

ЛЕКЦІЯ 3

Техніко-економічні аспекти енергозбереження в технологічних процесах тваринницьких підприємств

- 3.1 Вплив енергозберігаючих технологічних засобів в тваринництві на енергомісткість виробничих процесів.**
- 3.2 Оптимізація технічних засобів при приготуванні кормів.**
- 3.3 Оптимізація технічних засобів при навантаженні, транспортуванні і роздаванні кормів.**
- 3.4 Оптимізація технічних засобів при доїнні та первинній обробці молока.**
- 3.5 Оптимізація технічних засобів при видаленні гною.**

3.1 Вплив енергозберігаючих технологічних засобів в тваринництві на енергомісткість виробничих процесів

Залежність нашої держави від енергетичного імпорту на 100 % по ядерному паливу, 77 % по природному газу і на 74 % по нафті виводить ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів по своєму економічному значенню на перше місце серед основних загальнодержавних програм. Тому Статтею 7 Закону країни "О основах національної безпеки України" неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів визначене "Основною реальною і потенційною загрозою національній безпеці України, стабільності в суспільстві".

За даними Національного агентства України по питаннях забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів, енергоємність ВВП України в 2,6 рази перевищує середній рівень енергоємності ВВП розвинених країн.

Енергозбереження - це раціонально-ефективне використання енергії.

Фахівці довели, що споживання енергії, в середньому, може бути скорочене:

- у побуті на 34 %;
- на тваринницьких підприємствах на 40 %;
- у невеликих споживачів на 22 %;
- на транспорті на 24 %;
- у промисловості на 13-33 %.

Реалізація енергозбереження в тваринництві може проходити у декілька етапів:

- розробка попереднього техніко-економічного обґрунтування по питаннях забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів з оцінкою можливих варіантів підвищення ефективності використання машин, устаткування, освітлення, що допомагає точно оцінити сильні і слабкі сторони традиційного і енергоефективного підходів, визначити оптимальний для даного тваринницького підприємства проект і рівень первинних інвестицій;
- проведення енергетичного аудиту (контрольні заміри) системи механізації технологічних процесів і освітлення тваринницького підприємства;

- придбання енергозберігаючих машин та устаткування, у тому числі і для освітлення;
- якісно змонтувати машини і устаткування і проводити гарантійне обслуговування;
- моніторинг результатів програми по енергозбереженню на підприємстві.

При сучасному стані тваринницьких підприємств в країні найбільш типовими технічними аспектами енергозбереження в механізації технологічних процесів і освітлення є:

- заміна застарілих машин, устаткування і освітлювальних приладів високоекономічними і енергоефективними, такими, що мають високий ККД і підвищену надійність;
- використання високочастотних пускорегулюючих апаратів і систем;
- раціональний підбір і розміщення в технологічних процесах машин, устаткування і джерел світла за допомогою програмного забезпечення і оптимізація їх енерговитрат;
- зменшення кількості приладів для освітлення і раціональне розміщення тих, що залишилися;
- застосування системи автоматизованого дистанційного керування і контролю роботи технологічних процесів і операцій, а також системи освітлення;
- використання приладів цифрового управління потужністю технологічних процесів і освітлення.

Одним з найважливіших напрямів енергозбереження в тваринництві є впровадження енергозберігаючих технічних засобів, оптимізація потреби в технічних засобах і устаткування по критерію енергетичної ефективності з урахуванням розмірів ферми, систем і способів утримання, прийнятої технології годування, конструктивних особливостей споруд для утримання тварин, природно-кліматичних умов, продуктивності тварин (таблиця 1).

Таблиця 1 - Вплив енергозберігаючих технічних засобів в тваринництві на енергоємність виробничих процесів

Заходи	Напрямок зміни енергоємності технологічних операцій і виробничих процесів	
	збільшення	зменшення
Застосування енергозберігаючих машин і устаткування	-	Зменшення прямих витрат енергії і енергії, упередженої в техніці
Оптимізація кількості машин і устаткування в потокових технологічних лініях обслуговування тварин	-	Зменшення прямих витрат енергії і енергії, упередженої в техніці
Застосування причепів збільшеної вантажопідйомності для транспортування кормів, гною, підстилки	Збільшення витрат енергії, упередженої в додаткових технічних засобах	Зменшення прямих витрат енергії на транспортування кормів, гною, підстилки
Використання тракторів з двома і більш причепами на перевезенні кормів, гною, підстилки	-	Зменшення прямих витрат енергії і енергії, упередженої в людських ресурсах і техніці
Використання люмінесцентних і дугових ртутних ламп для освітлення приміщень ферм	-	Зменшення витрат електроенергії на освітлення
Впровадження регульованих електроприводів	Збільшення витрат енергії, упередженої в додаткових технічних засобах	Зменшення енерговитрат
Автоматизація установок і потокових технологічних ліній	Збільшення витрат енергії, упередженої в додаткових технічних засобах	Зменшення прямих витрат енергії і енергії, упередженої в людських ресурсах
Використання коней для перевезення невеликих партій вантажів і вантажів, які мають низьку щільність	Збільшення витрат енергії, упередженої в живій тязі і кормах	Зменшення енерговитрат

