

УДК 631.22.013
AGRIS J15

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/16>

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ КОРОВЬЕЙ КОЖИ

©*Джуварлинская Э. Р.*, Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, ecivarlinskaya@gmail.com
©*Мамедов Г. Б.*, Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, m_qabil@rambler.ru

MODELING AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE COW SKIN MECHANICAL CLEANING PROCESS

©*Juvarlinskaya E.*, Azerbaijan State Agricultural University,
Ganja, Azerbaijan, ecivarlinskaya@gmail.com
©*Mammadov G.*, Azerbaijan State Agricultural University,
Ganja, Azerbaijan, m_qabil@rambler.ru

Аннотация. Используемые сенсорные рецепторы бывают тепловые, механические, световые и болевые раздражители. Чтобы кожа в полной мере выполняла свои функции, за ней необходимо правильно ухаживать. При содержании животных в правильных условиях и санобработке их организма повышается их устойчивость к внешним воздействиям. Следует отметить, что разработанные для животноводства технология и технологическое оборудование недостаточно физиологически связаны с ними. Многие исследования не рассматривали животное как систему с высокой генетической и нейронной информацией, в результате чего животное рассматривалось как отдельный инженерно-биологический объект, а не как цельный объект исследования. Попытки компенсировать несовместимость технического элемента с физиологическими процессами инстинктивными требованиями и поведенческой реакцией животного не увенчались успехом. Целью данного исследования было конструктивно и технологически обосновать механическую очистку коровьих шкур с помощью математической модели и эксперимента. Для построения математической модели развития такой сложной биотехнической системы, как механическая очистка поверхности кожи коровы, был выбран системный подход, основанный на формальных методах: информационных, функциональных и физиологических признаках. Предварительные экспериментальные исследования показывают, что качество очистки кожи имеет множество параметров процесса: конструктивные (длина чистящих элементов, изгиб, модуль упругости, диаметр стержня рабочей части), показатели качества (загрязнение кожи), режимные параметры (цена вакуума, расход воздуха, движение аппарата, скорость). Поэтому второй этап экспериментального исследования включал в себя изучение схемы эксперимента, разработанной на основе рабочей гипотезы. Полученные результаты позволили установить поверхность отклика, определить зависимость искомых параметров от группы факторов. Анализируя эту поверхность, можно сделать выводы об оптимальных значениях конструктивных и режимных параметров.

Abstract. First of all, the contact of the organism with the environment occurs through it. Numerous sensory receptors perceive thermal, mechanical, light and pain stimuli. In order for the skin to fully perform its functions, it must be properly cared for. When animals are kept in

the right conditions and their body is sanitized, their resistance to external effects increases. It should be noted that the technology and technological equipment developed for animal husbandry are insufficiently physiologically related to them. In addition, the researchers did not consider the animal as an element of a system with high genetic and neural information, as a result of which the animal was considered as a separate engineering and biological object, and not as a whole object of research. Attempts to compensate for the incompatibility of the technical element with physiological processes by instinctive requirements and behavioral reaction of the animal were unsuccessful. The purpose of this study was to constructively and technologically substantiate the mechanical cleaning of cow skins using a mathematical model and experiment. To construct a mathematical model of the development of such a complex biotechnical system as mechanical cleaning of the cow skin surface, a systematic approach based on formal methods was chosen: informational, functional and physiological signs. Preliminary experimental studies show that the quality of skin cleaning has many process parameters: constructive (length of cleaning elements, bending, modulus of elasticity, diameter of the rod of the working part), quality indicators (skin contamination), operating parameters (vacuum price, air consumption, movement of the device, speed). Therefore, the second stage of the experimental study included the study of the experimental scheme developed on the basis of a working hypothesis. The results obtained made it possible to establish the response surface, to determine the dependence of the desired parameters on a group of factors. Analyzing this surface, it is possible to draw conclusions about the optimal values of design and operating parameters.

Ключевые слова: кожный покров, загрязнение кожи, очистка кожи, схема очистки, математическое моделирование, параметры очистки, механическая очистка.

