

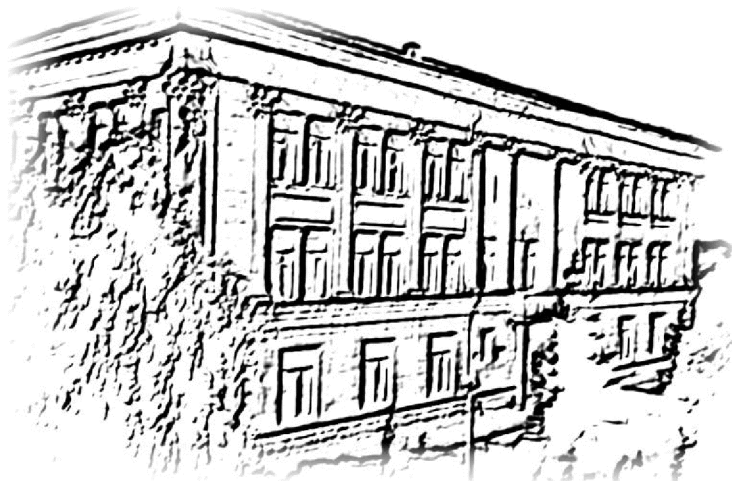


**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІЗАЦІЇ ТВАРИННИЦТВА**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ
ТА КОНВЕРТАЦІЯ БІОСИРОВИНИ
У ТВАРИННИЦТВІ**

Випуск 1 (5, 6)



**Запоріжжя
2010**

УДК 631.3:[578.08:591.5

Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві // Збірник наукових праць Інституту механізації тваринництва Національної академії аграрних наук України. – Вип.1(5,6). – Запоріжжя: ІМТ НААН, 2010. – 287 с.

У збірнику висвітлено результати наукових досліджень з питань механізації, екологізації, електрифікації, автоматизації технологічних процесів виробництва та первинного перероблення продукції тваринництва і конвертації біосировини.

Для науковців і спеціалістів сільського господарства.

Свідectво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації. Серія КВ № 13976-2949Р від 11.04.2008 р.

Редакційна колегія

Головний редактор –

Шевченко І.А., доктор техн. наук, директор ІМТ НААН України

Члени редакційної колегії: **Адамчук В.В.**, доктор техн. наук, член кореспондент НААН України;

Голуб Г.А., доктор техн. наук, ННЦ "ІМЕСГ" НААН України; **Дідур В.А.**, доктор техн. наук, ІМТ НААН України; **Шацький В.В.**, доктор техн. наук, Таврійський державний агротехнологічний університет; **Луценко М. М.**, доктор с.-г. наук, академік АІНУ, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; **Ревенко І.І.**, доктор техн. наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України; **Савін В.В.**, доктор ф.-м. наук; **Безпалов Р.І.**, канд. техн. наук, ІМТ НААН України; **Ляшенко О.О.**, завідувач лабораторії ІМТ НААН України; **Павліченко В.М.**, канд. біол. наук, ІМТ НААН України; **Парієв А.О.**, канд. техн. наук, ІМТ НААН України

Адреса редакції: ІМТ НААН України, острів Хортиця, м. Запоріжжя, 69017
Тел/факс: (061) 289 81 44
E-mail: imtuaan@ukr.net

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.

Збірник наукових праць Інституту механізації тваринництва НААН України включений до переліку науково-фахових видань України (постанови Президії Вищої атестаційної комісії України № 1-05/6 від 2 липня 2008 р., №1-05/5 від 1 липня 2010 р.).

