

РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ ТАНКА-ОХОЛОДЖУВАЧА МОЛОКА TCool XXL

Роженко В., <https://orcid.org/0000-0002-5068-6536>,
Сімоник О., <https://orcid.org/0000-0001-8581-1619>,
Литовченко О., <https://orcid.org/0000-0002-8328-7195>
ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

Мета досліджень: визначити основні показники та відповідність вимогам чинних нормативів у процесі апробації сучасного танка-охолоджувача молока.

Методи досліджень – показники, які характеризують якість виконання технологічного процесу первинної обробки молока з використанням танка-охолоджувача молока TCool XXL виробництва фірми «GEA Farm Technologies» GmbH (Німеччина) визначали за методами СОУ 74.3-37-274. Оцінювання конструкції і технічних характеристик танка-охолоджувача молока проведено на відповідність вимогам ДСТУ ISO 5708.

Результати досліджень. У процесі первинної обробки молока охолодження є одним з найбільш ефективних способів збереження його технологічних властивостей. Танк-охолоджувач молока TCool XXL обладнаний двома компресорними агрегатами, які працюють на екологічно-безпечному хладоні R404A, Він характеризується досить високою надійністю та економічністю. Електронний блок TCool з електротехнічними пристроями, які забезпечують комутацію, захист, індикацію стану під'єднання електричних ланцюгів і доведення значень технологічних параметрів роботи, промивання резервуара, діагностику роботи холодильного агрегата та визначає пошкодження як у програмі, так і в механічній частині керує роботою танка-охолоджувача. Рівномірність розподілу жиру в молоці під час його охолодження та зберігання становить 99,0 %. Термоізоляція порожнини між внутрішньою і зовнішньою стінками забезпечує підвищення середньої температури охолодженого молока з вимкненим компресорно-конденсаторним агрегатом за 10 годин його зберігання, на + 1 °C (за нормативами не більше ніж на + 2 °C). Загальна тривалість технологічного процесу охолодження молока становить 2,55 годин, що відповідає нормативним вимогам (не більше 3 годин). Загальний час охолодження молока від двох доїнь складає 4,95 годин. Питомі витрати електроенергії становлять 4,25 кВт•год/1000 л, а прямі експлуатаційні витрати на використання танка-охолоджувача молока – 53,83 грн/1000 л.

Висновки. У конструкції складових частин танка-охолоджувача молока застосовані прогресивні інженерно-конструкторські рішення, які дають змогу забезпечити високу якість та надійність виконання технологічного процесу з охолодження молока, а також відповідність сучасним ергономічним вимогам. Використання танків-охолоджувачів молока серії TCool XXL виробництва фірми «GEA Farm Technologies» GmbH доцільне на великих фермах з добовим надоем більше 20000 л молока.

Ключові слова: конструкційні особливості, молоко, первинна обробка молока, танк-охолоджувач молока, технічні характеристики.

Постановка проблеми. Молоко є одним з найважливіших продуктів харчування. Молоко також характеризується як сприятливе середовище для розвитку молочнокислих і маслянокислих бактерій. Оптимальна температура для росту і розвитку

бактерій 25-40 °C та рівень рН 6,8 - 7,4 [1, 2, 3]. Основна мета охолодження молока – це гальмування розвитку в молоці мікроорганізмів, і тим самим зберігання його технологічних властивостей протягом тривалого часу. Молоко на фермах

охолоджують відкритим та закритим способами із застосуванням відповідного технологічного обладнання: резервуари різної місткості, пластинчасті і зрошувальні апарати. Устаткування для охолодження молока постійно вдосконалюється. Проблематичним залишається недостатній розвиток вітчизняного виробництва обладнання для первинної обробки молока. В Україні зараз функціонують буквально одиниці молочних ферм, які протягом доби виробляють 20 тис. т і більше молока, проте в перспективі очікується нарощування крупно товарного виробництва продукції. З-погляду на вищезазначене, важливо оцінити сучасні технічні засоби для охолодження великих об'ємів молока.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У процесі виробництва і отримання молока високої якості вирішальне значення належить первинній його обробці, тобто охолодженню. Відповідно до вимог чинного ДСТУ 3662 [4] молоко, під час його короткотермінового зберігання до відправки на молокозаводи, потрібно охолоджувати до температури не вище ніж 8 °С, що є суттєвим чинником для отримання високоякісного молока, як сировини для переробних підприємств. Серед факторів, які впливають на якість молока, основними є зоогігієна, корми, вода, повітря, зооветеринарні заходи, первинна обробка молока, умови доставки молока на молокопереробні підприємства [5].

