УДК 637.115

DOI: 10.35887/2305-2538-2020-4-54-62

ПРЕИМУЩЕСТВА РОБОТОВ ПЕРЕД ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ДОЕНИЯ КОРОВ

¹Симонов Геннадий Александрович¹Никифоров Владислав Евгеньевич²Филиппова Ольга Борисовна¹ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук»²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. Переход от механизированного труда на автоматические доильные системы и доильные роботы определяет новый уровень задач в современном молочном скотоводстве. На базе молочной фермы «Племзавод Родина» Вологодской области проведено изучение технологических особенностей доения с помощью роботов (VMS «DeLaval») в сравнении с традиционным доением. Для опытов были использованы коровы черно-пестрой породы. Изучали молочную продуктивность коров, сроки их использования в хозяйстве при беспривязном содержании и роботизированном доении, исследовали качество получаемого молока. Установлено, что при роботизированном доении на VMS «DeLaval» повышается качество молока. Количество соматических клеток уменьшилось на 260-580 тыс./см³, бактериальная обсемененность снизилась на 60 тыс./см³ по сравнению с молоком от коров при традиционной технологии доения. При традиционной технологии доения товарность молока составляла 90 %, а при роботизированной – 97 %. Применение технологии роботизированного доения коров, у которых молочная продуктивность выше 7000 кг, позволило увеличить срок их хозяйственного использования на 1 лактацию. Удой у таких коров был выше на 7 – 10 % по сравнению с традиционным доением. При традиционной технологии количество доений в сутки составляло в среднем 2,2, а при роботизированной технологии – 3,3. Сервис-период при роботизированном доении и беспривязном содержании у коров был короче на 50 дней по сравнению с традиционным способом.

Ключевые слова: роботизированная технология доения, коровы, молоко, качество, эффективность.

ADVANTAGES OF ROBOTS OVER TRADITIONAL COW MILKING TECHNOLOGY

¹Simonov Gennady¹Nikivorov Vladislav²Filippova Olga¹FSBIS “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”²FSBSI “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”

Abstract. The shift from mechanized labor to automatic milking systems and milking robots is setting a new level of challenge in modern dairy farming. On the basis of the dairy farm “Plemzavod Rodina” of the Vologda region, the study of technological features of milking using robots (VMS “DeLaval”) in comparison with traditional milking was carried out. In experiments, black and white Friesian cows were used. We studied the milk productivity of cows, the timing of their use in the farm with free maintenance and robotic milking, and studied the quality of the resulting milk. It was found that the quality of milk increases during robotic milking on VMS “DeLaval”. The number of somatic cells decreased by 260-580 thousand/cm³, bacterial contamination decreased by 60 thousand/cm³ compared to milk from cows with traditional milking technology. With traditional milking technology, the marketability of milk was 90%, and with robotic milking - 97%. The use of robotic milking technology for cows with a milk productivity of more than 7000 kg has increased the period of their economic use by 1 lactation. The milk yield of these cows was higher by 7-10 % compared to traditional milking. With traditional technology, the number of milking per day averaged 2.2, and with robotic technology-3.3. The service period for robotic milking and free keeping of cows was shorter by 50 days compared to the traditional method.

Keywords: robotic milking technology, cows, milk, quality, efficiency.

Введение. Первоочередной задачей из всех существующих сегодня в отрасли молочного скотоводства является наращивание производства молока. Решается она различными путями – увеличением продуктивности животных и совершенствованием технологии машинного доения. В настоящее время молочное животноводство России активно переходит от механизированного труда на автоматические доильные системы и доильные роботы.

Значительная трудоёмкость процесса доения и повышенные требования к качеству молока вызывало инвестиции в высокотехнологичное и наукоёмкое оборудование для молочных ферм. Это является объективной причиной для уменьшения доли ручного труда за счёт механизации процесса доения, а также перехода на полную автоматизацию. На долю машинного доения коров приходится от 40 до 65 % всех трудовых затрат по обслуживанию животных.