ISSN 2075-1591

© Інститут механізації тваринництва НААН, 2010

ЗМІСТ

	С.
<i>Гуков Я.С., Шевченко І.А., Павліченко В.М.</i>	
Підвищення ефективності функціонування галузі тваринництва	5
<i>Китиков В.О., Тернов Е.В.</i>	
Применение математических моделей лактационных кривых для эффективного планирования валового производства молока	23
<i>Самосюк В.Г., Устинова М.М., Володкевич В.И., Обуховский В.М.</i>	
Анализ энергопотребления оборудования, применяемого в животноводстве, на основе математического моделирования	32
<i>Дідур В.А., Зубкова К.В.</i>	
Модельовання процесу обрушення насіння рицини при її глибокому переробленні	39
<i>Сыманович В.С., Кольга Д.Ф.</i>	
Современные аспекты технологии содержания молочных коров в Республике Беларусь	48
<i>Павліченко В.М.</i>	
Біометаногенез рідких середовищ і синтез вітаміну В₁₂	51
<i>Сухарльов В.О., Лиходід В.В., Романцов І.М.</i>	
Перспектива техніко-технологічного забезпечення вівчарства та козівництва України	66
<i>Крыстина Вьлуда, Эдмунд Каминский</i>	
Механизация и прогресс в технологии внесения навоза	71
<i>Лілевман В., Легкодох Н., Кучеренко В., Сидоренко С., Савіцька О., Роговий Ю.</i>	
Дослідження технології виготовлення паливних брикетів з лушпиння соняшника в умовах сільськогосподарського підприємства	79
<i>Мовсесов Г.Е.</i>	
Биогазовое «селективное» сбраживание сельскохозяйственной биомассы	87
<i>Шевченко І.А., Лиходід В.В.</i>	
Наукове забезпечення галузі вівчарства	99
<i>Нечмілов В.М., Коваленко В.Г.</i>	
Новий доїльний стакан для овець	110
	283

<i>Сухарльов В.О., Лиходід В.В., Романцов І.М.</i> Обґрунтування розроблення техніко-технологічного модуля для виготовлення повсті в місцях виробництва вовни.....	116
<i>Ренсевич Є.О.</i> Перетворювач частоти струму для стригальної машинки з системою керування на основі мікроконтролера ATtiny2313.....	120
<i>Бакарджиев Р.О., Забудченко В.М.</i> Використання фракцій іонно-активованої води для термообробки деталей.....	125
<i>Кольга Д.Ф., Стеровойт И.Н., Телицына Н.В.</i> Снижение энергозатрат при уборке и утилизации навоза.....	130
<i>Коломісць С.М., Мілько Д.О.</i> Рекомендації щодо створення повнораціонних кормів для молодняку великої рогатої худоби.....	133
<i>Гайденко О.М.</i> Біоконверсія органічної сировини агроценозів з виробництвом субстрату для вирощування гливи й технічні засоби для її реалізації.....	141
<i>Крылов С.В., Лабоцкий И.М., Горбачев Н.А., Сержанин И.Ю., Яровенко П.В., Макунь А.Д., Ковалева И.М.</i> Анализ энергозатрат и их оценок современных машин для заготовки прессованого сена.....	148
<i>Капустин Н.Ф., Басаревский А.Н., Поникарчик С.Н.</i> Исследование агрохимических показателей отходов животноводства до и после анаэробного сбраживания.....	158
<i>Литовский А.М., Буляк О.Н., Зуйкевич Д.А.</i> Энергоэффективные системы теплоснабжения животноводческих комплексов на основе применения теплонасосного оборудования.....	165
<i>Навныко М.В., Пунько А.И.</i> Оценка физико-механических свойств влажных смесей на основе полнорационных комбикормов.....	171
<i>Гринь Ю.І., Музика О.П.</i> Обґрунтування техніко-технологічних параметрів удосконалених дощувальних агрегатів типу ДДА-100МА.....	179

<i>Кіряцев Л.О., Романюха І.О.</i> Барабанно-дисковий різальний апарат	185
<i>Мілько Д.О.</i> Сучасні тенденції зберігання кормів	191
<i>Шевченко І.А., Троїцька О. О., Безпалов Р.І., Панов С.Ж., Луц С.М.</i> Детоксикація антипоживних речовин насіння рицини ІЧ-випромінюванням	196
<i>Шапаренко Л.Г., Семиряк В.П., Головаха В.Я., Контурак Т.В., Кіякова Ю.І.</i> Зволоження як спосіб підвищення перетравності поживних речовин кормосуміші	205
<i>Алієв Е.Б., Савін В.В.</i> Іонометричний метод визначення кількості соматичних клітин у молоці	213
<i>Воронін Л.С., Доруда С.О.</i> Дослідження потокового процесу подачі стеблового корму на змішування методом комп'ютерного моделювання	224
<i>Алієв Е.Б.</i> Дослідження спрацьованості дійної гуми доїльного апарату з урахуванням теорії старіння на основі плоскої задачі	233
<i>Ренсевич Є.О.</i> Методика розрахунку генератора імпульсів до електричної огорожі для овець	243
<i>Шевченко І.А., Ковязин О.С., Харитонов В.І.</i> Механіко-математична модель процесу розвантаження барабанного робочого органу для змішування компостних матеріалів та механічної аерації	248
<i>Лисенко Д.М.</i> Обґрунтування шнеколопатевого робочого органу змішувача субстратів для метанового зброджування	266
<i>Безпалов Р.І., Луц П.М.</i> Критеріальна модель процесу зневоднення пивної дробини	277