Мета досліджень: визначити основні показники та відповідність вимогам чинних нормативів у процесі апробації сучасного танка-охолоджувача молока.

Виклад основного матеріалу досліджень. Апробацію танка-охолоджувача молока серії TCool XXL виробництва фірми «GEA Farm Technologies» GmbH (Німеччина) об'ємом 25000 літрів проводили на молочній фермі з поголів'ям 800 корів ПП «Агрофірма Розволожжя», с. Гайворон, Володарського району, Київської області [6]. Танк-охолоджувач використовували для охолодження і короткочасного зберігання молока із загальним добовим надоб'єм 22208 л. Умови проведення апробації

є типовими для такого виду обладнання.

Танк-охолоджувач молока (рисунк 1) складається з резервуара для молока закритого типу, двох холодильних агрегатів, двох мішалок, автомата промивання обладнання, електронного блока керування процесами охолодження молока та промивання, герметичного люка, вентиляційної насадки, драбини. Резервуар для молока циліндричної форми із зовнішнім діаметром 3000 мм, розташований горизонтально, виготовлений з нержавіючої сталі. У подвійному днищі резервуара розташований випарник, який забезпечує охолодження молока. Внутрішня частина покрита термоізоляцією. Резервуар встановлений на регульованих за висотою опорах. Для контролю за кількістю молока резервуар оснащено датчиком накопичення. На резервуарі змонтовано дві мішалками з приводами від мотор-редукторів, які перемішують молоко під час його охолодження і зберігання та запобігають утворенню вершків.



Рисунок 1 – Загальний вигляд танка-охолоджувача молока TCool XXL

Резервуар промивають комплектом обладнання до якого входять: циркуляційний насос, дозувальні насоси мийних засобів, всмоктувальний фільтр, клапани води, нагрівач, динамічні та обертові головки, які

забезпечують ефективне промивання внутрішньої поверхні резервуара (рисунк 2). У резервуарі встановлено вентиляційну насадку, яка унеможливує виникнення вакуумних руйнувань під час видалення молока та промивання обладнання. Резервуар оснащено герметичним люком. На резервуарі змонтовано драбину.



Рисунк 2 – Загальний вигляд автоматичної системи промивання обладнання

До складу холодильного агрегата (рисунк 3) входять компресорні агрегати, які працюють на екологічно-безпечному холодильному агенті R404A та конденсатори. Холодильні агрегати з'єднані мідними трубопроводами з випарником.



Рисунк 3 – Загальний вигляд холодильного агрегата

Електронний блок TCool керує роботою танка-охолоджувача. Електронний блок являє собою мікропроцесор нового покоління з постійною пам'яттю, в якій

зберігаються дані, занесені в блок. Він контролює роботу танка-охолоджувача молока, керує процесом автоматичного промивання і проводить діагностику роботи холодильних агрегатів (рисунк 4).



Рисунк 4 – Загальний вигляд процесорного пульта блока керування

Танк-охолоджувача заповнюється молоком, яке надходить від доїльної установки, автоматично. Після заповнення резервуара на 10 % номінального об'єму (мішалка вкрита молоком) оператор вмикає систему керування і далі молоко охолоджується автоматично. Мікропроцесорна система керування повністю контролює охолодження молока до температури $(4 \pm 1) ^\circ\text{C}$ та забезпечує постійну роботу мішалок, чим досягається рівномірне охолодження молока і розподіл жиру в молоці. У режимі зберігання молока мішалки вмикаються періодично через кожні 20 хв на 1 хв. У випадку підвищення температури молока, під час зберігання, більше ніж на $+1 ^\circ\text{C}$ вмикається холодильний агрегат та мішалки для його доохолодження. Кількість молока в резервуарі визначають вимірювальною лінійкою за тарувальною таблицею та датчиком накопичення. Після видалення молока з танка-охолоджувача вмикається автоматичний процес промивання обладнання.