Keywords: skin, skin contamination, skin cleaning, cleaning scheme, mathematical modeling, cleaning parameters, mechanical cleaning.

Одним из основных факторов, влияющих на качество и количество получаемого продукта, а также определяющих физиологическое состояние животного, является чистота его тела и кожи. Кожа вокруг тела имеет хорошо развитую кровеносную и нервную систему. Кожа играет большую физиологическую роль. В первую очередь через нее происходит контакт организма с окружающей средой. Многочисленные сенсорные рецепторы получают тепловые, механические, световые и болевые раздражители [1–3].

Чтобы кожа в полной мере выполняла свою функцию, за ней необходимо правильно ухаживать. Уход за кожей животных в товарных молочных и мясных хозяйствах должен быть адаптирован к механизированным технологиям [4].

При содержании животных в правильных условиях и санобработке их организма повышается их устойчивость к внешним воздействиям. В литературе [5–7] отмечается, что при систематическом механическом воздействии на кожу коровы количество молока составляет 7 ... 12%, а жирность молока — 0,1 ... 0,3%.

Это подразумевает необходимость регулярной механической очистки кожи животного. Полная механическая обработка кожи позволяет очистить кожу от загрязнений, эпидермальных чешуек, выпадения волос, микроорганизмов и паразитов. Кроме того, при механической чистке кожи происходит ее массаж, раздражаются рецепторы, открываются потовые капилляры, улучшается кровообращение, повышается общий тонус организма.

Многие исследователи в своих трудах показывают, что данные, необходимые для управления биологическим элементом, можно определить следующим образом: значимые переменные для поддержания системы в течение длительного времени, а также их неприемлемость в кризисных ситуациях получения цен [8, 9]. Оптимальные значения таких переменных могут сильно различаться. Разработанные для животноводства технология и средства недостаточно физиологически связаны с ними [10].

В качестве объекта исследования были выбраны рабочие объекты устройства, механически очищающего коровью шкуру. Исследование основано на математическом моделировании и анализе результатов экспериментальной работы. Для построения математической модели развития такой сложной биотехнической системы, как механическая очистка поверхности кожи коровы, необходим системный подход, основанный на формальных методах: информационных, функциональных и физиологических свойствах [11, 12].

Применяя их последовательно, можно выделить взаимодействующие элементарные контуры (подсистемы) моделируемого объекта, определить связи между структурами и элементами при декомпозиции и структурировании, оценить свойства и параметры при параметризации [13], уточнить зависимости между параметрами системы. Определены энергетические, материальные и информационные связи. Можно выявить зависимости между внешними и внутренними факторами и полученными показателями. В работах ряда исследователей отмечается, что морфологические свойства систем характеризуются межэлементными связями [14–17].

Энергетические отношения характеризуют энергосиловой аспект взаимодействия элементов (тепловой, электрической, механической, энергии питания). Материальные отношения определяют транспортировку, обмен или изменение физических характеристик обслуживаемого объекта. Информационная связь определяет сбор, обработку и анализ информации о работе отдельных подсистем и системы в целом. Отношения между оператором и техническим кольцом состоят в основном из материальных и информационных связей. Это основано на том, что оператор получает информацию от технического кольца и физически воздействует на него, изменяя текущую ситуацию при необходимости.

Для анализа биотехнической системы используются те или иные известные концептуально-методологические аспекты: к ним относятся системно-функциональные, системно-временные, системно-интегральные аспекты. Наиболее подходящей системой для процесса механической обработки кожи является функциональный принцип анализа. Это рекомендуется для систем, которые гарантируют, что конечный результат работы или конкретные результаты соответствуют конечной цели.

Входные данные, характеризующие эффективную работу системы, разбиты на две группы. Подход к каждой группе и принцип обучения очень разные (Рисунок). В результате можно с достаточной точностью прогнозировать эффективность механической обработки кожи при определенных ограничениях и условиях. В этом случае все параметры, представляющие факторы, следует считать определенными. В этом случае их можно использовать для оптимизации механических средств покрытия кожи. Во вторую группу данных входят G и I. Их сложно удержать на одном уровне. Но их не следует игнорировать. Потому что в это время невозможно получить объективное представление о процессе работы технического кольца системы. Необходимо построить их статистические характеристики. Это позволяет выявить закономерности или зависимости их изменения, оценить их качество и количество. Поэтому актуально применение методов статистического и имитационного

моделирования [12] для обоснования оптимальных параметров и режимов работы сложной биотехнической системы.