Застосування рекуперації тепла в системах вентиляції тваринницьких приміщень і теплохолодильних установках	Збільшення витрат енергії, упередметненої в додаткових технічних засобах	Зменшення енергозатрат на опалювання тваринницьких приміщень, підігрів води для технологічних потреб ферми, зменшення енергії, упередметненої в кормах, яка витрачається для підтримку температури тіла тварин
Раціоналізація техсервіса, своєчасне проведення ремонтів приміщень, допоміжних споруд, машин і устаткування	Збільшення витрат енергії упередметненої в додаткових технічних засобах і будівельних матеріалах	Зменшення енерговитрат
Забезпечення надійності енергосистеми в рахунок резервування енергетичних потужностей	Збільшення витрат енергії упередметненої в додаткових технічних засобах	Зменшення витрат енергії, що упередметнена в продукції молочної ферми

Матеріаломісткість техніки – це відношення маси енергетичного засобу до його потужності.

Важливим резервом зниження питомих витрат енергоресурсів машинно-тракторного парку є зниження матеріаломісткості техніки, яка використовується в технологічних процесах.

Наприклад, для колісних тракторів, які використовуються в Україні, матеріаломісткість вище, ніж в США на 25-30 %.

3.2 Оптимізація технічних засобів при приготуванні кормів

Останнім часом більшість сільськогосподарських підприємств України відмовилися від використання кормоцехів на тваринницьких фермах. Така ситуація є виправданою, тому що кормоцехи необхідні тільки при використанні у великих кількостях малопоживних і низькокалорійних кормів, які вимагають підготовки до згодовування і збагачення. Експлуатація кормоцехів пов'язана з додатковими витратами на перевезення, завантаження, переробку і змішування кормосумішей, а так само на будівництво і обслуговування приміщень, і придбання спеціального устаткування. Підвищення ефективності згодовування кормів у складі кормосумішей є дуже проблематичним. За даними Ясенецького перетравлення органічної речовини кормосуміші з силосу (сінажу), подрібненого сіна, коренеплодів і концентратів високопродуктивними коровами (5,5-6,5 тис. кг молока за лактацію) не мала переваги перед згодовуванням цих же кормів роздільно в натуральному вигляді.

Для виймання сінажу і силосу з траншей застосовують навантажувачі-подрібнювачі типу ПС-5,0, ПСК-5,0А, які одночасно подрібнюють корми. Завантаження з скирт, подрібнення сіна і соломи проводять навісними фуражирами ФН-1,2, ФН-1,4. На жаль, з перерахованих навантажувачів жоден не здійснює завантаження всіх видів кормів, а наявність на фермі декількох спеціальних навантажувачів економічно не вигідно. Тому енергозберігаючим є використання універсальних машин (ПЕ-0,8Б; ПУ-0,5; НГС-1,0 “Карпатець-1000С”; ПГ-1А “Карпатець”; ПГБ-1,0 “Карпатець-1020М”; НГП-0,5 “Карпатець-500Л”; НН-0,25; ПС-0,5; ПС-0,8Б).

Найбільш ефективним з погляду витрачання енергоресурсів є виключення додаткової підготовки соковитих і грубих кормів до згодовування. Цей метод полягає в закладці на зберігання кормів, які подрібнені з необхідними розмірами за рахунок вдосконалення конструктивних особливостей кормозбиральних комбайнів. Наприклад, в ПП “Могучий” Мелітопольського району Запорізької області силос, сінаж, солому закладають на зберігання в подрібненому вигляді, що виключає додаткову підготовку кормів до згодовування.

