

Функционально-стоимостной анализ системы санитарной обработки доильной установки

Максим Михайлович Маслов, Владимир Юрьевич Матвеев, Александр Евгеньевич Крупин, Евгений Борисович Миронов
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Нижегородская обл., г. Княгинино, Россия, mslvmax@bk.ru

Аннотация. В статье проведен анализ систем санитарной обработки с использованием методики функционально-стоимостного анализа. Целью работы является обоснование наиболее рационального направления совершенствования системы санитарной обработки доильной установки. Для реализации поставленной цели была разработана функциональная модель данной системы, проведен анализ значимости выполняемых функций и анализ себестоимости в разрезе значимости функций. В результате функционально-стоимостного анализа было выявлено, что наиболее рациональным направление совершенствования является программная часть доильной установки – изменение содержания циклов и их продолжительности.

Ключевые слова: система санитарной обработки, доильная установка, автомат промывки, функционально-стоимостной анализ.

Для цитирования: Маслов М. М., Матвеев В. Ю., Крупин А. Е., Миронов Е. Б. Функционально-стоимостной анализ системы санитарной обработки доильной установки // Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 113–116. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i10pp113-116>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Functional and cost analysis of the system of sanitary treatment of the milking unit

Maxim M. Maslov, Vladimir Yu. Matveev, Alexander E. Krupin, Evgeny B. Mironov
Nizhniy Novgorod State Engineering and Economic University, Nizhniy Novgorod, Knyaginino, Russia, mslvmax@bk.ru

Abstract. The article analyzes the sanitary treatment systems using the methodology of functional and cost analysis. The purpose of the work is to substantiate the most rational direction of improving the system of sanitary treatment of a milking machine. To achieve this goal, a functional model of this system was developed, an analysis of the significance of the functions performed and an analysis of the cost in the context of the significance of the functions was carried out. As a result of the functional and cost analysis, it was revealed that the most rational direction of improvement is the software part of the milking unit – it is a change in the content of cycles and their duration.

Keywords: sanitary treatment system, milking machine, washing machine, functional and cost analysis.

For citation: Maslov M. M., Matveev V. Yu., Krupin A. E., Mironov E. B. Functional and cost analysis of the system of sanitary treatment of the milking unit. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2021;(10): 113–116 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i10pp113-116>.

Введение. Молоко является неотъемлемой частью продовольственной корзины и одним из важнейших поставщиков в организм человека животных белков, жиров и микроэлементов. Согласно рекомендациям института питания РАН, годовое потребление молочных продуктов должно составлять не менее 392 кг/чел. [7]. Основным поставщиком данного вида продукции являются товарные фермы сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств. Для обеспечения максимальной производительности все современные фермы оснащаются автоматизированными доильными установками.

Основной проблемой автоматизации процесса доения является отложение белково-жировых частиц в процессе транспортировки молока. Эти и другие отложения являются питательной средой для развития микроорганизмов, количество которых в соответствие с ГОСТом 31450-2013 «Молоко питьевое. Технические условия», Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» в молоке должно быть минимальным [2, 9, 10]. Система санитарной обработки создана для устранения этой проблемы, а, следовательно, её главной полезной функцией является обеспечение требуемого качества очистки доильного оборудования.

Проблеме санитарной обработки доильных установок посвящено множество научных работ, в частности Цоя Ю.А., Кирсанова В.В., Палия А.П., Козлова А.Н., Шатрукова В.И., Кравченко В.Н., Мазаева Ю.В. и др. [3, 4, 5, 6]. Однако, несмотря на значительную проработку вопроса, проблему решить до конца не удалось.

Целью работы является обоснование наиболее рациональных направлений совершенствования и модернизации системы санитарной обработки доильной установки, оснащенной автоматом промывки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи.

1. Создать функциональную схему работы системы санитарной обработки доильной установки.
2. Произвести расчет значимости элементов системы.
3. Произвести и проанализировать результаты функционально-стоимостного анализа системы санитарной обработки доильной установки.

Методика исследований. Для реализации поставленной цели лучше всего подходит функционально-стоимостной анализ – метод комплексной технико-экономической оценки системы, основанный на сравнении влияния значимости выполняемой функции и приведенных эксплуатационных затрат.



Данный метод основан на предположении о том, что нормирующим условием для распределения затрат служит значимость элемента. Следовательно, если по какой-то из функций существует несоответствие значимости элемента затратам на его содержание.

Объектом функционально-стоимостного анализа является система санитарной обработки доильной установки, оснащенной автоматом промывки.