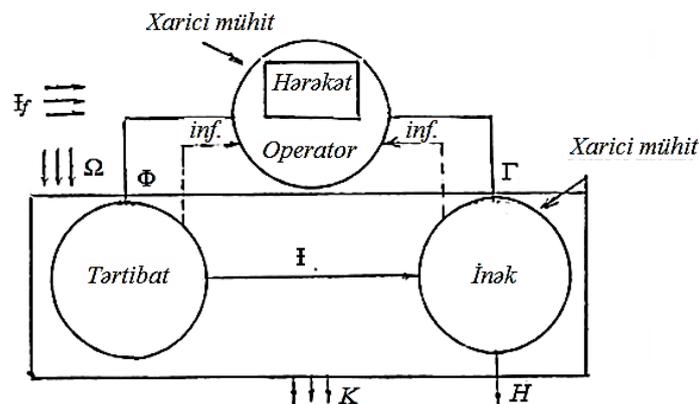


Рисунок. Схема биотехнической системы очистки коровьей шкуры: Φ , Γ , İ və İf — функционально-технологические факторы, влияющие на техническую конструкцию, животное и систему; Ω — управленческое воздействие на режим работы технического проекта; Физиолого-технологические показатели продуктивности H -коров; K — выходные производственно-экономические показатели; инф. — информационный поток

Когда взаимодействие между подсистемами сложной биотехнической системы определяется на основе статистического и имитационного моделирования, это позволяет оптимизировать входные параметры биотехнической системы, механически обрабатывающей шкуру коровы, и обосновать выходные данные.

Выходные данные H и K определяют реакцию биотехнологической системы на изменение факторов Φ и İf , а также учитывают влияние второй группы данных Γ и İ . Состояние процесса механической обработки коровьей кожи определяется как параметр, изменяющийся при системном подходе, что позволяет в любой момент времени найти выходные данные.

По существующей технологии механической обработки воловьих шкур во время операции, когда животное находится в связанном положении на лапе, оператор подходит к корове, запускает, запускает и останавливает машину. Все последовательные операции воздействуют на животное, в результате чего меняется его состояние, иначе говоря, корова переходит из одного состояния в другое.

Таким образом, наблюдается сложная биотехническая система механической обработки воловьей кожи и условно разделяем ее на три подсистемы: человек–оператор– C_o , корова (объект воздействия) — C_h , конструкция (средство воздействия) — C_t .

На основании анализа исследований по механической обработке шкур животных принимаем следующие состояния систем:

По животному — C_{h1} -животное в нормальном физиологическом состоянии, полученный продукт хорошего качества; C_{h2} — животное находится в нормальном физиологическом состоянии, но его продуктивность снижается; C_{h3} — животное в плохом состоянии, но качество молока удовлетворительное; C_{h4} — животное в нарушенном состоянии, наблюдается снижение продуктивности и качества молока.

По конструкции C_{t1} — конструкция находится в рабочем состоянии, способствует получению продукции высокого качества; C_{t2} — конструкция в рабочем состоянии, но требует корректировки параметров режима проектирования, товар высокого или среднего

качества; C_{13} — отказывается работать, снижает качество продукта; C_{14} — процедура недееспособна.

По оператору C_{01} — оператор осуществляет процесс механической обработки коровьих шкур в соответствии с технологическим регламентом и способствует получению продукции высокого качества; C_{02} — оператор не полностью соблюдает технологический регламент, не способствует получению продукции высокого качества; C_{03} — оператор нарушает технологический регламент, что приводит к получению продукции низкого качества.

Здесь нарушается работа «конструкторской» подсистемы, ухудшается физиологическое состояние «животной» подсистемы.