Вивантаження соковитих і грубих кормів з траншей і скирт проводять навантажувачем грейферним ПГ-1А “Карпатець-1060М”, який агрегатується з тракторами ЮМЗ-6 і ЮМЗ-80. Продуктивність навантажувача -120 т/год, а достатній виліт стріли і кут її повороту (270 град.) дає можливість проводити вантажні роботи в труднодоступних місцях без переїздів, що дозволяє значно економити енергетичні ресурси.

При організації повноцінного годування тварин важливе значення має раціональне використання концентрованих кормів. Для кращого перетравлення і засвоєння енергії концентрованих кормів їх необхідно подрібнювати. Зоотехнічні вимоги до підготовки концентрованих кормів передбачають розміри частинок для корів не більше 3 мм. У технології приготування кормів основними машинами є подрібнювачі ударної дії - молоткові дробарки. Простота конструкції, висока надійність в роботі, компактність, динамічна стабільність робочих режимів, високі швидкості робочих органів і безпосереднє з'єднання валу машини з електродвигуном обумовлює можливість їх широкого застосування.

Аналіз і техніко-економічна оцінка подрібнювачів кормів, показали, що основним недоліком дробарок КДУ-2, КДМ-2, ДКМ-5 є те, що у них високі питомі витрати електроенергії, велика матеріаломісткість і трудомісткість. Застосування дробарки ДЗ-Ф-2-1 на подрібненні зерна порівняно з КДУ-2 дозволяє зменшити питомі витрати електроенергії на 43-53%, підвищити продуктивність на 20%, понизити матеріаломісткість майже в 2 рази.

Для подрібнення зерна в господарствах найбільш доцільним є застосування дробарки ДМ-440У, яка має високу продуктивність і порівняно невелику енергоємність (3,4-5,2 кВт-год/т) і матеріаломісткість (63-96,4 кг-год/т). Особливістю використання нової дробарки ДМ-Ф-4-3 порівняно з ДКМ-5 є те, що остання має (майже в 1,5 рази) меншу енергоємність процесу подрібнення, зменшені габаритні розміри і масу машини, і на 25% більшу продуктивність.

Для малих тваринницьких ферм і особистих селянських господарств ВАТ “Новгород-Волинськсельмаш” запропонувала дробарку Д-0,6 “Мурашка”, енергоємність процесу подрібнення зерна якої складає 5,8-9,8 кВт-год/т, матеріаломісткість 130-216 кг-год/т, трудомісткість 1-1,66 люд.-год/т.

Значної економії енергії можна досягти налагодженням виробництва комбікормів безпосередньо в господарствах. Це дасть можливість уникати значних енергетичних витрат на автомобільні перевезення між господарствами і комбікормовими заводами. При цьому економиться близько 40% енергетичних ресурсів.

ВАТ “Уманьферммаш”, ВАТ “Охтирсельмаш” і ВАТ “Новгород-Волинськсельмаш” випускають устаткування для приготування комбікормів із зерна і білково-вітамінних і мінеральних добавок (БВМД) в умовах невеликих тваринницьких ферм сільськогосподарських підприємств, фермерських господарств, зерноосховищ.

Застосування для подрібнення зерна на молочній фермі на 450 корів дробарки ДМ-Ф-4-3 порівняно з дробаркою КДУ-2 дає річну економію електроенергії біля 2250 кВт-год.

3.3 Оптимізація технічних засобів при навантаженні, транспортуванні і роздаванні кормів

Для отримання високої молочної продуктивності важливо не тільки правильно збалансувати по живильних речовинах раціони, але і забезпечити технічну і технологічну реалізацію програми годування. Виконання цієї вимоги в значній мірі залежить від ефективної організації роздачі кормів, що є одним з енергоємних і трудомістких процесів.

В даний час на молочних фермах України поширена мобільна система роздачі кормів. Використання мобільних кормороздавачів порівняно із стаціонарними є ефективнішим з погляду витрачання енергетичних і трудових ресурсів.

Система стаціонарних транспортерів-роздавачів є дуже енерго- і металоємною, її реалізація пов'язана із значними експлуатаційними витратами. Наприклад, питома металоємність потокової технологічної лінії роздачі кормів з використанням стаціонарних стрічкових транспортерів для комплексу на 1200 корів з розрахунку на голову складає 53,5 кг, а при використанні мобільних кормороздавачів цей показник зменшується майже в 4 рази. На доставку і роздачу кормів кормороздавачем КТУ-10А на фермі з поголів'ям 1200 корів витрачається 17,9 люд.-год, а при використанні стаціонарного кормороздавача типу ТВК-80 в комплекті з мобільним кормороздавачем - 18,8 люд.-год.

