., Двилюк І.В., Вороняк В.В.</b> СУЧАСНА ПРОФІЛАКТИЧНА ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА І МІСЦЕ КУРСУ ЗВП У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ДЛЯ ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА .....	430