Результаты исследований. С целью формулирования функций исследуемой системы необходимо создать функциональную схему системы санитарной обработки доильной установки, оснащенной автоматом промывки (рис. 1).

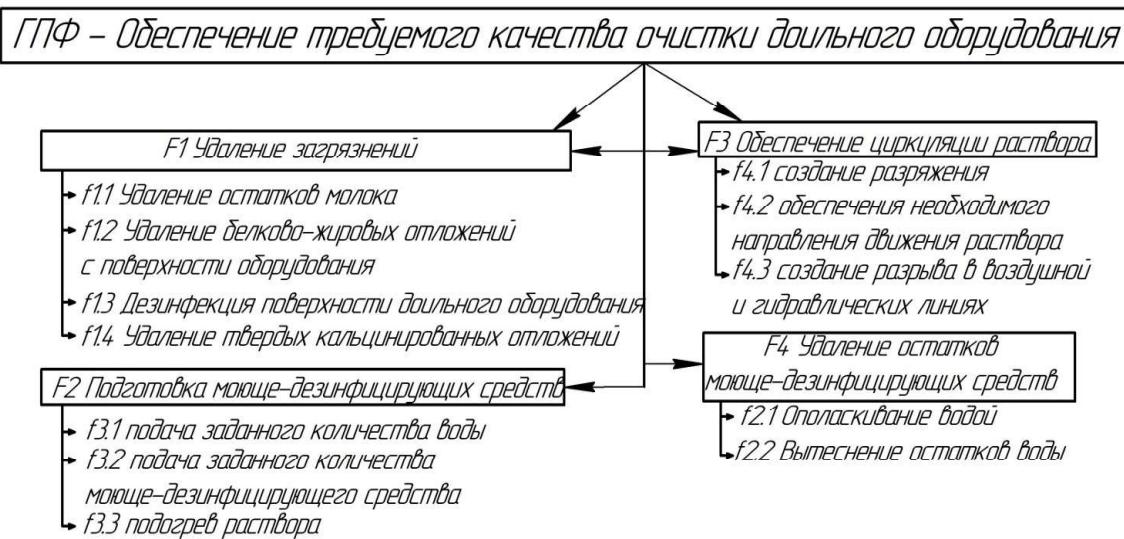


Рис. 1. Функциональная схема системы санитарной обработки доильной установки, оснащенной автоматом промывки

Анализируя функциональную схему данной системы, основной функцией являются F1, дополнительными F2, F3 и F4. При этом стоит отметить, что функция F4 предназначена для борьбы с вредными последствиями использования моюще-дезинфицирующих средств и предотвращения их попадания в молоко.

Система санитарной обработки доильной установки состоит из автомата промывки, включающего в себя блок управления и блок подготовки моюще-дезинфицирующего раствора, молокопровода с запорно-распределительной арматурой, вакуумной линии, молокоприемника, вакуумного насоса и системы промывки доильных аппаратов.

Для соотнесения значимости элементов и затрат на их содержание необходимо определить значимость функций. Для расчета числовой величины значимости используем расчетно-экспертный метод определения значимости элементов системы санитарной обработки доильной установки – метод парных сравнений. Данный метод основан на попарном сравнении элементов и анализе результата по следующему критерию: если элемент важнее другого, ставят (+), если нет (–), если элементы равнозначны (±). Потом подсчитывает количество (+) и (–), а за (±) ставят полбала, результат дает значимость функции в баллах (табл. 1) [1, 6].

Таблица 1

Результаты анализа значимости элементов системы, полученных методом парных сравнений

Элемент конструкции	Элемент конструкции						$\Sigma +$	V_i
	1	2	3	4	5	6		
1. Блок автоматики	0	+	±	+	±	+	4	38 %
2. Блок подготовки моюще-дезинфицирующего раствора	–	0	–	–	–	+	0,5	5 %
3. Молокопровод с запорно-распределительной арматурой	±	–	0	–	±	+	2	19 %
4. Вакуумная линия	–	–	±	0	–	+	1,5	14 %
5. Вакуумный насос	±	–	±	–	0	+	2	19 %
6. Системы промывки доильных аппаратов	–	–	–	–	–	0	0,5	5 %
$\Sigma -$	4	3,5	3,5	4	3,5	0,5	10,5	100 %
Приоритет	1	5	2	4	3	6		

Анализируя результаты значимости элементов, полученные расчетно-экспертным методом, наибольшее значение на выполнение основной функции является блок автоматики, регламентирующие последователь-



ность и продолжительность циклов циркуляционной очистки. Значимость данного элемента показывает целесообразность модернизации и совершенствования системы санитарной обработки доильной установки именно в направлении оптимизации содержания и последовательности циклов работы.