Проведена оцінка енергоємності залежно від складу агрегату показала, що, мобільні кормороздавачі КТУ-10А і КПТ-10 з місткістю кузова 10 м³, доцільно використовувати на середніх і великих молочних фермах. Кормороздавач тракторний універсальний КТУ-10А агрегується з тракторами класу 1,4 типу МТЗ-80 і ЮМЗ-6АКМ.

Агрегування КТУ-10А з ЮМЗ-6АКМ має на 25 % менші питомі витрати дизельного палива в порівнянні з агрегуванням даного кормороздавача з трактором МТЗ-80.

Новий кормороздавач КПТ-10, який має на 12% меншу масу, чим КТУ-10А, може агрегуватися з тракторами класів 0,9 і 1,4. Агрегування КПТ-10 з трактором Т-40АМ (клас 0,9) дозволяє зменшити питомі витрати

дизельного палива в порівнянні з агрегатом КПТ-10 + ЮМЗ-6АКМ (клас 1,4) на 13,5 %, а в порівнянні з агрегатом КПТ-10 + МТЗ-80 (клас 1,4) - на 34,4 %.

На малих фермах доцільно використовувати мобільні малогабаритні кормороздавачі РММ-5, КПТ-5, РКП-4,5, які агрегуються з тракторами класів 0,6, 0,9 і 1,4, мають місткість кузова 5 м^3 і $4,5 \text{ м}^3$. Нові кормороздавачі КПТ-5 і РКП-4,5 в порівнянні з РММ-5 мають меншу вагу, відповідно на 2,7 % і 10 %, що зумовило зниження матеріаломісткості приблизно на 3%. Агрегування кормороздавачів РММ-5 і КПТ-5 з тракторами ХТЗ-2511 (клас 0,6) дозволяє зменшити питомі витрати дизельного палива порівняно з агрегатами РММ-5 + ЮМЗ-6АКМ і КПТ-5 + ЮМЗ-6АКМ на 47,9%, в порівнянні з агрегатами РММ-5 + Т-40ам і КПТ-5 + Т-40ам - на 44,2%.

Так, агрегат ЮМЗ-6АКМ + КПТ-10 дозволяє економити в процесі транспортування і роздачі кормів для 450 корів при прив'язному утриманні в порівнянні з агрегатом МТЗ-80 + КТУ-10А близько 2604 кг дизпалива за рік.

Більше 50% вантажів, які перевозяться тракторами в молочному скотарстві, мають низьку щільність. Для сіна щільність складає $0,08-0,12 \text{ т/м}^3$, для силосу – $0,25-0,35 \text{ т/м}^3$, для сінажу – $0,25-0,3 \text{ т/м}^3$. Щільність подрібненої соломи вологістю 9,8% складає $0,75 \text{ т/м}^3$, а гною з підстилкою вологістю 70-80% - $0,85-0,95 \text{ т/м}^3$.

Тому, для транспортування таких вантажів необхідні спеціальні причеми з достатньою місткістю кузова ($18-30 \text{ м}^3$; $45-60 \text{ м}^3$).

Для транспортування подрібнених кормів від кормозбиральних комбайнів доцільно використовувати причіп тракторний ПТ-8545-18 (місткість кузова 18 м^3), а для перевезення подрібненої соломи і сіна - причіп тракторний ПТ-8545-45 (місткість кузова 45 м^3). Дані причеми агрегуються з тракторами класу 1,4, дають можливість більш повно використовувати потужність трактора і економити дизельне паливо за рахунок збільшення об'ємів перевезень.

Досвід передових господарств свідчить про те, що поряд з високопродуктивною технікою в молочному скотарстві доцільно використовувати живу тягу. Але, за останніх 50 років поголів'я коней в Україні скоротилося майже в 9,4 разу. За даними Котелевського в 1941 р. в Україні налічувалося 4,7 млн. коней,

Таблиця 2 - Вплив складу транспортних і вантажних засобів молочної ферми на 450 корів прив'язного утримання (середньорічний надій 3600 кг молока) на питомі енерговитрати

