

УДК 637.116(476)

В. Н. ДАШКОВ, О. В. КИТИКОВ, В. Г. САМОСЮК

НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБОСНОВАНИЮ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Институт механизации сельского хозяйства НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 14.09.2004)

Из существовавшей ранее системы машин для механизированных технологий производства молока большинство технических средств не обеспечивают эффекта при применении на новых молочно-товарных фермах Беларуси.

Отраслью принят курс на развитие интенсивных технологий, основывающихся на снижении ресурсоемкости продукции при обеспечении ее высокого качества. Поставлена задача получать до 80% валового производства молока на крупных (более 400 голов) фермах и комплексах, оснащенных современным оборудованием.

С 2003 г. в Беларуси идет реализация масштабной программы реконструкции молочно-товарных ферм. В соответствии с ней в республике порядка 150 хозяйств, что составляет около 5% от общего их числа, перешли на беспривязное содержание коров и доение в залах. Для сравнения этот показатель в России и в Украине не достиг уровня 3%. Вместе с тем, как показывает практика, такой переход требует решения ряда объективных проблем методико-экономического, технологического и технического характера.

Методико-экономические вопросы эффективности строительства и реконструкции объектов молочно-животноводства. При реконструкции ферм либо при строительстве новых, одним из основных условий эффективной подготовки производства молочного сырья является качественное технико-экономическое обоснование. Проблемы методико-экономического характера связаны зачастую с недостаточными расчетами и обоснованием эффективности планируемых объектов, отсутствием научно-методического сопровождения внедрения конкретных технологических схем и средств механизации.

Отделением аграрных наук НАН Беларуси разработаны система и методы оценки эффективности внедрения новых технологий и оборудования [1]. Существует целый ряд качественно подготовленных методических рекомендаций по реконструкции и техническому переоснащению животноводческих ферм, например [2].

Для выбора пути развития и принципов реконструкции конкретной молочно-товарной фермы требуется разработать детальный бизнес-план, включающий сводные технико-экономические показатели проведения работ при выбранном направлении инноваций и необходимые инвестиции, экономическую эффективность производства и сроки окупаемости капитальных вложений, а также организационно-экономические показатели функционирования объекта — объем производства, рынок сбыта продукции и т. д. Кроме того, требуется разработать программу организационно-хозяйственного развития фермы.

Интенсификация сельскохозяйственного производства в условиях сокращения потребления ископаемых видов топлива требует перехода на энерго- и ресурсосберегающие технологии. Сравнительная оценка новых технологий и технических средств на стадии их разработки позволяет выявить наиболее ресурсоемкие операции в технологическом процессе и долю их в общих энергетических затратах.

На первом этапе *энергетического анализа* определяются затраты основных ресурсов по технологии в расчете на единицу объема работы (голову, ското-место, тонну молока) как сумма расходов по всем технологическим процессам, таким как доение, первичная обработка молока, навозоудаление, кормораздача и др.

Полная энергоемкость молочной продукции для рассматриваемой технологии:

$$\mathcal{E}_{\Sigma} = \frac{1}{p} \left(\sum_j \mathcal{E}_{npj} + \sum_j \mathcal{E}_{oj} \right), \quad (1)$$

где \mathcal{E}_{npj} — прямые затраты энергии на выполнение j -го технологического процесса, МДж/голову; \mathcal{E}_{oj} — затраты энергии, ошестовленные при производстве энергоносителей и других ресурсов, МДж/голову; p — продуктивность животных, т/голову.

Прямые удельные затраты энергии определяются по формуле:

$$\mathcal{E}_{npj} = \sum_k q_{kj} e_k, \quad (2)$$

где e_k — энергосодержание k -го энергоносителя (электроэнергия — МДж/кВт·ч; автотракторное и котельно-печное топливо — МДж/кг, тепловая энергия — МДж/Мкал).

Удельные затраты энергии, ошестовленные в энергоносителях (энергоёмкость энергоносителей), рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E}_{oj} = \sum_k q_{kj} a_k, \quad (3)$$

где a_k — энергетический эквивалент k -го энергоносителя, учитывающий затраты энергии на его добычу, производство и транспортировку (электроэнергия — МДж/кВт·ч; автотракторное и котельно-печное топливо — МДж/кг; тепловая энергия — МДж/Мкал).