Однако, для окончательного выбора направлений модернизации и совершенствования элементов системы необходимо определить кроме их влияния на главную полезную функцию еще и размер эксплуатационных затрат. Результаты функционально-стоимостного анализа приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты ФСА системы санитарной обработки доильной установки

Элемент	Функция	Значимость функции, %	Эксплуатационные затраты, %
1. Блок автоматики	F1-4	38 %	22
2. Блок подготовки моюще-дезинфицирующего раствора	F2	5 %	30
3. Молокопровод с запорно-распределительной арматурой	F3	19 %	22
4. Вакуумная линия	F3	14 %	4
5. Вакуумный насос	F3	19 %	17
6. Системы промывки доильных аппаратов	f1.2-1.4	5 %	5

Наиболее оптимальным элементом для совершенствования и модернизации с точки зрения функционально-стоимостного анализа является элемент, у которого наименьшая степень соответствия эксплуатационных затрат у его значимости. Для определения степени соответствия строится функционально-стоимостная диаграмма (рис. 2).

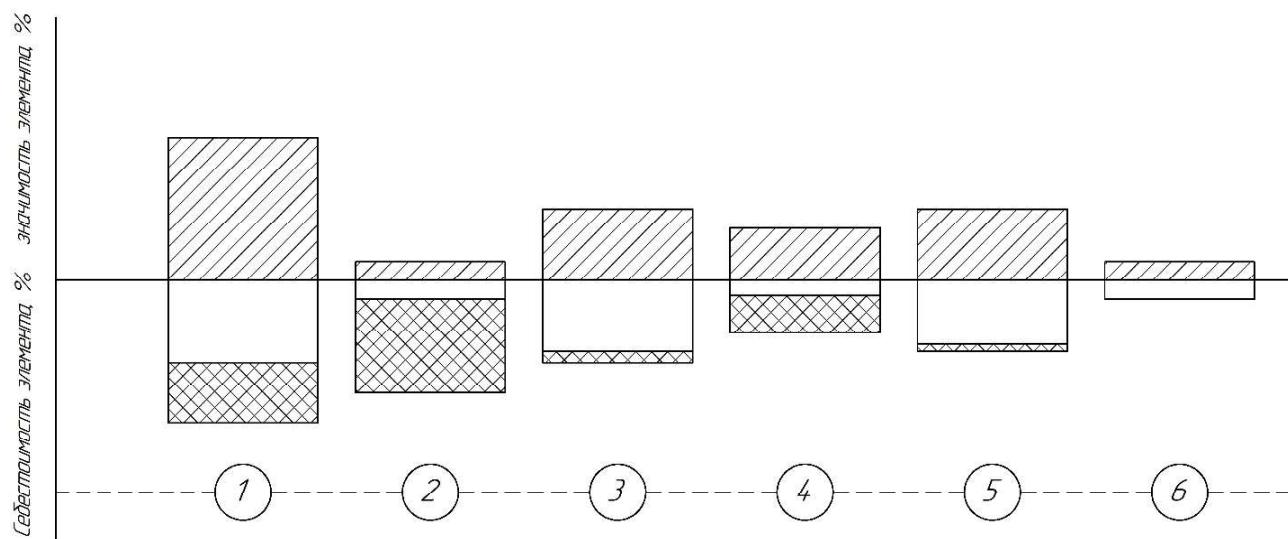


Рис. 2. Диаграмма соотношения значимости функций и себестоимости содержания:

- 1 – блок автоматики;
- 2 – блок подготовки моюще-дезинфицирующего раствора;
- 3 – молокопровод с запорно-распределительной арматурой;
- 4 – вакуумная линия;
- 5 – вакуумный насос;
- 6 – системы промывки доильных аппаратов

Основной задачей данной диаграммы является выявление зон диспропорции, то есть зон избыточных затрат на элемент, а также определение зон функциональной недостаточности для разработки решений по совершенствованию системы.

На диаграмме наибольшее значение диспропорции имеет блок подготовки моюще-дезинфицирующего раствора, блок автоматики и вакуумная линия. Однако, состояния вакуумной линии только опосредовано влияет на качество санитарной обработки. Состояние данного элемента фактически влияет только на скорость и режим движение моюще-дезинфицирующего раствора. Конструктивно данный элемент представляет трубопровод с соединительной арматурой и его модернизация практически невозможна.