Найменування процесу	І варіант			ІІ варіант			ІІІ варіант		
	Найменування і марка машин та агрегатів	Витрати дизельного палива, кг/рік		Найменування і марка машин та агрегатів	Витрати дизельного палива, кг/рік		Найменування і марка машин та агрегатів	Витрати дизельного палива, кг/рік	
		всього	з розрахунку на 1 ц молока		всього	з розрахунку на 1 ц молока		всього	з розрахунку на 1 ц молока
Завантаження, транспортування, роздавання кормів, всього зокрема:	—	13722,0	0,84	—	11118,0	0,68	—	11118,0	0,68
завантаження кормів	Навантажувач грейферний ПГ-1А „Карпатець-1060М”	3304,0	0,20	Навантажувач грейферний ПГ-1А „Карпатець-1060М”	3304,0	0,20	Навантажувач грейферний ПГ-1А „Карпатець-1060М”	3304,0	0,20
транспортування і роздавання кормів	Трактор МТЗ-80+ + кормороздавач КТУ-10А	10418,0	0,64	Трактор ЮМЗ-6АКМ + кормороздавач КПТ-10	7814,0	0,48	Трактор ЮМЗ-6АКМ + кормороздавач КПТ-10	7814,0	0,48
Транспортування гною до гноєсховища	Трактор МТЗ-80+ + причепа 2ПТС-4-887Б+2ПТС-4-887Б	4878,0	0,31	Трактор ЮМЗ-6АКМ + причепа 2ПТС-4-887Б+2ПТС-4-887Б	4439,0	0,27	Трактор ЮМЗ-6АКМ + причеп ПНН-Ф-6	3659,0	0,23
Всього	—	18600,0	1,15	—	15557,0	0,95	—	14777,0	0,91

у 1961 р. - 1,84, в 1971 р. - 1,32, в 1981 р. - 0,84, а в 1991 році залишилося лише 0,5 млн. коней.

Так, в сільськогосподарських підприємствах Мелітопольського району Запорізької області в 2002 р. налічувалися 204 коні. Це обумовлено дефіцитом нафтопродуктів, подорожчанням перевезень невеликих партій вантажів і вантажів, які мають низьку щільність (сіно, сінаж, солома). Використання живої тяги в 2-2,5 рази дешевше в порівнянні з тракторами і автомобілями. Особливо ефективним є використання коней на транспортних роботах під час бездоріжжя. Швидкість руху автомобіля в умовах бездоріжжя зменшується в 2-4 рази, а витрати палива на перевезення 1 тонни вантажу зростають в 1,5-3 рази. Швидкість руху колісних тракторів з причепами знижується при перевезенні вантажів по поганій дорозі в 2-2,5 рази, а витрати дизельного палива збільшуються на 30-50%.

За даними Національного наукового центру Інституту аграрної економіки в сільськогосподарських підприємствах степової зони на 1000 га ріллі необхідно мати 10-12 робочих коней. За оцінкою багатьох фахівців, при виконанні окремих операцій в молочному скотарстві в 10-15 разів вигідніше використовувати коней, чим трактори. На середній за розміром молочній фермі при підвезенні кормів кіньми можна щорічно економити до 20 тонн дизельного палива.

3.4 Оптимізація технічних засобів при доїнні та первинній обробці молока

Процес доїння є одним з найбільш енергоємних в молочному скотарстві. У сільськогосподарських підприємствах України переважає прив'язний спосіб утримання з технологічними лініями доїння корів в стійлах в молокопровід або в бідони. Найбільше розповсюдження на молочних фермах придбали агрегати АДМ-8 різних модифікацій.

Аналіз роботи різних доїльних установок показав, що енергоємність процесу доїння установками "Брацлавчанка" УДМ-100 і УДМ-200 на 5-7% менша, а матеріаломісткість на 2-36% нижче в порівнянні з агрегатами АДМ-8А-1 і АДМ-8А-2.

Найбільш економними з погляду витрачання енергетичних і матеріальних ресурсів є установки для доїння в бідони. Так, енергоємність процесу доїння установкою УДБ-100 складає 0,046 кВт-год/дойку, що на 52% менше ніж на УДМ-100, матеріаломісткість складає 13,3 кг-год/дойку, або на 52,5% нижче в порівнянні з УДМ-100. Але істотний недолік установок для доїння в бідони - це великі витрати ручної праці і напруженість роботи. Так, показник трудомісткості процесу доїння на УДБ-100 майже в 1,6 разів перевищує цей же показник на установці УДМ-100.

Отже, для підвищення ефективності процесу доїння в стійлах прогресивнішим способом є доїння в молокопровід. Доїльні установки АДМ-8А-1, АДМ-8А-2, УДМ-50, УДМ-100, УДМ-200 забезпечують не тільки процес доїння в стійлах, але і транспортування видоєного молока в приміщення молочних, груповий облік видоєного молока, фільтрацію, охолодження і збір його в ємкості для зберігання. Для доїння корів на малих фермах і особистих дворах застосовують доїльну установку з молокопроводом "Брацлавчанка" УДМ-50 і установки для індивідуального доїння УІД-10, УІД-20.

