

УДК 637.115:636.2.033:519.87

МОДЕЛЬ ПРОДУКТИВНОСТІ КОРІВ ПРИ ДОЇННІ АПАРАТОМ ПВД-2,3

В. Я. Ходарєв, наук. співр., *ТОВ «АТ Біофарм»*, **В.І. Піскун**, докт. с.-г. наук, **В. П. Савран**, докт. с.-г. наук, **В. Я. Пенцов**, канд. техн. наук, *Інститут тваринництва НААН*

Створено математичну модель продуктивності корів у залежності від технологічних параметрів доїльного апарата ПВД-2-3, опору виведенню молока і часу доїння з помилкою, що не перевищує 10 %.

Ключові слова: модель, удій, сфінктер дійки вим'я, доїльний апарат.

Постановка проблеми. Загальний аналіз ефективності роботи та використання доїльних апаратів з різними конструктивно-технологічними схемами і режимами роботи свідчать про те, що вони забезпечують позитивну дію на молочну залозу корови, підтримують секреторну функцію вимені, забезпечують досить високу повноту видоювання, однак ще недостатньо адекватно взаємодіють з молочною залозою, мають низьку стимулюючу функцію, тому залишається актуальним питання розробки та удосконалення сучасних доїльних апаратів у напрямку створення режиму адекватного видоювання та стимулюючої дії на молочну залозу корови в процесі лактації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомі доїльні установки АД-100А і ДАС-2Б, які комплектуються: перша — тритактним апаратом «Волга», а друга — двотактним — ДА-2, модернізованим апаратом в тритактному АДУ-1.03 та в двотактному виконанні АДУ-1.02 і двотактному виконанні АДУ-1 ВАТ «Брацлав». Доїльні установки із звичайним та суміщеним вакуум-молокопроводом конструкції ННЦ ІМЕСГ, обладнані доїльним апаратом типу ДА-Ф-50 з пульсоколектором, ДА-Ф-66 та ДА-Ф-70. Доїльні установки із зниженим вакуумметричним тиском, конструкції ВІЕСГ, мають

доїльні апарати з нерегульованою пульсацією [1; 2]. Достатньо широке впровадження на молочних фермах мали доїльні апарати з високочастотним пульсатором АДУ-02.200, який викликає мікроколивання соскової гупи в процесі доїння, чим забезпечує стимулюючу дію на молочну залозу корови [3].

Названі доїльні апарати мають свої принципові особливості та відрізняються режимними характеристиками.

До основних недоліків існуючих доїльних апаратів можна віднести відсутність синхронної зміни режиму роботи відповідно інтенсивності видоювання, а також порушення закономірностей зміни величини вакуумметричного тиску у міжстінному і підготовчому просторі доїльних стаканів у процесі доїння. В результаті цього стакани наповзають під основу вимені, що порушує повноту видоювання молока і впливає на захворювання вимені маститом. Особливе значення при машинному доїнні корів має удосконалення доїльних апаратів, що збільшить інтенсивність і повноту видоювання, скоротить випадки травмування молочної залози, покращить якість молока і збільшить строк використання корів у стадах.

Мета досліджень — *створення математичної моделі продуктивності корів у залежності від технологічних параметрів доїльного апарата ПВД-2-3, опору виведенню молока і часу доїння.*

Матеріали та методика досліджень. У дослідному господарстві «Кутузівка» Харківської обл. провадилися виміри дійок корів при контрольному доїнні апаратом ПВД-2-3 з хронометражем параметрів молоковиведення. Отримані дані оброблялися пакетом EXEL. Досліджувалася робота пульсатора з замірами тиску у піддійковому та міжстінному просторі доїльного стакана за час доїння. Отримані результати систематизувалися і за ними пакетом TURBO PASCAL будувалися функціональні залежності.

Результати досліджень. Пошук технологічного та конструкційного рішення доїльного апарата з елементами активної взаємодії з вименем корови, який забезпечує м'яке стимулююче та адекватне швидкісне молоковиведення дії залишається актуальним питанням та вимагає свого технічного виконання.