Блок подготовки моюще-дезинфицирующего раствора конструктивно представляет емкость с нагревательным раствором, в которую подается заданное количество компонентов моюще-дезинфицирующего раствора. Управление этим процессом осуществляется по средствам блока автоматики. Изменение этой конструкции также затруднительно.

Данные факты дают повод исключить эти элементы из дальнейшего рассмотрения.



Заключение. Таким образом, по результатам функционально-стоимостного анализа наиболее рациональными местами совершенствования данной системы является блок автоматики.

Блок автоматики выполняет функции управления процессом циркуляции моюще-дезинфицирующего раствора. Важность данной функции обусловлена необходимость обеспечения пробкового турбулентного потока, без осуществления которого невозможно обеспечение надлежащего качества очистки. На современных доильных установках автомат так же отвечает и за эжекцию воздуха с целью облегчения образования воздушно-жидкостной пробки.

В результате проведенного анализа оптимальным местом приложения усилий по модернизации системы санитарной обработки доильной установки, оснащенной автоматом промывки, является блок автоматики. Наиболее перспективным способом модернизации данного элемента является изменение содержания циклов и их продолжительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байбурин А. Х. Применение приемов ТРИЗ и ФСА в организационно-технологических решениях. Челябинск, 2015. 144 с.
2. ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия». М., 2013. 14 с.
3. Измайлова А. Ю., Цой Ю. А., Кирсанов В. В. Технологические основы алгоритмизации и цифрового управления процессами молочных ферм. М., 2019. 120 с.
4. Козлов А. Н., Шатруков В. И. Экспериментальные исследования механической очистки молочной магистрали доильной установки // Технические науки - агропромышленному комплексу России: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Челябинск, 2017. С. 158–163.
5. Кравченко В. Н., Мазаев Ю. В. Способ санитарной обработки молочного оборудования. Патент на изобретение RU 2648147, 22.03.2018. Заявка №2016127600 от 08.07.2016.
6. Максимов А. Д., Мартынов А. А. Методика применения моделей ТРИЗ при совершенствовании способа обработки поверхностей вращения // Инновационные технологии реновации в машиностроении: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию факультета «Машиностроительные технологии» и кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н. Э. Баумана / под общ. ред. В. Ю. Лавриненко. М., 2019. С. 201–203.
7. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. М., 2009. 36 с.
8. Палий А. П. Исследование процесса очистки доильных установок различного типа после доения // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. 2014. № 112. С. 109-114.
9. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (TP TC 033/2013). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499050562>.
10. Технический регламент Таможенного союза TR TC 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320560>.

REFERENCES

1. Bayburin A. Kh. Application of TRIZ and FSA techniques in organizational and technological solutions. Chelyabinsk; 2015.144 p.
2. GOST 31449-2013 "Raw cow's milk. Technical conditions ". Moscow; 2013. 14 p.
3. Izmailov A. Yu., Tsoi Yu. A., Kirsanov V. V. Technological bases of algorithmization and digital control of dairy farm processes. Moscow; 2019. 120 p
4. Kozlov A. N., Shatrukov V. I. Experimental studies of mechanical cleaning of the milk line of the milking installation // Technical sciences - to the agro-industrial complex of Russia: materials of the International scientific-practical conference. Chelyabinsk; 2017: 158–163.
5. Kravchenko V. N., Mazayev Yu. V. Method of sanitary processing of milk equipment. Invention patent RU 2648147, 03/22/2018. Application No. 2016127600 dated 07/08/2016.
6. Maksimov A. D., Martynov A. A. Methodology for the application of TRIZ models when improving the method of processing surfaces of rotation. Innovative technologies of renovation in mechanical engineering: International scientific-practical conference, dedicated the 150th anniversary of the Faculty of Engineering Technologies and the Department of Materials Processing Technologies of the Moscow State Technical University named after N.E. Bauman / ed. V. Yu. Lavrinenko. Moscow, 2019: 201–203.
7. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. Moscow; 2009. 36 p.
8. Palyi A. P. Research of the cleaning process of milking installations of various types after milking // Scientific and technical bulletin of the Institute of Livestock of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine; 2014. No. 112. P 109-114.
9. Technical regulations of the Customs Union «On the safety of milk and dairy products» (TR CU 033/2013). URL: <http://docs.cntd.ru/document/499050562>.
10. Technical Regulations of the Customs Union TR CU 021/2011 «On food safety». URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560>.

Статья поступила в редакцию 05.07.2021; одобрена после рецензирования 03.08.2021; принятая к публикации 10.08.2021.
The article was submitted 05.07.2021; approved after reviewing 03.08.2021; accepted for publication 10.08.2021.