УДК 637.11

ДОСЛІДЖЕННЯ СПРАЦЬОВАНOSTІ ДІЙНОЇ ГУМИ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА З УРАХУВАННЯМ ТЕОРІЇ СТАРІННЯ НА ОСНОВІ ПЛОСКОЇ ЗАДАЧІ

Алієв¹ Е.Б., аспірант

Інститут механізації тваринництва НААН України

Тел./факс: (061)289 81 44

Отримані теоретичні залежності, що дозволяють визначити надійність дійної гуми. Визначено теоретичний час спрацьованості.

Ключові слова: доїльне обладнання, дійна гума, теорія старіння, спрацьованість.

Проблема. Незважаючи на досить високий рівень розвитку доїльної техніки і молочного обладнання для комплектації сучасних потокових ліній доїння, якість одержуваного молока залишається незадовільною. Це пов'язане з значним технологічним впливом на мікроструктуру молока. В процесі видоювання, транспортування по комунікаціях сучасних доїльних установок, накопичення та перекачування молоко піддається сукупному впливу гідромеханічних, біологічних та аераційних факторів. Це призводить до зміни дисперсного складу молочного жиру і структури оболонок жирових кульок, підвищення вмісту вільних жирних кислот, дезагрегації казеїнових міцел, піноутворення, утворення масляних конгломератів, зростання бактеріального забруднення та вакуумного випаровування нативної вологи і, як наслідок, до погіршення якості продуктів переробки молока. Відхилення техніко-технологічних параметрів доїльного обладнання та ветеринарно-санітарних вимог від регламентованих підвищує ризик погіршення стану худоби та, відповідно, зниження якості отриманого молока [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Практика свідчить, що тимчасові зупинки машин у тваринництві порушують весь режим певної виробничої лінії, а це впливає на фізіологічні функції тварин, порушення яких призводить до зниження продуктивності. Тому одним із найважливіших питань є постійне підтримання фермських машин та обладнання в дієздатному стані. Це, зокрема, значною мірою стосується й доїльного обладнання [1].

¹ Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Савін В.В.

Основними операціями щоденного технічного обслуговування є перевірка стану вакуумних установок, забезпечення їхньої дієздатності та огляд доїльних апаратів задля вчасного виявлення пошкоджених і спрацьованих гумових деталей.

Дослідження засвідчили, щоб одержати високоякісну продукцію, потрібно вчасно та якісно проводити технічне обслуговування доїльного обладнання, а саме проводити аналіз спрацьованості дійної гumi.

Мета досліджень. Визначити вплив часу роботи дійної гumi у холостому режимі на її спрацьованість.

Матеріали і результати досліджень. Відомо, що з часом дійна гума спрацьовується. Це значним чином пов'язано з постійною її пульсацією під час доїння. В результаті чого змінюється її динамічний модуль Юнга. Розв'яжемо задачу пружно-пластичного стану однорідної дійної гumi, що працює у холостому режимі (взаємодія з соском не враховується). Для поставленої задачі можна не враховувати деформацію, що виникає по довжині дійної гumi, тому розглянемо її поперечний переріз (рис. 1).