Повышение эффективности производства молока путем технического перевооружения животноводческих предприятий определяет необходимые условия для внедрения роботизированных ферм с учетом современных методов производства и научной организацией труда. Создание крупных и современных ферм с комплексной механизацией основных и процессов происходит на основе технологической специализации, которая позволяет в наибольшем масштабе вести устойчивое производство молока и получать экономический эффект. Также эффективность молочной отрасли обеспечивается модернизацией основных технологических процессов, применения различных систем доения, способствующих рациональному использованию молочных коров. Это выражается в подборе пригодных к машинной технологии животных и комплектации по продуктивности. Широкое использование средств механизации и автоматизации на фермах промышленного типа сопровождается своеобразной стандартизацией отдельных технологических операций с замкнутым производственным циклом поточной системы содержания и обслуживания животных. Содержание и технология производства тесно связаны между собой, а затраты труда на единицу молочной продукции в условиях беспривязного содержания на 26% ниже по сравнению с привязным содержанием. Перевод на беспривязное содержание влечет за собой внедрение более прогрессивных технических и технологических элементов производства и организационных мер, позволяющих обслуживать значительное количество животных при минимальных затратах труда.

В современных условиях хозяйствования инвестиционные процессы, направленные в молочное животноводство и внедрение прогрессивных технологий позволяют обеспечить эффективность и повышение производства молока. В основу таких технологий положены беспривязный способ содержания коров и добровольная роботизированная система доения.

Полная механизация процесса доения предусматривает соблюдение особых требований к форме вымени, а также к скорости и продолжительности молокоотдачи у коров. Осуществлять отбор животных при комплектовании поголовья целесообразно по указанным параметрам, что позволяет придерживаться технологического графика работы фермы. На промышленных комплексах подбор коров по характеристикам процесса доения избежать вынужденных простоев всего высокопроизводительного оборудования доильных установок. Учет параметров скорости и продолжительности молокоотдачи в большей степени относится к использованию роботизированной технологии доения. При доении на роботе применяется система свободного передвижения животных, которые могут в любой момент подойти к доильному роботу, месту отдыха, а кормам и воде без всяких ограничений. Система свободного передвижения дает корове возможность самой выбирать время и частоту посещения доильного бокса.

Эффективность функционирования доильных установок зависит от их технических возможностей наиболее полно замещать ручной труд, удобства обслуживания, соответствия физиологическим характеристикам животных. Кроме того, нарушение требований основных операций доения может привести к заболеваниям коров и, как следствие, снижению качества молока и последующей выбраковке животных [1 – 3].

Материалы и методы исследований. Цель исследований заключалась в определении молочной продуктивности, качества получаемого молока и срока использования коров в условиях беспривязного содержания и роботизированного доения. Эксперимент был проведен на коровах черно-пестрой породы в передовом хозяйстве Вологодской области – АО «Племзавод Родина» Вологодского района, в котором применяется способ беспривязного содержания и роботизированная технология доения с использованием VMS «DeLaval». Изучали молочную продуктивность и индекс вымени коров, исследовали качественные показатели молока, определяли сроки использования коров в хозяйственной деятельности предприятия.

Результаты и их обсуждение. В Вологодской области на крупных промышленных комплексах в основном применяется способ беспривязного содержания. Технология доения –

роботизированная с использованием VMS «DeLaval». В результате анализа основных характеристик изучаемых стад было установлено, что у большинства коров неравномерно развито вымя, это в свою очередь является серьезной проблемой на пути повышения эффективности роботизированного доения.

В настоящее время при комплектовании поголовья отбор коров для машинного доения осуществляется по показателям молочной продуктивности, скорости и продолжительности доения, которые, главным образом, зависят от морфофункциональных свойств вымени и индекса вымени. Эти показатели определяются с использованием специальных аппаратов раздельного доения каждой четверти вымени. Отбор животных по пригодности к машинному доению на фермах производится эпизодически с большим интервалом времени. Сам процесс отбора технологически очень трудоемкий. Основная сложность заключается в несовершенстве инструментальных средств. Например, для отбора коров для машинного доения может использоваться аппарат, с помощью которого специально определяют только процент удоя в передних четвертях вымени [4]. Однако при таком способе не учитывается степень воздействия доильного аппарата на организм коровы. По этой причине возникают вероятные ошибки при определении индекса вымени, который вносится в результат оценки пригодности коров к машинному доению. Необходимым условием отбора коров по пригодности к машинному доению является определение индекса вымени. Поэтому при доении роботом для объективной оценки коров необходимо более широко использовать автоматический контроль и обработку полученных данных, как общего удоя, так и по четвертям вымени раздельно. Существует способ, который позволяет учитывать индивидуальные особенности коров по уровню молокоотдачи каждой четверти во время доения на роботах [5].