Прогресивним методом підвищення ефективності процесу доїння є організація машинного доїння корів в доїльних залах, на групових доїльних установках. При цьому трудомісткість процесу на установці УДТ-8 "Тандем" знижується в 2 рази порівняно з технологією доїння в молокопровід, але питомі витрати електроенергії збільшується майже в 3,7 разів.

При використанні доїльних установок УДМ-100 в порівнянні з доїльними агрегатами АДМ-8А-1 економія електроенергії складає 3246 кВт-год/рік.

При виробництві молока на фермах первинна обробка включає очищення від механічних домішок, охолодження свіжовидоєного молока до температури 10°C, тимчасове зберігання молока разового надою в герметичних резервуарах. Очищення і охолодження молока в потокових лініях проводять машинами типу АДМ-13000, ОМ-1А, ОМ-1.50.000.

Для збору, охолодження і короткочасного зберігання молока на молочних фермах застосовують резервуари-охолоджувачі в агрегаті з холодильними і теплохолодильними машинами і установками. Ефективність роботи резервуарів-охолоджувачів залежить від технічних характеристик холодильних і теплохолодильних установок.

Водоохолоджуюча установка УВ-10-01 працює в агрегаті з проточними охолоджувачами і резервуарами циркуляційного типу РПО-1,6, РПО-2,5, РОМ-0,6, РОМ-1,6, РОМ-2,5. Порівняно з установкою МХУ-8С водо охолоджуюча установка УВ-10-01 має на 31,5% більшу холодопродуктивність, при цьому енергоємність процесу охолодження менше на 15%, енергоємність холодовиробництва нижче на 18,1%, а матеріаломісткість - на 54%. Для охолодження молока в проточних системах з середньою інтенсивністю потоку 600-1000 л/год використовують водо охолоджуючі установки МВТ-20-1-0, АВ-30, МКТ-20-2-0. Серед них найбільшу холодопродуктивність має водоохолоджуючий агрегат АВ-30 - 32,5 Мкал/ч, що на 1,5% більше ніж у охолоджуючої машини МКТ-20-2-0. Охолоджуюча машина МКТ-20-2-0 порівняно з агрегатом АВ-30 має меншу енергоємність холодовиробництва і процесу охолодження молока, відповідно - на 16% і 16,7%. Істотною перевагою машини МКТ-20-2-0 є значно менша матеріаломісткість холодовиробництва і процесу охолодження молока порівняно з агрегатом АВ-30, відповідно - на 29,7% і 29,2%.

Теплохолодильні установки передбачені для охолодження води (холодоносія), і одночасного нагрівання води для санітарно-технічних потреб на молочних фермах. Найбільше розповсюдження в сільськогосподарських підприємствах України придбали теплохолодильні установки ТХУ-14 і ТХУ-23 вітчизняного виробництва. Установка ТХУ-14 порівняно з базовою машиною МВТ-14-1-0 дозволяє скоротити

енерговитрати на охолодження 1т молока на 30%, матеріаломісткість - на 20%, кількість агента для заправки - з 20 до 11 кг, машинного масла - з 7 до 3,5 кг. Порівняно з пересувною установкою ВОТ-10-2-0 стаціонарна установка ТХУ-14 має меншу енергоемність: холодовиробництва - на 52%, тепловиробництва - на 55%, процесу охолодження - на 50% і значно нижчу матеріаломісткість: процесу охолодження - на 35%, холодовиробництва - на 38%, тепловиробництва – на 40%.

Техніко-економічна оцінка процесу охолодження молока в охолоджувачах резервуарах показала, що резервуар-охолоджувач молока МКА2000Л-2А з рекуператором тепла використовують для збору, охолодження і зберігання молока добового надою без проміжного холодоносія (води) з одночасним отриманням теплої води для технологічних потреб. Резервуар МКА2000Л-2А дозволяє економити на підігріві води 2,5 тонни умовного палива протягом року. Показники енергоемності і матеріаломісткості процесу збору, охолодження і зберігання молока резервуару МКА2000Л-2А значно нижче в порівнянні з резервуаром ТОМ-2А, відповідно - на 45% і 63,5%.