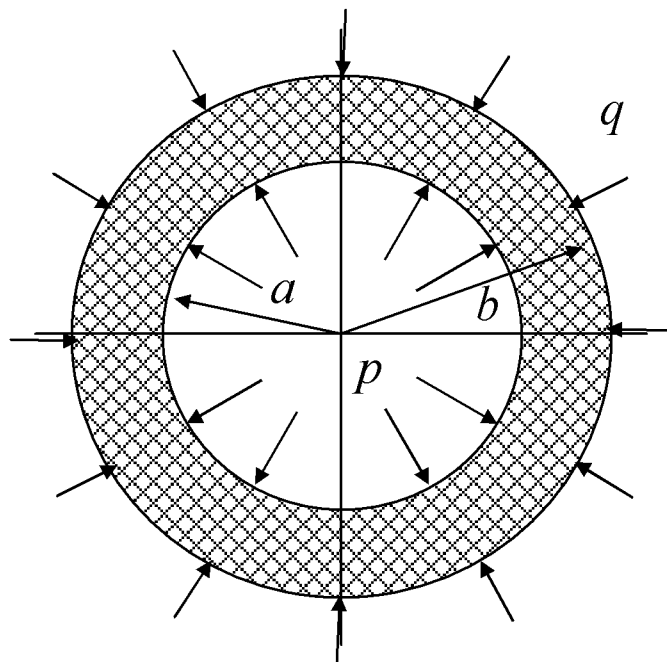


Рисунок 1 – Поперечний переріз дійної гumi

На внутрішній поверхні дійної гumi $r = a$ прикладений постійний тиск [3]

$$\sigma_r|_{r=a} = -p. \quad (1)$$

На зовнішній $r = b$ – змінний тиск, що виникає за рахунок пульсацій [3],

$$\sigma_r|_{r=b} = q(t) \quad (2)$$

Графіки граничних умов зображені на рис. 2, де $t_c = t_1 - \Delta t_{отк}^{М.К} + \Delta t_{вп}^{М.К}$ – час смоктання, $t_{сж} = t_2 + \Delta t_{отк}^{М.К} - \Delta t_{вп}^{М.К}$ – час стиснення.

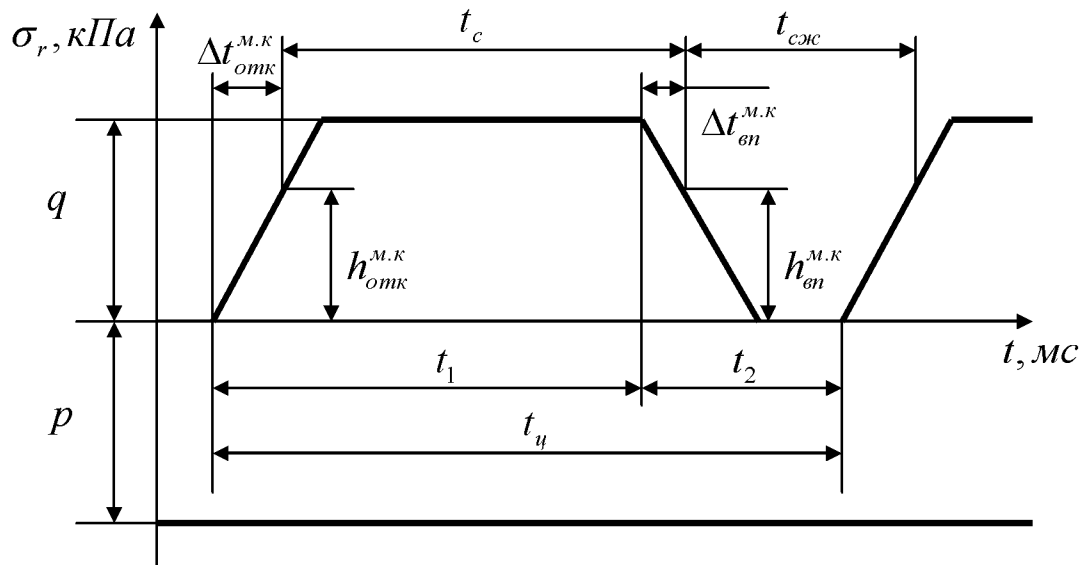


Рисунок 2 – Перехідні процеси у роботі двотактного доїльного апарату

Для рішення поставленої задачі розглянемо всі напруження, що діють на елементарну площу в полярних координатах (рис. 3).