Компьютерный анализ также уменьшает влияние человеческого фактора при сборе информации, позволяет снизить трудоемкость процесса обработки данных. В результате повышается точность оценки животных и определения эффективности целенаправленной селекции на пригодность к машинному доению.

На рисунке 1 представлена характеристика разового надоя молока при выборке из 162 коров обслуживаемых на двух роботах VMS «DeLaval». На рисунке 2 представлен суточный надой, а на рисунке 3 – индекс вымени коров. Кривые (рисунки 1 – 3) содержат ограниченные средние участки, которые находятся в области ± 6 нормального распределения.

Рисунок 1 – Показатели разового надоя молока, л ($\sigma = 70\%$)

Рисунок 2 – Показатели суточного надоя молока, л ($\sigma = 66 \%$) Рисунок 3 – Индекс вымени, % ($\sigma = 73 \%$)

Из анализа сравнительной оценки полученных значений установлено, что полученные значения морфофункциональных показателей вымени коров в области ± 6 находятся в допустимых диапазонах требований для доения роботом.

Основное преимущество использования доильных роботов заключается в наиболее полном исключении человеческого фактора при процессе доения. Все этапы работы таких установок выполняются в автоматическом режиме. Основными задачами роботизированной доильной системы являются следующие: идентификация коровы, подготовка ее к доению, установка доильных стаканов, доение и съём аппарата, обработка вымени, промывка механических частей доильной установки, которые соприкасаются с выменем, перекачка молока в охлаждающий танк. Охлаждение молока осуществляется в современных автоматизированных танках-охладителях DX/CE 3000 L, DX/CE 4500 L [6, 7].

Следует отметить, что отклонение в величине вакуума, плохая сосковая резина, отклонение от распорядка дня, несоблюдение техники доения неуклонно приводит к снижению удоя по всему поголовью на 6 – 10 %. При заболевании маститом у коров снижается удой на 12 – 30 %, неудовлетворительные условия содержания коров также снижают общую продуктивность до 10 %. Как показывает практика, строгое соблюдение технологической дисциплины при машинном доении коров дает возможность, повысить удой на 10 – 20 % в равных условиях кормления и содержания [8, 9].

На рисунке 4 показана скорость молокоотдачи у коров при доении на роботе в период 10 месяцев лактации.

Рисунок 4 – Среднесуточный удой и скорость молокоотдачи коров в разрезе лактации

Скорость молокоотдачи впервые 5 месяцев изменяется незначительно и находится на уровне 2,36-2,41 л/мин. Средняя величина скорости молокоотдачи за лактацию 2,2 л/мин. Интенсивность молокоотдачи при хорошей подготовке животных к дойке может составлять 2,5-3,0 л/мин.

На рисунке 5 представлены показатели молочной продуктивности коров за 3 лактации при доении на роботе.

Динамика изменений молочной продуктивности коров при доении на роботе VMS в период трех последующих друг за другом лактаций схожа. Анализ кривых на рисунке 5 показывает, что в первой лактации начало снижения удоя приходится на 2-й и 3-й месяцы доения, что указывает на недостаточный раздой первотёлок. Разброс показателей максимальной продуктивности не превышает 2-3 л. В период второй и третьей лактации отмечается более интенсивное увеличение удоев до 3-го месяца включительно. Разброс показателей продуктивности увеличивается от 25 до 35 л.

Рисунок 5 – Молочная продуктивность коров по 3 лактациям

Незначительный рост удоя коров первые месяцы лактации может быть связан также с недостаточным уровнем кормления. О положительном влиянии нормированных и сбалансированных рационов животных на их рост и развитие, продуктивность, качество получаемой продукции, воспроизводительную способность, переваримость и усвояемость корма указано в ряде работ [10-20], что необходимо учитывать при кормлении коров, особенно лактирующих.

Для повышения уровня молочной продуктивности животных на современных комплексах большое значение имеет совершенствование технологий раздоя новотельных коров.

Сравнительный анализ традиционного и роботизированного доения коров показал, что роботизированная технология обеспечивает получение молока более высокого качества по сравнению традиционным доением коров. Это обусловлено тем, что при роботизированном доении контакт с молоком сводится к минимуму, чего нельзя сказать о доении на традиционных установках. В таблице 1 приведена характеристика показателей роботизированного и традиционного доения коров.