Основні результати апробації танка-охолоджувача молока наведені в таблиці 1.

Як свідчать результати апробації, конструкція танка-охолоджувача молока забезпечує параметри роботи, регламенто-

**Таблиця 1 – Результати апробації
танка-охолоджувача молока**

Показники призначення	
Вид роботи	Охолодження молока
Номінальна місткість, л	25000
Габаритні розміри танка-охолоджувача, мм: довжина / ширина / висота	5130 / 3000 / 3585
Встановлена потужність, кВт	23,56
Показники якості роботи	
Тривалість охолодження молока першого надою від 35 °С до 4 °С за умови заповнення внутрішнього резервуара на 50 % від номінального об'єму, год	2,55
Тривалість охолодження молока другого надою від 11 °С до 4 °С за умови заповнення резервуара з 50 % до 100 % номінального об'єму, год	2,4
Якість отриманого молока, ґатунок	Вищий
Показники надійності	
Коефіцієнт готовності	1,0
Енергетичні показники	
Споживана потужність, кВт	20,52
Питомі витрати енергії, кВт-год/1000 л	4,50
Економічні показники	
Прямі експлуатаційні витрати, грн/1000 л	53,83
Кількість персоналу, осіб	1

Таблиця 2 – Залежність температури молока (t) від тривалості охолодження (T)

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T, хв.	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	155	165
t, °С	34	34	34	32,6	30	27,5	23,4	18,4	13,4	10	5	4	4

вані ДСТУ ISO 5708 [7]. Слід відмітити, що показники зоотехнічного оцінювання обладнання визначені згідно з СОУ 74.3-37-274 [8], ДСТУ ISO 5708 [7] та ДСТУ 3662 [4]. За період апробації встановлено, що танк-охолоджувач молока забезпечує його охолодження на задовільному рівні. Показники якості молока після охолодження та короткотривалого зберігання відповідають вимогам ДСТУ 3662 [4].

Для визначення показників залежності температури молока першого надою (11502 л) від тривалості його охолодження було проведено 13 вимірювань температури молока, в процесі охолодження, з інтервалом у 15 хвилин протягом процесу охолодження. Отримані результати апробації наведені в таблиці 2 і на рисунку 5.

Під час охолодження 11502 л молока

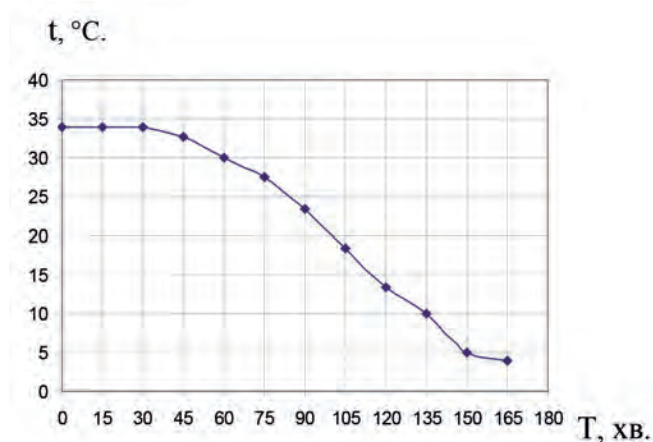


Рисунок 5 – Графік залежності температури молока (t) від тривалості охолодження (T)

від температури + 34 °С до температури + 4 °С його температура знижувалась у межах від + 2 °С до + 4 °С за кожні 15

хвилин, а загальна тривалість його охолодження становила 2,55 годин, що відповідає вимогам ДСТУ EN 13732 [9] (не більше 3 годин). Рівномірність розподілу жиру в молоці становить 99,0 %. Під час охолодження молока утворення криги на стінках резервуара не відмічено. Підвищення середньої температури охолодженого молока, за вимкненого компресорно-конденсаторного агрегата під час його зберігання протягом 10 год., не перевищує + 2 °С. Блок керування забезпечує промивання резервуара для молока в автоматичному режимі.