Для расчетов по известным формулам [3] значения коэффициентов энергозатрат q_{kj} по каждому энергоносителю пересчитываются в МДж.

Удельные затраты энергии, ошестовленные в трудовых ресурсах, средствах механизации, кормах, сырье, материалах, зданиях и сооружениях, то есть энергоёмкость материальных ресурсов, определяется путем подстановки значений соответствующих энергетических эквивалентов под знаки «сумма» в уравнения.

Для определения энергоёмкости средств механизации используются следующие формулы: кормораздатчиков:

$$\mathcal{E}_{mj} = \frac{H_{pj}}{W_j} \sum_l M_l \alpha_l \frac{a_l + R_l}{10^2 T_{HL}}, \quad (4)$$

транспорта:

$$\mathcal{E}_{mj} = \frac{h_j H_{pj}}{Q_j \beta_j} \sum_l M_l \alpha_l \frac{a'_l + R'_l}{10^5}, \quad (5)$$

стационарного оборудования:

$$\mathcal{E}_{mj} = \frac{H_{pj}}{W_j} \sum_l M_l \alpha_l \frac{a_l + R_l}{10^2 T_{HL}}, \quad (6)$$

где α_l — энергетический эквивалент l -й машины, МДж/кг; H_{pj} — фактический расход или норма расхода сырья, т/гол.; W_j — эксплуатационная производительность, т/ч; T_{HL} — годовая нормативная загрузка, ч; h_j — плечо перевозки груза, км; a_l , R_l — годовые нормативные отчисления на реновацию и ремонт; Q_j — масса груза, перевозимого за 1 рейс, т; β_j — коэффициент использования пробега.

Расчет энергоёмкости кормов, сырья, материалов и других ресурсов (по i -м видам) ведут по формуле:

$$\mathcal{E}_{pj} = H_{pij} \alpha_{pj}, \quad (7)$$

где α_{pj} — энергетический эквивалент ресурсов, МДж/кг.

Энергоёмкость зданий и сооружений находят по формуле:

$$\mathcal{E}_{zj} = \mathcal{E}_{zj} = \frac{1}{m} \sum_n \frac{F_{nj} (a_n + R_n)}{10^2} \alpha_n, \quad (8)$$

где α_n — энергетический эквивалент здания n -го типа, МДж/м²; F_{nj} — площадь здания n -го типа.

Энергоемкость затрат живого труда определяют по формуле:

$$\vartheta_{ж} = \sum_t \frac{N_j}{W_j} \alpha_t, \quad (9)$$

где α_t — энергетический эквивалент живого труда, МДж/чел-ч ; N_j — число работников, занятых на t -й категории работ.

Полная энергоемкость j -го процесса (без энергоемкости затрат живого труда) находится как сумма составляющих:

$$\vartheta_j = \sum_i \vartheta_{ij} = \vartheta_{npj} + \vartheta_{оэj} + \vartheta_{mj} + \vartheta_{pj} + \vartheta_{зj}, \quad (10)$$

Результаты расчетов энергоемкости процессов и технологий в целом (по базовому и новому вариантам) заносятся в таблицу для сравнительной оценки в соответствии с общими принципами энергетического анализа.

В качестве основных показателей энергетической эффективности молока должны быть приняты обобщенные коэффициенты энергозатрат $Kэj$, $Kэ$ и показатели уровня интенсификации $Iэj$, $Iэ$, определяемые в соответствии с формулами для j -го технологического процесса:

$$Kэj = \vartheta_{jn}/\vartheta_{jб'}, \quad Kэj = (1 - Kэj)100\%; \quad (11)$$

для технологии в целом:

$$Kэ = \vartheta_{\Sigma_n}/\vartheta_{\Sigma_б}; \quad Iэ = (1 - Kэ)100\%. \quad (12)$$