Використання охолоджувача резервуару РОМ-1,6 в агрегаті з холодильною машиною МВТ-20-1-0 є недоцільним через високу енергоемність, яка складає 0,031 кВт-год/л, що на 24% більше в порівнянні з установками УВ-10-01 і ТХУ-14. До того ж, агрегування РОМ-1,6 з теплохолодильною установкою ТХУ-14 дозволяє економити значну кількість енергоресурсів на процесі підігрівання води для технологічних потреб ферми. Найбільша енергоефективність резервуару РОМ-2,5 досягається при агрегуванні його з охолоджуючою машиною МКТ-20-2-0. При цьому енергоемність процесу складає 0,018 кВт-ч/л, що на 10% менше, ніж з ТХУ-23, и на 21,8% нижче, ніж з МВТ-20-1-0.

При короткочасному зберіганні молока в резервуарах-термосах В2-ОМ2-Г-10 економія електроенергії в порівнянні з резервуарами-термосами РМГЦ-10 складає 584 кВт-год/рік.

На енергоемність виробництва молока впливає склад поточкових ліній. Визначення впливу складу поточкових технологічних ліній молочної ферми на 450 корів (з середньорічною продуктивністю 3600 кг молока) на витрати електроенергії наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Вплив складу потокових технологічних ліній молочної ферми на 450 корів прив'язного утримання (середньорічний надій 3600 кг молока) на енергоємність виробництва молока

Найменування процесу	І варіант				ІІ варіант				ІІІ варіант			
	Найменування і марка обладнання	Кількість обладнання, шт.	Витрати електроенергії, кВт-год./рік		Найменування і марка обладнання	Кількість обладнання, шт.	Витрати електроенергії, кВт-год./рік		Найменування і марка обладнання	Кількість обладнання, шт.	Витрати електроенергії, кВт-год./рік	
			всього	з розрахунку на 1ц молока			всього	з розрахунку на 1ц молока			всього	з розрахунку на 1ц молока
Водопостачання	Насос ЕЦВ6-7,2-120	1	9689	0,60	Насос ЭЦВ6-7,2-120	1	9689	0,60	Насос ЭЦВ6-7,2-120	1	9689	0,60
Видалення гною	Транспортер гноеприбиральний: ТСН-2,0Б КСН-Ф-100	5	10038	0,63	Транспортер гноеприбиральний КСГ-2	5	8532	0,53	Транспортер гноеприбиральний КСГ-2	5	8532	0,53
Доїння	Доїльний агрегат АДМ-8А-1	5	46369	2,86	Установка доїльна УДМ-100	5	43123	2,66	Установка доїльна УДМ-100	5	43123	2,66
Очищення, охолодження молока	Охолоджувач ОМ-1А	3	4107	0,26	Охолоджувач ОМ-1А	3	4107	0,26	Охолоджувач ОМ-1А	3	4107	0,26
Короткочасне зберігання охолодженого молока	Резервуар-термос РМГЦ-10	2	3504	0,22	Резервуар-термос В2-ОМ2-Г-10	2	2920	0,18	Резервуар-термос В2-ОМ2-Г-10	2	2920	0,18
Подрібнення концкормів	Дробарка КДУ-2	1	5250	0,32	Дробарка ДМ-Ф-4-3	1	3000	0,19	Дробарка ДМ-Ф-4-3	1	3000	0,19
Гаряче водо- і теплозабезпечення	Електрокотельня	-	55479	3,43	Электрoкoтeльня	-	55479	3,43	Електрокотельня, геліоустановка	-	43479	2,68
Освітлення	Лампы накаливания	-	15900	0,97	Лампы люминесцентні	-	9540	0,58	Лампы люминесцентні	-	9540	0,58
Всього	-	-	150336	9,29	-	-	136390	8,43	-	-	124390	7,68

3.5 Оптимізація технічних засобів при видаленні гною

Одним з трудомістких і енергоємних процесів в молочному скотарстві є прибирання і видалення гною. Для механізації процесу прибирання гною з приміщень при прив'язному утриманні тварин використовують транспортери ТСН-160А, ТСН-3,0Б, КСН-Ф-100, КСГ-1, КСГ-2, КСГ-3.