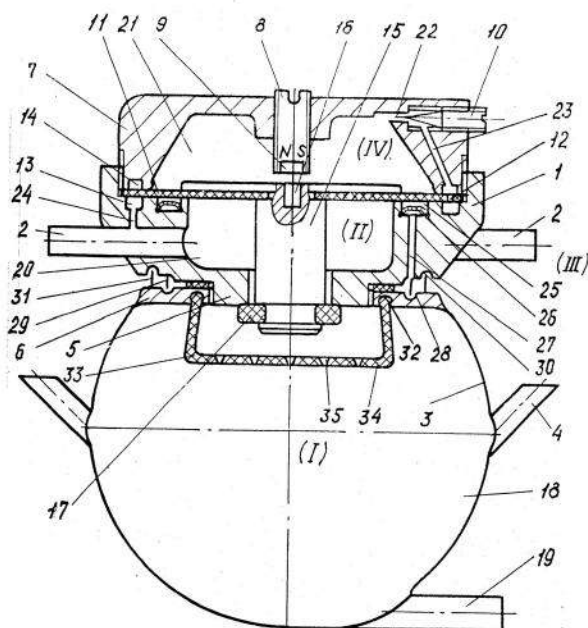


Рис. 1. Схема удосконаленого зразка пульсоколектора з ручним регулюванням:

1 — корпус; 2 — патрубки; 3 — молокозбірник; 4 — молочні патрубки; 5 — нижня частина корпусу; 6 — основа; 7 — кришка; 8 — осьовий гвинт; 9 — магніт; 10 — гвинт; 11 — мембрана; 12 — отвори; 13, 14 — канали; 15 — шток; 16 — феромагнітна вставка; 17 — клапан; 18 — молокозбірна камера; 19 — патрубок; 20 — робоча камера; 21 — управляюча камера; 22, 23, 24 — канали; 25 — камера атмосферного тиску; 26 — бактерицидна вставка; 27 — канал остійного атмосферного тиску; 28 — торцева канавка основи; 29 — кільцевий виступ; 30 — кільцевий канал корпусу; 31 — кільцевий виступ; 32 — виточка; 33 — гумовий клапан; 34 — площадка; 35 — щілини для проходу повітря

Для вирішення цього питання був розроблений пульсоколектор стимулюючої дії, схема якого наведена на рисунку 1 [4].

Пульсоколектор працює таким чином. При підключенні патрубку 19 до джерела вакуумметричного тиску, наприклад до молокопроводу або доїльного відра у камері (I) установлюють оптимальну величину вакуумметричного тиску, який крізь щілини 36 гумового клапана 33 передається на клапан 17 і в результаті різниці тиску він відкривається, а еластична мембрана 11 закриває надходження повітря з камери (III) постійного атмосферного тиску у робочу камеру (II). При цьому у робочій камері (II) здійснюється розрідження, яке крізь патрубки 2 спрямовується у міжстінні камери доїльних стаканів і здійснюється такт смоктання.

У камері (IV), яка з'єднана з патрубком 2 через канал 24, кільцеву канавку 13, отвір 12 мембрани, канавку 14, канали 22 і 23, регулюючий гвинт 10, відсмоктується повітря і здійснюється розрідження. Через деякий час різниця тиску у камерах (III) і (IV) викликає переміщення мембрани і клапана у сторону камери (IV). Повітря з камери (III) надходить у камеру (II) крізь утворену щілину припіднятої над корпусом мембрани 11. Потім повітря з камери (II) спрямовується у патрубки 2 і далі у міжстінні камери стаканів і утворюється такт стискання. Атмосферне повітря надходить у камеру (III) постійного атмосферного тиску через лабіринтовий шлях, який створюється кільцевим виступом 31 основи 6 молокозбірника 3 і каналом 30 корпуса 1, а також крізь зазор між виступом 29 корпуса і каналом 28 і далі по каналу 27 до бактерицидної вставки 26 у камеру атмосферного тиску (III). Лабіринтовий шлях у нижній частині корпуса очищує крупні частки пилу, а шкідливі гази, бактерії, мікроби і дрібні пиловидні частки — бактерицидна вставка, яка просичена спеціальним розчином. Завдяки цьому повітря очищується і зазнає санації. Через деякий час повітря з робочої камери (II) через канали 24, 13, 14, отвір 12, канали 22, 23, і гвинт 10 знову надходить під кришку 7 до управляючої камери (IV) і цикл повторюється.

За допомогою гвинта 8 змінюють розташування магніта 9 до штока, внаслідок чого можна відрегулювати час спрацьовування клапанно-мембранного механізму.

Процес доїння апаратом ПВД-2-3 з пульсоколектором проходить за чотири етапи: I — початковий; II — основний; III — додоювання; IV — кінцевий. У загальному часі доїння t частка кожного етапу ставить l , і у кожному етапі установлюється своя форма і частота пульсацій f , Гц (табл. 1).