Електричне обладнання відповідає вимогам нормативних документів з електричної безпеки. Номінальні параметри елементів електричного обладнання відповідають режимам його роботи, завантаженість електричного обладнання становить 74 %, що свідчить про оптимальну комплектацію електричним обладнанням танка-охолоджувача молока. За результатами експлуатаційно-технологічного оцінювання встановлено, що загальний час охолодження молока від двох доїнь становить 4,95 годин. Питомі витрати електричної енергії становлять 4,25 кВт · год/1000 л. Обслуговування танка-охолоджувача не є трудомістким. Витрати праці на його експлуатацію становлять 0,05 люд.-год/1000 л. Прямі експлуатаційні витрати на використання танка-охолоджувача складають 53,83 грн/1000 л. До складу танка-охолоджувача молока входить комп'ютерна система контролю за технологічними процесами охолодження, зберігання молока, промивання й дезінфекції обладнання. Все це забезпечує задовільне виконання технологічного процесу охолодження та короткотермінове зберігання молока. Охолоджене молоко після закінченні бактерицидної фази зберігає якість свіжовидоєного молока та відповідає нормам до вищого гатунку.

Результати досліджень свідчать, що величина витрат основного часу на охолодження 1 т молока зворотно-пропорційна відсотку використання номінальної місткості резервуара охолоджувача. Витрати

часу на охолодження 1 т молока за використання резервуарів із більшою місткістю значно нижчі, ніж за використання охолоджувачів малих об'ємів. У випадку використання охолоджувача TCool-25000 витрати часу на охолодження 1 т молока становлять 14 хвилини, а використання охолоджувачів місткістю до 10000 л – від 30 хвилин.

За результатами апробації танки-охолоджувачі молока серії TCool XXL, виробництва фірми GEA Farm Technologies GmbH, занесені до Державного реєстру технічних засобів для АПК України.

Висновки. У конструкторській частині танка-охолоджувача молока застосовані прогресивні інженерно-конструкторські рішення, які дозволяють забезпечити високу якість та надійність виконання технологічного процесу з охолодження молока, а також відповідність сучасним ергономічним вимогам. Результати апробації засвідчують, що величина витрат основного часу на охолодження однієї тони молока зворотно-пропорційна відсотку використання номінальної місткості резервуара охолоджувача. Витрати часу на охолодження 1 т молока за використання резервуарів із більшою місткістю значно нижчі, ніж за використання охолоджувачів малих об'ємів. У випадку використання охолоджувача TCool-25000 витрати часу на охолодження 1 т молока становлять 14 хвилини, а використання охолоджувачів місткістю до 10000 л – від 30 хвилин. Загальна тривалість технологічного процесу охолодження молока становить 2,55 годин, що відповідає нормативним вимогам (не більше 3 годин). Використання танків-охолоджувачів молока серії TCool XXL виробництва фірми GEA Farm Technologies GmbH доцільно на великих фермах з добовим надоем більше 20000 л молока.

Література

1. Технология охлаждения молока - Механизмы и технологии <https://mehanika.ru> > Технологии > Технология охлажде-

ния молока.

2. Оборудование для охлаждения молока – SAC www.sacmilking.ru > collection > ohlazhdenie.

3. Охлаждение молока и молочных продуктов. <https://www.infrost.ru> > ohlazhdenie-moloka-i-molochnyh-produktov.

4. ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови.

5. Смоляр В.І. Комплекс заходів з підвищення якості молока / В.І. Смоляр / Вісник Дніпропетровського ДАУ. – Дніпропетровськ, 2011. – № 2. – С. 151-155.

6. Протокол випробувань танків-охолоджувачів молока серії TCool XXL. – № 2428/1101-01-2019. – УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

7. ДСТУ ISO 5708:2005 Танки для охолодження молока.

8. СОУ 74.3-37-274:2005. Техніка сільськогосподарська. Комплекси обладнання для молочних ферм. Методи випробувань.