Таблица 1 – Характеристика показателей традиционного и роботизированного доения коров

Показатель	Доение традиционными установками	Доение роботами VMS «DeLaval»
Соматические клетки, тыс./см ³	350-700	90-120
Бактериальная обсемененность, тыс./см ³	Более 100	До 40
Товарность молока, %	90	97
Количество лактаций (продуктивность более 7000 кг)	3-4	4-5
Продуктивность, ± % по отношению к традиционной технологии доения	-	+ 7-10
Количество доений (среднее)	2,2	3,3 и более
Сервис-период, дни	200	150

Анализ данных таблицы 1 показывает, что при роботизированном доении на VMS «DeLaval» качество молока выше. Соматических клеток в нём было меньше на 260 – 580 тыс./см³, бактериальная обсемененность уменьшилась на 60 тыс./см³ по сравнению с молоком, полученном при традиционном доении. При этом товарность молока составила при традиционном доении 90 %, а при роботизированном – 97 %. Коровы с продуктивностью выше 7000 кг молока за

лактацию при роботизированном доении использовались в хозяйстве на 1 лактацию дольше. При этом удой у них был выше от 7 до 10 % по сравнению с традиционной технологией доения. Количество доений в сутки составляло 3,3 в среднем, а при традиционном способе доения – 2,2, что благоприятно сказалось на молочной продуктивности. Сервис-период при роботизированном доении у коров был короче на 50 дней по сравнению с традиционной технологией.

Заключение. Проведенные исследования показали, что роботизированное доение с использованием VMS «DeLaval» позволяет повышать молочную продуктивность коров на 7 – 10 % и значительно улучшать качество получаемого молока по сравнению с традиционным способом доения. Кроме того, использование роботов при доении молочных коров и беспривязном содержании увеличивает срок их службы в хозяйстве на 1,1 лактации и позволяет сократить сервис-период на 50 дней.

Список литературы

1. Филиппова Е.Е. Автоматическое и роботизированное доение: сравнительный анализ // Молочная промышленность. – 2020. – № 7. – С. 61-63.
2. Кийко Е.И., Филиппова О.Б. Изменение качественных показателей молока при различных формах заболеваний маститом // Главный зоотехник. – 2013. – № 9. – С. 40-43.
3. Филиппова О.Б., Доровских В.И., Кийко Е.И. К методике физиологической оценки доильного оборудования // Наука в центральной России. – 2014. – № 6. – С. 53-60.
4. Способ отбора коров для машинного доения. Патент РФ № 2490887, приоритет от 27.08.2013. Опубл. 27.08.2013. Бюл. № 24.
5. Дадыкина А.Л., Наконечный А.А. Отбор проб и оценка качества молока в племенной работе. Усовершенствованная методика // Молочная промышленность. – 2020. – № 3. – С. 60-63.
6. Сереброва И.С., Углин В.К., Никифоров В.Е. Производство и качество молока при различных технологиях доения и способах содержания // FarmAnimals. – 2016. – № 2(12). – С. 10-12.
7. Особенности роботизированной технологии доения высокопродуктивных коров на современных комплексах / Е.А. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, В.К. Углин, В.Е. Никифоров // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 2. – С. 57-58.
8. Филиппова О.Б., Кийко Е.И. К проблеме выбраковки коров по степени пригодности к машинному доению // Главный зоотехник. – 2013. – № 5. – С. 14-17.
9. Филиппова О.Б., Кийко Е.И. Экономические аспекты нарушения правил машинного доения в промышленном производстве молока // Наука в центральной России. – 2013. – № 6. – С. 72-75.
10. Как повысить продуктивность бычков калмыцкой породы в аридной зоне / Д. Гайирбегов [и др.] // Комбикорма. – 2015. – № 12. – С. 63-64.
11. Витаминно-минеральный премикс для коров / В.С. Зотеев [и др.] // Животноводство. – 1985. – № 5. – С. 45-46.
12. Воспроизводительная способность и состояние рубцового метаболизма коров при разной структуре рационов / А.П. Калашников [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 1984. – № 11. – С. 29.
13. Особенности минерального питания молочных коров / М. Магомедов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 1993. – № 1. – С. 11.
14. Энергосберегающая технология старосеяных пастбищ / И.В. Сереброва [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 48-50.
15. Использование комплексной минеральной смеси в кормлении коров / Г.А. Симонов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1998. – № 3. – С. 60-61.
16. Влияние роботизированного доения на качество молока / Г.А. Симонов, В.Е. Никифоров, И.С. Сереброва [и др.] // Наука в центральной России. – 2020. – № 2(44). – С. 117-124.
17. Продуктивность коров и качество молока при использовании в их рационах ферросила / С. Тяпугин, Д. Гайирбегов, А. Федин [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 4. – С. 19-21.
18. Сравнительная оценка технологических факторов, влияющих на производство и качество молока, при разных технологиях доения / Е.А. Тяпугин [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – № 3. – С. 50-53.
19. Фуражная зерносмесь, обогащенная азотом мочевино-формальдегидного соединения, в рационе крупного рогатого скота / Саранчина Е.Ф. [и др.] // Зоотехния. – 2007. – № 11. – С. 12-14.
20. Биоплекс микрорэлементов в премиксах для телят / А. Фролов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – № 3. – С. 18-20.