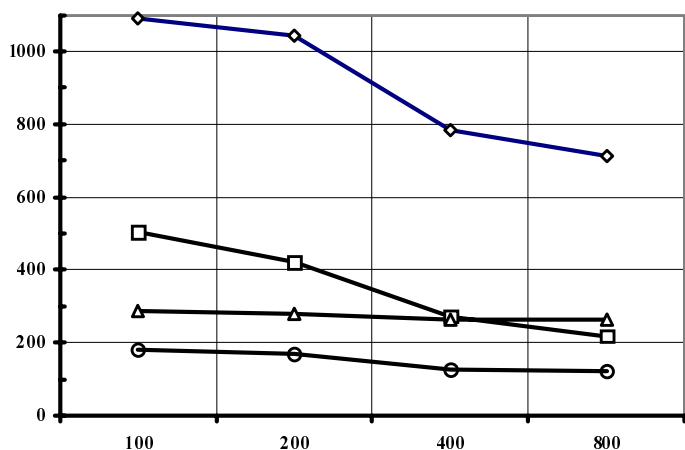
Затем устанавливаются частные коэффициенты энергозатрат и уровни интенсификации $Iэj$ новой технологии путем сопоставления значений каждой из составляющих полной энергоемкости нового и базового вариантов. Обобщенные и частные коэффициенты, характеризующие эффективность технологического процесса или технологии с точки зрения ресурсоэнергозатрат, анализируются, чтобы установить, соответствует ли новый вариант предъявляемым требованиям по экономии ресурсов. Оценивается степень изменения затрат в результате применения нового варианта процесса (технологии) по составляющим, начиная с максимальных. В первую очередь необходимо добиваться снижения расхода нефтепродуктов, металла, кормов и затрат живого труда. В целом для достижения существенного научно-технического прогресса в отрасли экономия ресурсов, выражаемая коэффициентом $Iэ$, должна составлять как минимум 30—40%.

Технологическая подготовка производства молока. Анализ показывает, что основной причиной высокой себестоимости молочной продукции является то, что большинство хозяйств используют морально устаревшие технологии содержания дойного стада и имеют физически крайне изношенное оборудование для доения и первичной обработки молока.

Основной технологией содержания коров в хозяйствах республики остается привязное содержание с доением в молокопровод или переносные ведра. Эти технологии обладают рядом известных недостатков. Это прежде всего большие затраты ручного труда, высокая материалоёмкость и энергоемкость, технические проблемы, такие как трудность качественной промывки оборудования, неустойчивый вакуум, негативные последствия для животных воздействия «жесткого» вакуумного режима и «сухого» доения.

Вместе с тем мировой опыт показывает, что наиболее адаптированным к физиологии животных и эффективным, с точки зрения энергоемкости технологических процессов, качества молочного сырья и сохранности дойного стада, является беспривязное содержание коров с доением на специальных площадках (в залах). В странах Западной Европы порядка 80% лактирующих коров доятся в автоматизированных доильных залах. Это направление имеет следующие преимущества перед привязным доением: обеспечение требований гигиены и качественного молочного сырья, повышение производительности труда и удобство обслуживания животных наряду с широкой возможностью применения средств автоматизации и компьютерного контроля процессов, связанных с доением и учетом молока.

Анализ и выбор технологических решений является важным этапом в подготовке проектно-сметной документации на объект. При этом требуется найти рациональные решения по следующим вопросам:



Зависимость удельных показателей затрат ресурсов на производство 1 л молока от размера фермы: \diamond — электроэнергия, кВт · ч; \square — металлоемкость, кг; Δ — топливо, кг; \circ — труд, чел.-ч

от размера фермы (рис.). При этом удельные затраты жидкого топлива и живого труда несущественно зависят от поголовья коров, содержащихся на ферме, а удельные затраты электроэнергии, и особенно удельная металлоемкость при увеличении поголовья со 100 до 800 голов, уменьшаются почти в 2 раза.

Может быть принята следующая градация технологий по уровню кормообеспечения [4].

1. Для хозяйств с уровнем кормообеспеченности до 30 ц корм. ед. использовать преимущественно привязное содержание животных с мобильной раздачей кормов и навозоудалением стационарными механическими средствами. При таком варианте затраты на 1 ц молока составляют кормов — 112 ц корм. ед., совокупные энергозатраты — 85,4 кг условного топлива, а нагрузка на оператора машинного доения не более 30 голов при доении в молокопровод.