Аналіз процесу прибирання гною показує, що найменша енергоємність процесу прибирання гною досягається при застосуванні нових гноєприбиральних транспортерів КСГ-1, КСГ-2. Енергоємність процесу прибирання гною транспортером КСГ-2 на 30,8% менше в порівнянні з транспортером ТСН-160А і на 18,6% менше в порівнянні з транспортером КСН-Ф-100. Транспортер КСГ-2 має меншу праце- і матеріаломісткість процесу - 0,142 люд.-год/т і 257 кг-год/т, відповідно, що на 35,2% і 29,1% менше по зрівнянню з ТСН-160А. Для прибирання гною на малих молочних фермах розроблений і впроваджений у виробництво транспортер скребковий КСГ-3, який має продуктивність 5 т/год, енергоємність процесу – 1,04 кВт-год/т, трудоемкість – 0,2 люд.-год/т.

Використання трактора ЮМЗ-6АКМ з двома причепами марки 2ПТС-4-887Б для транспортування гною економить майже 439 кг дизельного палива в порівнянні з агрегатом МТЗ-80 + 2ПТС-4-887Б + 2ПТС-4-887Б. За рахунок використання трактора ЮМЗ-6АКМ з 6-тонним причепом марки ПНН-Ф-6 на транспортуванні гною до гноєсховища в порівнянні з агрегатом МТЗ-80 + 2ПТС-4-887Б + 2ПТС-4-887Б річна економія дизпалива складає 1219 кг

Одним з шляхів зниження енергоємності молока є підвищення ефективності використання тракторів і причепів при транспортуванні гною, кормів, підстилки. Для підвищення продуктивності тракторних поїздів і зниження питомих витрат палива необхідно збільшувати вантажопідйомність причепів.

У таблиці 4 нами приведена оцінка енергоємності транспортування гною, який відноситься до I класу вантажу різними тракторно-транспортними агрегатами. По наших підрахунках транспортування гною на відстань 2-2,5 км агрегатом ЮМЗ-6АКМ + ПНН-Ф-6 в 2,1 рази енергоекономічніше в порівнянні з агрегатом Т-40АМ + 2ПТС-4-887Б. Енергоємність транспортування гною агрегатом ЮМЗ-6АКМ + ПНН-

Ф-6 менше в порівнянні з агрегатом ЮМЗ-6АКМ + 2ПТС-4-887Б на 31,6%, в порівнянні з агрегатом МТЗ-80-2 + 2ПТС-4-887Б - на 44,5 %, в порівнянні з агрегатом Т-40АМ + ПНН-Ф - на 32,7%, в порівнянні з агрегатом МТЗ-80 + ПНН-Ф-6 - на 29,3%.

Таблиця 4 - Оцінка енергоємності процесу транспортування гною, кг/т

Склад тракторно-транспортного агрегату	Відстань перевезень, км.					
	2 – 2,5	2,6 – 3	4,1 – 5	6,1 – 7	8,1 – 9	9,1- 10
ХТЗ-2511 + ПТ-2	0,54	0,65	1,04	1,48	1,91	2,13
Т-40АМ + 2ПТС-4-887Б	0,73	0,87	1,37	1,95	2,52	2,81
ЮМЗ-6АКМ + 2ПТС-4-887Б	0,50	0,59	0,91	1,28	1,65	1,84
МТЗ-80 + 2ПТС-4-887Б	0,61	0,72	1,10	1,55	2,00	2,22
Т-40АМ + ПНН-Ф-6	0,50	0,61	0,96	1,37	1,77	1,98
ЮМЗ-6АКМ + ПНН-Ф-6	0,34	0,40	0,63	0,88	1,13	1,26
МТЗ-80 + ПНН-Ф-6	0,48	0,57	0,87	1,23	1,58	1,76
ЮМЗ-6АКМ + 2ПТС-4-87Б + 2 ПТС-4-887Б	0,41	0,50	0,78	0,95	1,44	1,60
МТЗ-80 + 2ПТС-4-887Б + 2ПТС-4-887Б	0,45	0,54	0,85	1,20	1,55	1,72

Використання агрегату ЮМЗ-6АКМ + 2ПТС-4-887Б + 2ПТС-4-887Б при перевезенні гною на відстань до 5 км в порівнянні з агрегатом ЮМЗ-6АКМ + 2ПТС-4-887Б дозволяє економити до 14% енергоресурсів. При використанні агрегату МТЗ-80 + 2ПТС-4-887Б + 2ПТС-4-887Б енергоємність процесу транспортування гною зменшується порівняно з агрегатом МТЗ-80 + 2ПТС-4-887Б на 25,6%.

Застосування гноєприбиральних транспортерів КСГ-2 порівняно з транспортерами ТСН-2,0Б і КСН-Ф-100 дозволяє щорічно економити на молочній фермі на 450 корів до 1506 кВт-год електроенергії.