9. ДСТУ EN 13732:2014 Устаткування для харчової промисловості. Охолоджувальні резервуари для молока наливом на фермі. Вимоги щодо робочих характеристик, безпеки та гігієни.

Literature

1. Milk cooling technology - Mechanisms and technologies <https://mehanik-ua.ru> > Technologies > Milk cooling technology.

2. Milk cooling equipment - SAC www.sacmilking.ru > collection > ohlazhdenie.

3. Cooling of milk and dairy products. <https://www.infrost.ru> > ohlazhdenie-moloka-i-molochnyh-produktov.

4. DSTU 3662: 2018 Raw cow's milk. Specifications.

5. Smolyar V.I. A set of measures to improve the quality of milk / V.I. Smolyar / Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian University. - Dnepropetrovsk, 2011. - № 2. - P. 151-155.

6. Test report of milk cooling tanks TCool XXL series. - № 2428 / 1101-01- 2019. - UkrNDIPVT them. L. Pogorily.

7. DSTU ISO 5708: 2005 Tanks for cooling milk.

8. SOU 74.3-37-274: 2005. Agricultural machinery. Complexes of equipment for dairy farms. Test methods.

9. DSTU EN 13732: 2014 Equipment for the food industry. Cooling tanks for milk in bulk on the farm. Performance, safety and hygiene requirements.

Literatura

1. Tekhnolohyia okhlazhdenyia moloka - Mekhanyzmy y tekhnolohy <https://mehanik-ua.ru> > Tekhnolohyy > Tekhnolohyia okhlazhdenyia moloka.

2. Oborudovanye dlia okhlazhdenyia moloka – SAC www.sacmilking.ru > collection > ohlazhdenie.

3. Okhlazhdenye moloka y molochnykh produktov. <https://www.infrost.ru> > ohlazhdenie-moloka-i-molochnyh-produktov.

4. DSTU 3662:2018 Moloko-syrovyna koroviache. Tekhnichni umovy.

5. Smoliar V.I. Kompleks zakhodiv z pidvyshchennia yakosti moloka / V.I. Smoliar / Visnyk Dnipropetrovskoho DAU. – Dnipropetrovsk, 2011. – № 2. – S. 151-155.

6. Protokol vyprobuvan tankiv-okholodzhuvachiv moloka serii TCool XXL. – № 2428/1101-01-2019. – UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho.

7. DSTU ISO 5708:2005 Tanky dlia okholodzhennia moloka.

8. SOU 74.3-37-274:2005. Tekhnika silskohospodarska. Kompleksy obladnannia dlia molochnykh ferm. Metody vyprobuvan.

9. DSTU EN 13732:2014 Ustatkovannia dlia kharchovoi promyslovosti. Okholodzhuvalni rezervuary dlia moloka nalyvom na fermi. Vymohy shchodo robochykh kharakterystyk, bezpeky ta hiiieny.

UDC 637.133.1

RESULTS OF APPROVAL OF THE COOLING TANK MILK TCool XXL

Rozhenko V., <https://orcid.org/0000-0002-5068-6536>,
Simonik O., <https://orcid.org/0000-0001-8581-1619>,
Litovchenko O., <https://orcid.org/0000-0002-8328-7195>
SSO «L. Pogorilyy UkrNDIPVT»

Summary

The purpose of research: to determine the main indicators and compliance with current regulations in the process of testing a modern milk cooler tank.

Research methods - indicators that characterize the quality of the technological process of primary milk processing using a milk cooler tank TCool XXL manufactured by "GEA Farm Technologie"s GmbH (Germany) were determined by the methods of SOU 74.3-37-274. Evaluation of the design and technical characteristics of the milk cooler tank was carried out in accordance with the requirements of DSTU ISO 5708.