References

1. Filippova E.E. Avtomaticheskoe i robotizirovannoe doenie: sravnitel'nyj analiz // *Molochnaja promyshlennost'*. – 2020. – № 7. – S. 61-63.
2. Kijko E.I., Filippova O.B. Izmenenie kachestvennyh pokazatelej moloka pri razlichnyh formah zabolevanij mastitom // *Glavnyj zootehnik*. – 2013. – № 9. – S. 40-43.
3. Filippova O.B., Dorovskih V.I., Kijko E.I. K metodike fiziologicheskoy ocenki doil'nogo oborudovaniya // *Nauka v central'noj Rossii*. – 2014. – № 6. – S. 53-60.
4. Sposob otbora korov dlja mashinnogo doenija. Patent RF № 2490887, prioritet ot 27.08.2013. Opubl. 27.08.2013. Bjul. № 24.
5. Dadykina A.L., Nakonechnyj A.A. Otbor prob i ocenka kachestva moloka v plemennoj rabote. Usovershenstvovannaja metodika // *Molochnaja promyshlennost'*. – 2020. – № 3. – S. 60-63.
6. Serebrova I.S., Uglin V.K., Nikiforov V.E. Proizvodstvo i kachestvo moloka pri razlichnyh tehnologijah doenija i sposobah soderzhanija // *FarmAnimals*. – 2016. – № 2(12). – S. 10-12.
7. Osobennosti robotizirovannoj tehnologii doenija vysokoproduktivnyh korov na sovremennyh kompleksah / E.A. Tjapugin, S.E. Tjapugin, V.K. Uglin, V.E. Nikiforov // *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. – 2015. – № 2. – S. 57-58.
8. Filippova O.B., Kijko E.I. K probleme vybrakovki korov po stepeni prigodnosti k mashinnomu doeniju // *Glavnyj zootehnik*. – 2013. – № 5. – S. 14-17.
9. Filippova O.B., Kijko E.I. Jekonomicheskie aspekty narushenija pravil mashinnogo doenija v promyshlennom proizvodstve moloka // *Nauka v central'noj Rossii*. – 2013. – № 6. – S. 72-75.
10. Kak povysit' produktivnost' bychkov kalmyckoj porody v aridnoj zone / D. Gajirbegov [i dr.] // *Kombikorma*. – 2015. – № 12. – S. 63-64.
11. Vitaminno-mineral'nyj premiks dlja korov / V.S. Zoteev [i dr.] // *Zhivotnovodstvo*. – 1985. – № 5. – S. 45-46.
12. Vosproizvoditel'naja sposobnost' i sostojanie rubcovogo metabolizma korov pri raznoj strukture racionov / A.P. Kalashnikov [i dr.] // *Rossijskaja sel'skohozjajstvennaja nauka*. – 1984. – № 11. – S. 29.
13. Osobennosti mineral'nogo pitaniya molochnyh korov / M. Magomedov [i dr.] // *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. – 1993. – № 1. – S. 11.
14. Jenergoberegajushhaja tehnologija starosejanyh pastbishh / I.V. Serebrova [i dr.] // *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. – 2011. – № 1. – S. 48-50.
15. Ispol'zovanie kompleksnoj mineral'noj smesi v kormlenii korov / G.A. Simonov // *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk*. – 1998. – № 3. – S. 60-61.
16. Vlijanie robotizirovannogo doenija na kachestvo moloka / G.A. Simonov, V.E. Nikiforov, I.S. Serebrova [i dr.] // *Nauka v central'noj Rossii*. – 2020. – № 2(44). – S. 117-124.
17. Produktivnost' korov i kachestvo moloka pri ispol'zovanii v ih racionah ferrosila / S. Tjapugin, D. Gajirbegov, A. Fedin [i dr.] // *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. – 2011. – № 4. – S. 19-21.
18. Sravnitel'naja ocenka tehnologicheskikh faktorov, vlijajushhih na proizvodstvo i kachestvo moloka, pri raznyh tehnologijah doenija / E.A. Tjapugin [i dr.] // *Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk*. – 2015. – № 3. – S. 50-53.
19. Furazhnaja zernosmes', obogashhennaja azotom mochevino-formal'degidnogo soedinenija, v racione krupnogo rogatogo skota / Saranchina E.F. [i dr.] // *Zootehnika*. – 2007. – № 11. – S. 12-14.
20. Bioplekсы микроэлементов в премиксах для теллят / A. Frolov [i dr.] // *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. – 2010. – № 3. – S. 18-20.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Симонов Геннадий Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук», Россия, г. Вологда, e-mail: sznii@list.ru.