2. Молочные фермы с кормообеспеченностью от 35 до 40 ц корм. ед. реконструировать под беспривязное содержание в боксах или на соломенной подстилке, с мобильной раздачей кормов, доением в доильном зале. Целесообразность использования передвижных доильных установок обусловлена тем, что в летний период их можно применять при круглосуточном содержании животных на пастбище, а в стойловый период устанавливать в доильных залах реконструированных ферм. При этом возможно сохранение принципа индивидуального обслуживания коров и сокращение затрат труда на производство 1 ц молока до 3,4 чел.-ч. Внедрение такой технологии позволяет довести нагрузку на оператора, занятого на доении, до 80 коров и снизить совокупные энергозатраты до 67,3 кг условного топлива.

3. При кормообеспеченности более 40 ц корм. ед. целесообразно использовать автоматизированные доильные установки. Это дает возможность не только повысить производительность труда при производстве молока, но и внедрить автоматизированную систему управления производственными процессами (менеджмент стада), то есть значительно интенсифицировать молочную отрасль. Установка такой системы машин и оборудования позволяет сократить затраты труда до 1,5—1,8 чел.-ч, расходуя на каждый килограмм молока на 10% меньше кормов, чем при привязном содержании, нагрузка на оператора машинного доения возрастает до 160 голов, а совокупные энергозатраты снижаются до 55,4 кг условного топлива.

Следующий этап — разработка проектно-сметной документации в соответствии с действующими нормативно-техническими требованиями.

Рассмотрим более подробно обоснование и результаты выполненных исследований по созданию средств механизированных технологий для молочного животноводства.

Новое технологическое оборудование для отечественных молочно-товарных ферм. В Республике Беларусь с 1998 г. началась целенаправленная работа по созданию в рамках государственных научно-технических программ «Агропромкомплекс» и «Импортозамещение» доильного оборудования нового поколения. Оборудование разрабатывается РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси» при активном участии РО «Белагросервис», РУП «БелНИИЖ», ОАО «Гомельагрокомплект» и ОДО «Полиэфир».

Работы были существенно расширены в 2001 г., когда была разработана и утверждена совместная белорусско-российская программа «Развитие производства оборудования для обеспечения получения качественной молочной продукции» («Молоко»).

способ содержания животных;
организация доения;
система выращивания молодняка и комплектования основного стада;
тип кормления и рационы;
способы хранения и реализации молока.

Далее следует определить оптимальный состав машин и оборудования для новой или реконструируемой фермы. Комплект оборудования должен быть индивидуальным для конкретного объекта и отвечать главному условию интенсивного производства — минимум затрат на единицу произведенной продукции.

Анализ показывает, что удельные затраты ресурсов на производство, например, молока существенно зависят

Подавляющее большинство молочно-товарных ферм Беларуси рассчитаны на использование технологии доения коров в молокопровод (200—400 коров). Доильные установки с молокопроводом (типа АДМ-8) выпускаются в настоящее время ОАО «Гомельагрокомплект» и ОАО «Кургансельмаш». Несмотря на сравнительно низкую стоимость (до 10 тыс. долл. США), эти установки не могут обеспечить современный уровень ведения молочного животноводства. Они морально устарели (разработаны более 20 лет назад), имеют неизбежные техногенные потери на каждую корову порядка 320—400 кг за лактацию, заболеваемость маститом достигает 30% вследствие несовершенства доильных аппаратов и повышенного риска «сухого» доения. В то же время современные иностранные установки осуществляют процесс доения со шадящим режимом и своевременным автоматическим снятием доильного аппарата.

Учитывая, что многие хозяйства не имеют возможности осуществить значительные капиталовложения, необходимые на реконструкцию ферм для беспривязного содержания коров, разработаны и освоены в производстве новые установки для доения в молокопровод АДС-А (100) и УМД-200. Они являются коренной модификацией существующих систем для доения в молокопровод с привязным содержанием животных, но при этом отвечают современному уровню ведения молочного животноводства: молокопровод — нержавеющая полированная труба — обеспечивает хорошую промываемость и качество молока; переносные доильные комплекты имеют шадящий вакуумный режим доения и значительно снижают риск заболеваемости коров маститом вследствие «сухого» доения; электронная система обеспечивает учет молока.