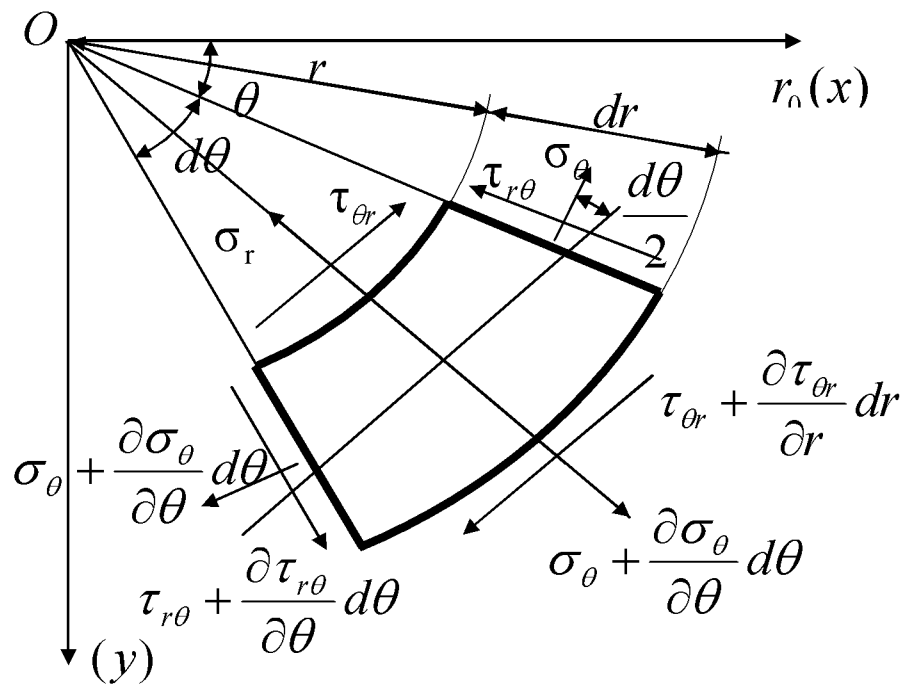


Рисунок 3 – Елементарна площа в полярних координатах

Рівняння рівноваги [9] має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} & \left(\sigma_r + \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} dr \right) (r + dr) d\theta - \sigma_r r d\theta - \left(\sigma_\theta + \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} d\theta \right) dr \sin \frac{d\theta}{2} - \\ & - \sigma_\theta dr \sin \frac{d\theta}{2} + \left(\tau_{r\theta} + \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial \theta} d\theta \right) dr \cos \frac{d\theta}{2} - \tau_{r\theta} dr \cos \frac{d\theta}{2} = 0; \\ & \left(\sigma_\theta + \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} d\theta \right) dr \cos \frac{d\theta}{2} - \sigma_\theta dr \cos \frac{d\theta}{2} + \left(\tau_{\theta r} + \frac{\partial \tau_{\theta r}}{\partial r} dr \right) (r + dr) d\theta - \\ & - \tau_{\theta r} r d\theta + \left(\tau_{r\theta} + \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial \theta} d\theta \right) dr \sin \frac{d\theta}{2} = 0. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Припустимо, що має місце плоска деформація $\varepsilon_z = 0$ і вісєва симетрія, тобто кутове зміщення відсутнє, а радіальне u залежить тільки від радіуса r і часу t . Враховуючи це система рівнянь (3) набуває вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial \theta} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} &= 0; \\ \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} + \frac{2\tau_{r\theta}}{r} &= 0. \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{d\sigma_r}{dr} = \frac{\sigma_\theta - \sigma_r}{r} \quad (4)$$

Рівняння сумісності [9] можна записати так:

$$\frac{d\varepsilon_\theta}{dr} = \frac{\varepsilon_r - \varepsilon_\theta}{r} \quad (5)$$

Справедливі наступні вирази для деформацій:

$$\varepsilon_\theta = \frac{u}{r}, \quad \varepsilon_r = \frac{du}{dr}. \quad (6)$$

Нехтуючи пружними деформаціями, визначальне співвідношення оберемо у вигляді:

$$\dot{\varepsilon} = \Psi(t) S^n \quad (7)$$

$$\varepsilon_r = \frac{3\varepsilon}{2S \cdot S_r} \quad \varepsilon_\theta = \frac{3\varepsilon}{2S \cdot S_\theta} \quad (8)$$

де $\dot{\varepsilon}$ – швидкість інтенсивності деформації,

$S = \sqrt{\frac{3}{2}(S_r^2 + S_\theta^2 + S_z^2)}$ – інтенсивність девіатора напружень (девіатор

напружень – тензор, що визначає напруження у точці, не зв'язаний з гідростатичним напруженням).