Никифоров Владислав Евгеньевич – старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук», Россия, г. Вологда, e-mail: sznii@list.ru.

Филиппова Ольга Борисовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: filippova175@yandex.ru.

Author credentials**Affiliations**

Simonov Gennady – Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of Federal State Budgetary Institution of Sciences “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”, Russia, Vologda, e-mail: sznii@list.ru.

Nikivorov Vladislav – Senior Researcher of Federal State Budgetary Institution of Sciences “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”, Russia, Vologda, e-mail: sznii@list.ru.

Filippova Olga – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: filippova175@yandex.ru.

Поступила в редакцию (Received): 20.07.2019 Принята к публикации (Accepted): 20.08.2020

УДК 631.017.3: 621.181

DOI: 10.35887/2305-2538-2020-4-62-67

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПА САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ
КОРМОВАРОЧНОГО КОТЛА НА ГАЗОВОМ ТОПЛИВЕ**

¹Шувалов Анатолий Михайлович

¹Машиков Алексей Николаевич

¹Чернов Денис Серафимович

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. В условиях постоянного роста тарифов на потребляемую энергию и конкуренции на внутреннем рынке у сельских товаропроизводителей существует проблема по снижению энергозатрат, так как они составляют существенную долю в себестоимости продукта. Особенно велики энергозатраты в тепловых процессах личных подсобных и фермерских хозяйств на отопление, приготовление кормов, пищи и др. Снизить энергозатраты на тепловые цели можно применением вместо дорогостоящей электроэнергии природного газа. Кроме того дополнительно экономии энергии можно добиться применением систем энергообеспечения тепловых процессов с автоматическим регулированием расхода газа пропорционально потребляемому тепловому потоку. Для обоснования целесообразности применения автоматического регулирования расхода газа в тепловом процессе приготовления кормов приведены расчеты составляющих теплового баланса в различных режимах работы кормоварочного котла и определены расходы энергии на эти цели. Так как в процессе разогрева корма разность температур между паром в паровой рубашке и температурой содержимого варочной ёмкости (тепловой напор) уменьшается, то полезный расход энергии так же уменьшается пропорционально тепловому напору. Результаты расчета расхода энергии на приготовление корма показывают, что применением средств автоматизации расхода газа пропорционально потребляемому тепловому потоку можно достигнуть экономии до 53,4 %.

Ключевые слова: газ, кормоварочный котел, саморегулирование, мощность.

**SUBSTANTIATION OF THE PRINCIPLE OF SELF-REGULATION OF THE POWER
OF THE FEEDING BOILER ON GAS FUEL**

¹Shuvalov Anatoliy

¹Mashkov Alexey

¹Chernov Denis

¹FSBSI “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”

Abstract: In conditions of constant growth of tariffs for consumed energy and competition in the domestic market, rural producers face the problem of reducing energy costs, since they constitute a