Например, рассмотрим динамику перехода системы из одного состояния в другое. Если коров чистят пешком, то остальные коровы следуют за движениями оператора и слышат звук устройства. Когда операция не выполняется должным образом, соседние коровы в стаде испытывают стресс. В этом случае нарушается нормальное физиологическое состояние, животному требуется время для успокоения, продлевается время на выполнение операции. Исходя из вышеизложенного, четыре возможных состояния животных: C_{h1} , C_{h2} , C_{h3} , C_{h4} .

Оператор должен отрегулировать конструкцию, чтобы воздействовать на все подсистемы, обращать внимание на движения коровы, обращать внимание на скорость движения рабочей части устройства по грязной коже. Способность системы в целом зависит от ее возможностей, знаний и навыков, а также от качества работы.

Однако нельзя упускать из виду тот факт, что оператор не будет обслуживать только одно животное и не может уделять больше времени одному животному. Очистка кожи — тяжелая работа, для этого требуется много физических усилий, а в итоге это вызывает усталость.

Однако оператор должен выполнять все операции последовательно, не нарушая технологический регламент. Из вышеизложенного видно, что оператор требует большого внимания и физических нагрузок. Исходя из технологических операций, выполняемых оператором, и интенсивности его труда, принимаем три ситуации в системе «человек-оператор»: C_{01} , C_{02} , C_{03} .

К условиям технической системы относится следующее: отделить засохшую грязь от кожи и предотвратить стресс. Зажимной механизм должен иметь возможность в достаточной степени прижимать жесткие щетки к коже. Здесь приняты четыре состояния технической подсистемы — C_{11} , C_{12} , C_{13} , C_{14} .

Эффективность системы механической обработки кожи заключается в получении качественного продукта. Показателями эффективности биотехнической системы можно считать: качество очистки кожи, качество продукта. Основной задачей сложной биотехнической системы является использование потенциала биологического объекта для получения максимально качественной продукции. Процесс механической очистки коровьей шкуры в доступных источниках. В доступных источниках очень сложно найти аналитические зависимости, выражающие процесс механической очистки коровьей шкуры и математические модели, отражающие сложность явления биотехнической системы. Используем принцип вероятностно-статистической модели для построения более общей и адекватной математической модели функционирования системы в заданных производственных условиях. Это, в свою очередь, позволяет синтезировать соответствующие эффекты управления с учетом стохастических условий внешней среды системы [19].

Предварительные экспериментальные исследования показали, что качество очистки кожи определяется рядом технологических параметров: конструктивными (длина чистящих

элементов, изгиб, модуль упругости, диаметр стержня рабочей части), показателями качества (загрязнение кожи), параметры режима (цена вакуума, расход воздуха, скорость движения аппарата). Поэтому второй этап экспериментального исследования включал в себя изучение схемы эксперимента, разработанной на основе рабочей гипотезы.

Полученные результаты позволили определить значения Q (м³/сек) и P (Па), обеспечивающие стабильную работу системы. Так, при величине разрежения (20 ... 25).103 Па вал аппарата вращался со скоростью 155 ... 235 сек⁻¹, а расход воздуха составлял 0,98 ... 1,04 л/сек, что равно 3,5 ... 3,75 м³/ч (примерно до расхода воздуха доильным аппаратом). Кроме того, следует отметить, что при таком значении вакуума можно подавать достаточное количество дезинфицирующего раствора (около 1 л/мин).

На следующем этапе оценивали качество работы устройства коэффициент (K) и усилие (H), затрачиваемое на перемещение устройства с очищаемой поверхностью.

Результаты лабораторных исследований показали, что за один проход устройства через очищаемую поверхность удаляется 40...45% пригоревшей грязи, а за второй процесс — 80 ... 90% грязи по сравнению с предыдущее состояние. В третьем проходе зазор составил 85 ... 95%.