Для поставленого завдання припустимо, що $\nu = \frac{1}{2}$:

$$S_r = \frac{1}{2}(\sigma_r - \sigma_\theta), \quad S_\theta = \frac{1}{2}(\sigma_\theta - \sigma_r), \quad S = \frac{\sqrt{3}}{2}(\sigma_\theta - \sigma_r). \quad (9)$$

Передбачається нестисливість матеріалу $\varepsilon_r + \varepsilon_\theta + \varepsilon_z = 0$, або $\varepsilon_r = -\varepsilon_\theta$. При цьому з рівняння сумісності (5) слідує:

$$\dot{\varepsilon}_\theta = \frac{g(t)}{r^2}, \quad (10)$$

де $g(t)$ – деяка функція. З (8), (9) маємо:

$$\dot{\varepsilon}_\theta = \frac{\sqrt{3}}{2} \dot{\varepsilon}, \quad (11)$$

З (10) і останньої рівності знайдемо $\dot{\varepsilon} = \frac{2g(t)}{\sqrt{3}r^2} = \Psi(t)S^n$. Виразимо звідси S як функцію r у вигляді:

$$S = \frac{\sqrt{3}}{2} C_1 r^{-\frac{2}{n}}, \quad (12)$$

де

$$C_1 = \left(\frac{2}{\sqrt{3}} \right)^{\frac{1}{n}+1} \left(\frac{g}{\Psi} \right)^{\frac{1}{n}}. \quad (13)$$

Рівняння рівноваги (4) з урахуванням (9) і (12) перепишемо у вигляді:

$$\frac{d\sigma_r}{dr} = \frac{2S}{r\sqrt{3}} = C_1 r^{-\frac{2}{n}-1}. \quad (14)$$

Інтегруючи (14), отримуємо $\sigma_r = -\frac{nC_1}{2} r^{-\frac{2}{n}} + C_2$. Поставлені таким чином

граничні умови (1) і (2) дають:

$$C_1 = \frac{2(p-q)b^{\frac{2}{n}}}{n \left[\left(\frac{b}{a} \right)^{\frac{2}{n}} - 1 \right]}. \quad (15)$$

Випишемо рішення для напруження:

$$\sigma_r = \frac{p \left[1 - \left(\frac{b}{r} \right)^{\frac{2}{n}} \right] + q \left(\frac{b}{a} \right)^{\frac{2}{n}} \left[\left(\frac{a}{r} \right)^{\frac{2}{n}} - 1 \right]}{\left(\frac{b}{a} \right)^{\frac{2}{n}} - 1} \quad (16)$$

Окружне напруження знайдемо із (9), (12):

$$\sigma_\theta = \frac{2S}{\sqrt{3}} + \sigma_r = \frac{C_1}{r^{\frac{2}{n}}} + \sigma_r. \quad (17)$$

З урахуванням (13), (16) отримуємо:

$$\sigma_\theta = \frac{p \left[1 - \left(1 - \frac{2}{n} \right) \left(\frac{b}{r} \right)^{\frac{2}{n}} \right] + q \left(\frac{b}{a} \right)^{\frac{2}{n}} \left[\left(\frac{a}{r} \right)^{\frac{2}{n}} \left(1 - \frac{2}{n} \right) - 1 \right]}{\left(\frac{b}{a} \right)^{\frac{2}{n}} - 1} \quad (18)$$

Напруження не залежать від функції зміцнювання $\Psi(t)$. Припустимо, що має місце пружна деформація, тобто час релаксації $n = 1$:

$$\sigma_r = \frac{pa^2 - qb^2}{b^2 - a^2} + \frac{a^2b^2(q-p)}{r^2(b^2 - a^2)} \quad (19)$$

$$\sigma_{\theta} = \frac{pa^2 - qb^2}{b^2 - a^2} - \frac{a^2b^2(q-p)}{r^2(b^2 - a^2)} \quad (20)$$

$$\sigma_z = \nu(\sigma_r + \sigma_{\theta}) = \left| \nu = \frac{1}{2} \right| = \frac{pa^2 - qb^2}{b^2 - a^2} \quad (21)$$

Згідно з узагальненого закону Гука маємо:

$$\varepsilon_z = 0 \quad (22)$$

$$\varepsilon_r = \frac{\sigma_r - \nu(\sigma_{\theta} + \sigma_z)}{E} = \left| \nu = \frac{1}{2} \right| = \frac{3}{4E}(\sigma_r - \sigma_{\theta}) = \frac{3}{2E} \frac{a^2b^2(q-p)}{r^2(b^2 - a^2)} \quad (23)$$

$$\varepsilon_{\theta} = -\varepsilon_r = -\frac{3}{2E} \frac{a^2b^2(q-p)}{r^2(b^2 - a^2)} \quad (24)$$

Отримані залежності можна перевірити за допомогою моделі, що розроблена в пакеті програми Solid Works 2010 Simulation Xpress Study (рис. 4).