Таблиця 1. Показники молоковидедення при доїнні апаратом ПВД-2-3

Найменування показників	Значення показників		
	найменше	середнє±довірч.інтерв.	найбільше
Удій за 1-у хвилину, кг	0,7	2,85±0,21	4,8
Удій за 2-у хвилину, кг	1,5	2,90±0,14	4,2
Удій за 3-ю хвилину, кг	0,1	1,90±0,21	3,5
Машинний додій, кг	0	0,25±0,04	0,7
Ручний додій, кг	0	0,024±0,008	0,1
Час машинного додою, с	0	17,3±2,4	45
Машинний удій, кг	5,6	8,44±0,38	11,9
Час доїння, хв	2,5	3,53±0,17	4,7
Інтенсивність молоковидедення, кг/хв	1,4	2,45±0,12	3,5
Діаметр сфінктера дійки, мм	1,3	2,3±0,1	3,3

Прогнозована величина удою при машинному доїнні визначалася за формулою фільтрації [5]:

$$V_m = \frac{P \cdot S}{\mu \cdot R} \cdot t, \quad (1)$$

де V_m — удій, кг;

P — середній тиск за час доїння, кПа;

$S=4 \cdot \pi \cdot d^2$ — площа сфінктерів 4 дійок, мм²;

μ — коефіцієнт в'язкості молока, сПуаз;

R — опір молоковидеденню;

t — час доїння, хв.

Зміна вакуумметричного тиску $p(t)$ у піддійковому просторі доїльного стакана за цикл (рис. 2) проходить у контакті з функціональними особливостями вим' корови. Збільшення тиску у циклі подразнює рецептори дійок і стимулює молоковидедення.

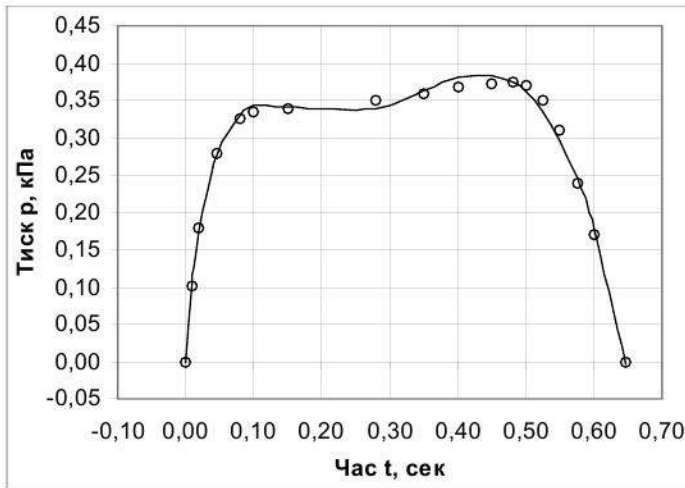


Рис.2. Зміна тиску $p(t)$ у піддійковому просторі дойльного стакана за цикл

Середнє значення тиску за цикл тривалістю $t_k - t_0$ визначено за формулою

$$p_{\text{ср}} = \frac{\int_{t_0}^{t_k} p(t) dt}{t_k - t_0},$$

в якій графік тиску $p(t)$ апроксимовано у 3 способи:

- однією кривою $p(t) = a + bt + ct^{1,5} + d \text{Exp}(t) + e \text{Exp}(-t)$;
- двома кривими: підйом $p(t) = a(1 - \text{Exp}(-bt))$;
спад $p(t) = a + b / \text{Ln}(t) + c / \text{Ln}(t)$;
- трьома прямими $p(t) = a + bt$;

де a, b, c, d, e — постійні коефіцієнти.

Оскільки площі під кривими, обчислені за результати проведених апроксимацій, мало відрізняються, було прийнято спрощений третій спосіб апроксимації. Обчислені значення середніх тисків $p_{\text{ср}i}$ за один цикл кожного з чотирьох етапів, середні тиски за етапами $P_i = f_i p_{\text{ср}i} l_i$ та їх сума P занесені у табл. 2.

Таблиця 2. Характеристики циклів

Цикл	I	II	III	IV	Сумма
f_p , Гц	60	76	70	60	-
$p_{сп}$, кПа	0,3674	0,3118	0,3743	0,3985	-
l_i , с	0,10	0,60	0,17	0,13	1,00
$P_i=f_i \cdot p_{сп} \cdot l_i$	2,2044	14,2181	4,4542	3,1083	23,9850

Опір молоковиденню для апарата ПВД-2-3 з удосконаленим пульсоколектором статистично визначено пропорційним діаметру сфінктера дійки $R=177 \cdot d$.