Research results. In the process of primary processing of milk, cooling is one of the most effective ways to preserve its technological properties. The TCool XXL milk tank cooler is equipped with two compressor units that run on environmentally friendly R404A refrigerant and is characterized by high reliability and economy. The operation of the cooling tank is controlled using an electronic control unit TCool, which contains electrical devices that provide switching, protection, status indication of connected electrical circuits and proof of technological parameters of its operation, tank flushing, as well as diagnostics of the refrigeration unit and detects damage, both in the program and in the mechanical part of the cooling tank. The uniformity of fat distribution in milk during its cooling and storage is 99.0%. Thermal insulation of the cavity between the inner and outer walls provides an increase in the average temperature of chilled milk, when the compressor-condenser unit is turned off for 10 hours of storage, by $+1^{\circ}\text{C}$ (according to standards not more than $+2^{\circ}\text{C}$). The total duration of the technological process of milk cooling is 2,55 hours, which meets the regulatory requirements (not more than 3 hours). The total cooling time of milk from two milkings is 4,95 hours. Specific electricity consumption is 4.25 kWh / 1000 liters. Direct operating costs for the use of the milk cooler tank are UAH 53.83 / 1000 liters.

Conclusions. In the design of the components of the milk cooler tank, advanced engineering and design solutions are used, which allow to ensure high quality and reliability of the technological process of milk cooling, as well as compliance with modern ergonomic requirements. The use of milk cooler tanks of the TSool XXL series manufactured by GEA Farm Technologies GmbH is advisable on large farms with a daily milk yield of more than 20,000 liters of milk.

Key words: design features, milk, primary milk processing, milk cooler tank, technical characteristics.

УДК 637.133.1

РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ ТАНКА-ОХЛАДИТЕЛЯ МОЛОКА TCool XXL

Роженко В., <https://orcid.org/0000-0002-5068-6536>,
Симоник О., <https://orcid.org/0000-0001-8581-1619>,
Литовченко О., <https://orcid.org/0000-0002-8328-7195>
ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

Аннотация

Цель исследований: определить основные показатели и соответствие требованиям действующих нормативов в процессе апробации современного танка-охладителя молока.

Методы исследований - показатели, характеризующие качество выполнения технологического процесса первичной обработки молока с использованием танка-охладителя молока TCool XXL производства фирмы "GEA Farm Technologies" GmbH (Германия) определяли по методам СОУ 74.3-37-274. Оценку конструкции и технических характеристик танка-охладителя молока проведено на соответствие требованиям ДСТУ ISO 5708.

Результаты исследований. В процессе первичной обработки молока, охлаждение является одним из наиболее эффективных способов сохранения его технологических свойств. Танк-охладитель молока TCool XXL оборудован двумя компрессорными агрегатами, работающими на экологически безопасном хладоне R404 и характеризуется достаточно высокой надежностью и экономичностью. Управление работой танка-охладителя осуществляется с использованием электронного блока управления TCool, содержащим электротехнические устройства, обеспечивающие коммутацию, защиту, индикацию состояния подключенных электрических цепей и доведение значений технологических параметров его работы, промывки резервуара, а также проводит диагностику работы холодильного агрегата и определяет повреждения как в программе так и в механической части танка-охладителя. Равномерность распределения жира в молоке во время его охлаждения и хранения составляет 99,0 %. Термоизоляция полости между внутренней и внешней стенками обеспечивает повышение средней температуры охлажденного молока, при выключенном компрессорно-конденсаторном агрегате за 10 часов его хранения на + 1 °С (по нормативам не более чем на + 2 °С). Длительность технологического процесса охлаждения молока составляет 2,55 часов, что соответствует нормативным требованиям (не более 3 часов). Общее время охлаждения молока от двух доений составляет 4,95 часов. Удельные затраты электроэнергии составляют 4,25 кВт ч / 1000 л. Прямые эксплуатационные затраты на использование танка-охладителя молока составляют 53,83 грн / 1000 л.

Выводы. В конструкции составных частей танка-охладителя молока применены прогрессивные инженерно-конструкторские решения, позволяющие обеспечить высокое качество и надежность выполнения технологического процесса по охлаждению молока, а также соответствие современным эргономическим требованиям. Использование танков-охладителей молока серии TCool XXL производства фирмы "GEA Farm Technologies" GmbH целесообразно на крупных фермах с суточным удоем более 20000 л молока.

Ключевые слова: конструкционные особенности, молоко, первичная обработка молока, танк-охладитель молока, технические характеристики.