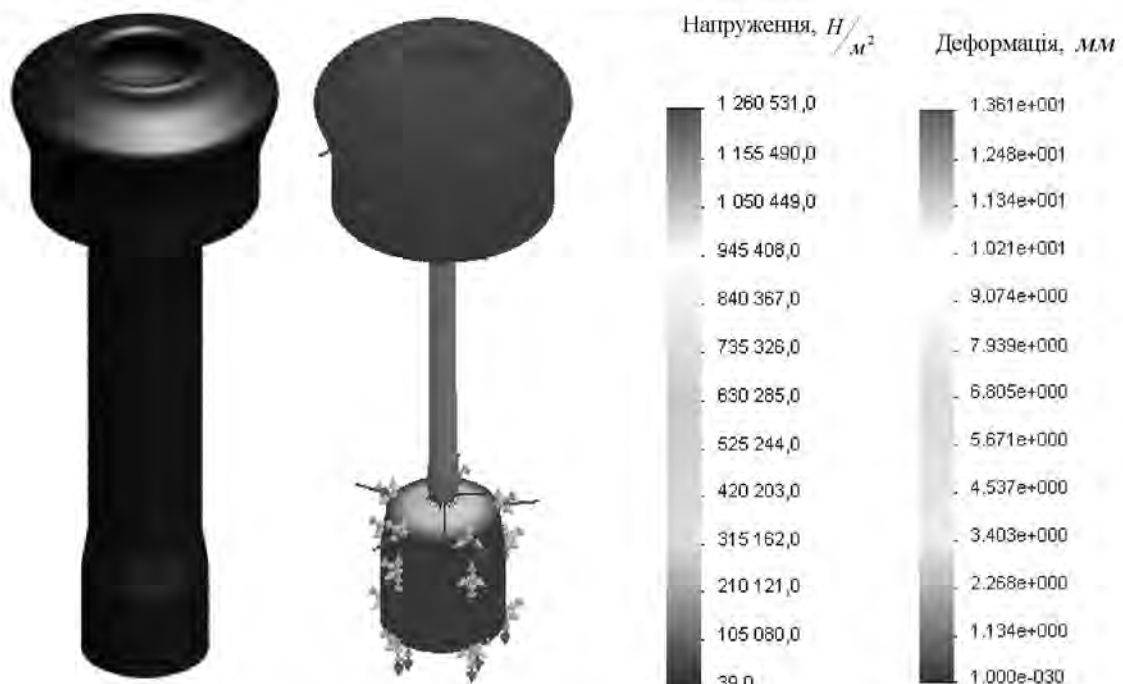


Рисунок 4 – Модель дійної гуми, що розроблена в пакеті програми Solid Works 2010 Simulation Xpress Study

Дані по старінню гуми були отримані у роботі [2] і можуть бути апроксимовані експоненціальною залежністю динамічного модуля Юнга:

$$E(t) = E_{\partial n} + (E_{\partial k} - E_{\partial n})e^{kt} \quad (25)$$

де $E_{\partial n}$ і $E_{\partial k}$ – початкове і кінцеве значення динамічного модуля;
 k – константа швидкості.

Підставляючи (25) і (2) у (23) маємо

$$\varepsilon_r = \frac{3}{E_{\partial n} + (E_{\partial k} - E_{\partial n})e^{kt}} \frac{a^2 b^2 (q - p)}{2r^2 (b^2 - a^2)} \quad (26)$$

Згідно з експериментальних даних [3] $a = 0,012\text{м}$, $b = 0,014\text{м}$,
 $E_{\partial n} = 12\text{МПа}$, $E_{\partial k} = 24\text{МПа}$, $k = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{сод}^{-1}$, $r = 0,012\text{м}$ отримуємо
 графік залежності деформації від часу (рис. 5).