Після підстановки у формулу середнього тиску $P=23,985$ кПа за час доїння, площі S чотирьох сфінктерів та опору R молоковиденню отримуємо формулу для прогнозування величини удою в залежності від коефіцієнта в'язкості молока, діаметра сфінктера і часу доїння апаратом ПВД-2-3 з удосконаленим пульсоколектором ІТ УААН:

$$V_m = 1,06 \cdot d \cdot t / \mu, \quad (2)$$

за якою при коефіцієнті в'язкості молока $\mu=1,6031$ було тестовано 25 корів (табл. 3).

Висновки.

1. Досліджено роботу доїльного апарата ПВД-2-3 з удосконаленим пульсоколектором та встановлено закономірності зміни вакуумметричного тиску у піддійковому просторі доїльного стакана та впливу його середнього значення на величину удою.
2. Створено математичну модель продуктивності корів в залежності від технологічних параметрів доїльного апарата ПВД-2-3, опору виведенню молока і часу доїння та перевірено її адекватність з помилкою, що не перевищила 10 %.

Таблиця 3. Фактичні і прогнозовані моделлю надолі корів

№ корів	d , мм	t , мин	V , кг	V_m , кг	$V-V_m$, кг	% пом.
2249	1,3	4,200	5,700	5,777	-0,077	1,40
2249	1,3	4,000	5,500	5,502	-0,002	0,03
2249	1,3	3,800	5,300	5,227	0,073	1,40
2287	2,3	4,500	11,500	10,951	0,549	4,80
2287	2,3	4,650	11,500	11,316	0,184	1,60
2360	2,7	2,500	7,100	7,142	-0,042	0,60
2686	2,2	3,000	7,000	6,983	0,017	0,20
2691	3,0	3,410	10,500	10,824	-0,324	3,10
2691	3,0	3,370	9,800	10,697	-0,897	9,20
2691	3,0	3,500	11,000	11,109	-0,109	1,00
2692	2,5	3,830	10,200	10,131	0,069	0,70
2692	2,5	3,880	9,800	10,263	-0,463	4,70
2743	1,9	3,400	7,400	6,835	0,565	7,70
2743	1,9	4,500	8,600	9,046	-0,446	5,20
2864	2,5	2,500	6,700	6,613	0,087	1,30
2887	3,4	3,000	10,800	10,792	0,008	0,07
2921	2,5	3,000	7,800	7,935	-0,135	1,70
2921	2,5	3,220	7,900	8,517	-0,617	7,80
2933	2,7	3,600	9,400	10,284	-0,884	9,40
2933	2,7	3,830	10,800	10,941	-0,141	1,30
2947	2,2	3,000	6,700	6,983	-0,283	4,20
2947	2,2	2,650	6,300	6,168	0,132	2,10
2982	2,4	3,900	9,100	9,903	-0,803	8,80
2982	2,4	4,670	10,800	11,859	-1,059	9,80
2692	2,2	3,500	8,200	8,147	0,053	0,60

Бібліографія

1. *Фененко А.І., Смаль С., Тищенко М.* Нові технологічні і технічні рішення для ферм з виробництва молока // — Техніка АПК, –2002. — № 7-9. — С. 36-37.
2. *Карташов Л. П.* Машинное доение коров. — М.: «Колос», — 1982 — С. 51-112.
3. *Фененко А.І.* Режимні характеристики виконавчих механізмів нового покоління доїльних установок// Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвід. темат. наук. зб. — Глеваха. — 2001. –Вип. № 85. — С.160-163.
4. *Пат. № 44461 А Україна, МПК А 01 J 7/00.* Пульсоколектор / Ходарев В. Я., Піскун В.І., Савран В. П., Грицаєнко Л. В.; Інститут тваринництва УААН. — № 2001042130; заявл. 02.04.2001; опубл. 15.02.2002, Бюл. № 2.
5. *Жужиков В. А.* Фильтрование. — М.: Химия, –1980. — 400 с.

МОДЕЛЬ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ПРИ ДОЕНИИ АППАРАТОМ ПВД-2-3

Создана математическая модель продуктивности коров в зависимости от технологических параметров доильного аппарата ПВД-2-3, сопротивления выведению молока и времени доения с ошибкой, не превышающей 10 %.

Ключевые слова: модель, удой, сфинктер дойки вымени, доильный аппарат.

MODEL PRODUCTIVITY OF COWS DURING MILKING APPLIANCE LDPE-2-3

A mathematical model of the productivity of cows depending on the technological parameters of the milking machine LDPE-2-3, and resistance to the removal of milk milking time with an error not exceeding 10 %.

Key words: model, milk yield, sphincter milking udder, milking machine.