Поэтому принято, что устройству достаточно дважды пройти через очищаемый участок. Сила, необходимая для перемещения устройства, определялась по результату двух поездок. Качество работы (K) и энергоёмкость (N) оценивали по двум группам факторов: конструктивным и режимным факторам. В результате он позволяет определить оптимальные расчетные параметры конструкции, а также наиболее эффективный режим работы. Первый фактор — это длина L чистящих элементов, диаметр чистящих элементов d и модуль упругости E материала, из которого изготовлены чистящие элементы. Вторыми факторами являются скорость вращения вала устройства ω (величина разрежения может регулироваться), величина изгиба чистящих элементов δc (сила сжатия чистящих элементов на очищаемую поверхность) и скорость движения прибора по поверхности v . Полученные результаты позволили установить поверхность и, определить зависимость искомых параметров от группы факторов. Анализируя эту поверхность, можно сделать выводы об оптимальных значениях конструктивных и режимных параметров.

По результатам анализа можно сделать следующие выводы. Улучшить качество конструкции можно за счет обеспечения большого изгиба (δc) чистящих элементов. Однако это требует больших усилий со стороны оператора, чтобы обеспечить плотное прижатие чистящих элементов к телу коровы. Допустимое значение чистящих элементов $\delta c = 1,8 ... 2,3$ мм. Значение угловой скорости $\omega = 210 ... 235$ рад/сек на определенной поверхности тела чистящих элементов соответствует качественному режиму работы устройства..

Список литературы:

1. Соколов В. Е., Чернова О. Ф. Кожные железы млекопитающих. М.: ГЕОС, 2001. 647 с.
2. Ata U. Mesleki teknik eğitim ve MEGEP öğretim programlarına öğrenci ve öğretmen yaklaşımları (Bilişim Teknolojileri Alanında uygulama): Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2007. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.664031>
3. Weller R. B., Hunter H. J. A., Mann M. W. Clinical dermatology. John Wiley & Sons, 2014.
4. Тиняков Г. Г. Гистология мясопромышленных животных. М.: Пищ. пром-сть, 1980. 416 с.

5. Hayvan yetişdiriciliği ve sağlığı. Meme hastalıklarının kontrolü. Ankara: Milli Eğitim bakanlığı, 2017. 74 s.
6. Ünal E. Fatih. Süt sığırlarında Meme sağlığı ve Hastalıkları // Sağım Teknikleri. Süt Hayvancılığı Eğitim merkezi Yayınları. Bursa. 2001.
7. Watters R. D., Schuring N., Erb H. N., Schukken Y. H., Galton D. M. The effect of premilking udder preparation on Holstein cows milked 3 times daily // Journal of dairy science. 2012. V. 95. №3. P. 1170-1176. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4388>
8. Əliyev M. M., Bayramova H. H., İbrahimova L. R., Məmmədova G. R. Yüksək məhsuldar cins qaramalın sanitar-gigiyenik qiymətləndirilməsi // Elmi-praktik konfransın materialları. Gəncə: ADAU, 2019. S. 147-148.
9. Соловьев С. А., Сидоров Г. Н., Корсаков Н. Г. Исполнительные механизмы системы "человек - машина - животное". Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2001. 178 с.
10. Serap Göncü. Sığırcılık. Ankara: Akademisyen kitapevi, 2020. 734 s.
11. Базаров М. К., Железякова Т. А., Нефедов Ю. В. Математические методы в управлении. Оренбург, 2014. 363 с.
12. Зельдович Я. Б., Мышкис А. Д. Элементы прикладной математики. М.: Наука, 1972. 592 с.
13. Сидняев Н. И. Статистический анализ и теория планирования эксперимента. М., 2017. 195 с.
14. Таха Х. А. Введение в исследование операций. М.: Вильямс, 2005. 901 с.
15. Тетерядченко А. И. Разработка адаптивного доильного аппарата и обоснование режимов его работы при доении в бидон: автореф.... канд. техн. наук. Мичуринск, 2017. 23 с.
16. Морозов Н. М. Научно-технический прогресс в животноводстве. М.: Знание, 1980. 40 с.
17. Логачева О. В. Повышение эффективности доения коров переносными доильными аппаратами с регулятором вакуума: автореф. ... канд. техн. наук. Саратов, 2015. 23 с.
18. Крупкина Т. В. Математическая статистика. Красноярск: СФУ, 2009.
19. Базаров М. К., Огородников П. И. Мах информации при min сложности методов количественного анализа. Екатеринбург, 2008. 357 с.