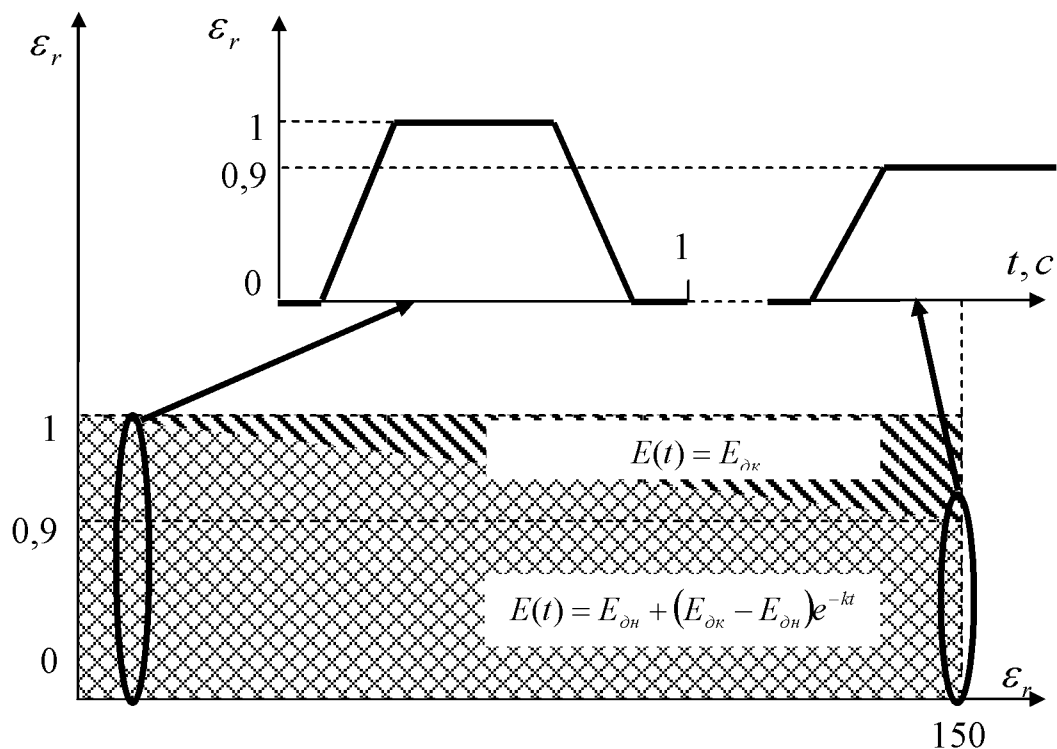


Рисунок 5 – Графіки залежностей деформації дійної гуми від часу

На графіку видно, що при спрацьованості дійної гуми близько 150 годин максимальна її деформація зменшиться на 10%. Тобто в цьому випадку необхідно замінити спрацьовану гуму, що підтверджується технічною документацією (заміну дійної гуми слід проводити через кожні 140-180 годин експлуатації).

Висновки. В результаті проведених досліджень були отримані теоретичні залежності, що дозволяють визначити спрацьованість дійної гуми у холостому режимі і теоретичний час її наробітку. При наробітку дійної гуми близько 150 годин максимальна її деформація зменшиться на 10%.

Перелік посилань.

1. *Карташов Л.П.* Контроль при машинном доении / Карташов Л.П. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 48 с.
2. *Потураев В.Н., Дырда В.И.* Резиновые детали машин. – М.: Машиностроение, 1990. – 216 с.
3. *Мельников С.В.* Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Ленинград.: Колос, 1978. – 560 с.
4. ISO 6690:2007.Milkingmachine installations. Vocabulary. The International for Standardization Organization, Geneva, Switzerland, 2007.
5. ISO 6690. 2007.MilkingMachine Installations. Mechanical tests. The International for Standardization Organization, Geneva, Switzerland, 2007.
6. *Дырда В.И., Маркелов А.Е.* Резиновые детали технологических машин. – Днепропетровск: Авантаж, 2008. – 316 с.
7. *Проников А.С.* Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 492 с.
8. *Гнеденко В.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д.* Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
9. *Малинин Н.Н.* Прикладная теория пластичности и ползучести. – М.: Машиностроение, 1968. – 400 с.

STUDY OF WEAR RUBBER NIPPLE MILKING MACHINE BASED THEORY OF AGING

Summary. The theoretical dependence, which allow to determine the reliability of nipple rubber. Defined theoretical breakthrough time.