References:

1. Sokolov, V. E., & Chernova, O. F. (2001). *Kozhnye zhelezy mlekopitayushchikh*. Moscow. (in Russian).
2. Ata, U. (2007). *Mesleki teknik eğitim ve MEGEP öğretim programlarına öğrenci ve öğretmen yaklaşımları (Bilişim Teknolojileri Alanında uygulama)* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü). <https://doi.org/10.31795/baunsobed.664031>
3. Weller, R. B., Hunter, H. J., & Mann, M. W. (2014). *Clinical dermatology*. John Wiley & Sons.
4. Tinyakov, G. G. (1980). *Gistologiya myasopromyshlennykh zhiivotnykh*. Moscow. (in Russian).
5. Hayvan yetişdiriciliği ve sağlığı (2017). Meme hastalıklarının kontrolü. Ankara: Milli Eğitim bakanlığı.
6. Ünal, E. (2001). Fatih. Süt sığırlarında Meme sağlığı ve Hastalıkları. Sağım Teknikleri. Süt Hayvancılığı Eğitim merkezi Yayınları, Bursa.

7. Watters, R. D., Schuring, N., Erb, H. N., Schukken, Y. H., & Galton, D. M. (2012). The effect of premilking udder preparation on Holstein cows milked 3 times daily. *Journal of dairy science*, 95(3), 1170-1176. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4388>
8. Əliyev, M. M., Bayramova, H. H., İbrahimova, L. R., & Məmmədova, G. R. (2019). Yüksək məhsuldar cins qaramalın sanitar-gigiyenik qiymətləndirilməsi. In *Elmi-praktik konfransın materialları*, Gəncə, 147-148.
9. Solovev, S. A., Sidorov, G. N., & Korsakov, N. G. (2001). Ispolnitel'nye mekhanizmy sistemy "chelovek - mashina - zhivotnoe". Ekaterinburg. (in Russian).
10. Serap Göncü (2020). Sığırcılık. Ankara.
11. Bazarov, M. K., Zhelezyakova, T. A., & Nefedov, Yu. V. (2014). Matematicheskie metody v upravlenii. Orenburg.
12. Zeldovich, Ya. B., Myshkis, A. D. (1972). Elementy prikladnoi matematiki. Moscow. (in Russian).
13. Sidnyaev, N. I. (2017). Statisticheskii analiz i teoriya planirovaniya eksperimenta. Moscow. (in Russian).
14. Takha, Kh. A. (2005). Vvedenie v issledovanie operatsii. Moscow. (in Russian).
15. Teteryadchenko, A. I. (2017). Razrabotka adaptivnogo doil'nogo apparata i obosnovanie rezhimov ego raboty pri doenii v bidon: avtoref.... kand. tekhn. nauk. Michurinsk. (in Russian).
16. Morozov, N. M. (1980). Nauchno-tekhnicheskii progress v zhivotnovodstve. Moscow. (in Russian).
17. Logacheva, O. V. (2015). Povyshenie effektivnosti doeniya korov perenosnymi doil'nymi apparatami s regulatorom vakuuma: avtoref. ... kand. tekhn. nauk. Saratov. (in Russian).
18. Krupkina, T. V. (2009). Matematicheskaya statistika. Krasnoyarsk.
19. Bazarov, M. K., & Ogorodnikov, P. I. (2008). Max informatsii pri min slozhnosti metodov kolichestvennogo analiza. Ekaterinburg. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 27.05.2022 г.

Принята к публикации
02.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Джуварлинская Э. Р., Мамедов Г. Б. Моделирование и экспериментальное исследование процесса механической очистки коровьей кожи // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №7. С. 127-134. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/16>

Cite as (APA):

Juvarlinskaya, E., & Mammadov, G. (2022). Modeling and Experimental Study of the Cow Skin Mechanical Cleaning Process. *Bulletin of Science and Practice*, 8(7), 127-134. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/16>