Применение этого оборудования должно иметь место на фермах, где невозможно выполнить их реконструкцию с переводом на беспривязное содержание, а также на фермах с неоднородным поголовьем коров по продуктивности.

Для оснащения реконструируемых и вновь строящихся ферм оборудованием нового поколения РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси» разработаны, прошли государственные испытания и осваиваются в производстве доильные установки с автоматическим регулированием режимов процесса доения и снятия доильного аппарата, индивидуальным учетом и транспортировкой молока, циркуляционной промывкой оборудования перед доением и после доения: УДА-8Т — тип «Тандем», а также типа «Елочка» — УДА-12Е-1, УДА-16Е-П и УДА-24Е. По функциональным и техническим возможностям установки соответствуют лучшим мировым аналогам и при этом имеют в 1,5—3 раза меньшую стоимость.

В табл. приведена краткая технико-экономическая оценка эффективности доильной установки УДА-12Е-1 в сопоставлении с широко распространенным молокопроводом АДМ-8. Новое оборудование позволяет экономить за год 2064 кВт·ч электроэнергии и снизить в 4 раза удельные затраты труда при обеспечении выхода от здорового поголовья коров более 95% молока высшего качества.

Внедрение опытной партии установок позволит получить годовой экономический эффект 800 тыс. у. е. за счет увеличения производства молока на 10—15%, повышения его качества

Технико-экономическая оценка эффективности доильной установки УДА-12Е-1

Показатели	Единицы измерения	Значения показателей	
		Базовая установка (молокопровод)	Новая установка
Марка установки		АДМ-8	УДА-12Е-1
Количество доильных аппаратов		12	12
Обслуживаемое поголовье	коров	200	200
Количество операторов	чел	4	1
Годовой надой молока от коровы	л	4000	4300*
Годовой надой молока по ферме	т	800	860
Средняя установленная мощность	кВт·ч	10	10
Расход электроэнергии на 1 т молока	кВт·ч/т	34,2	31,8
Удельные затраты труда	чел.-ч/т	13,7	3,2
Процент молока высшего качества	%	85	95
Годовая экономия:			
электроэнергии	кВт·ч		2064
трудо затрат	чел.-ч		9030

* П р и м е ч а н и е. В соответствии с зоотехническими исследованиями применение новой технологии доения (УДА-12Е-1) позволяет повысить удой на 10—15% в сравнении с базовой.

(до 95% высшим сортом), сохранности доильного стада, сокращения операторов в 2—3 раза и уменьшить расход электроэнергии на 165 тыс. кВт·ч.

В 2001 г. среди животноводов республики еще велись дискуссии по поводу необходимости применения «кормоцехов на колесах» — мобильных самозагружающихся смесителей-раздатчиков кормов для ферм крупного рогатого скота. В то время Белорусский НИИ механизации сельского хозяйства совместно с предприятием-изготовителем (РУПП «Бобруйск-агромаш») приступил к созданию отечественного аналога погрузчика-раздатчика-смесителя кормов ПРСК-12.

На фермах с поголовьем до 400 коров (таких в Республике Беларусь более 70%) применение этой универсальной машины может обеспечить значительное (в 1,5—3,0 раза) снижение энергозатрат, в том числе и затрат труда, на выполнение технологических процессов приготовления и раздачи кормов.

Опытный образец ПРСК-12 демонстрировался на международной выставке «БелАГРО-2003», в настоящее время проходит приемочные испытания. Освоение производства будет завершено в 2004 г.

Работа нового погрузчика-раздатчика-смесителя кормов осуществляется следующим образом. С помощью загрузочного лотка в бункер машины с вращающимися шнеками загружаются предварительно очищенные корнеклубнеплоды. Процесс измельчения корнеклубнеплодов производится до тех пор, пока количество частиц размером более 15 мм не станет менее 30% от общего объема.

Для загрузки силоса, сенажа или рулонов соломы с предварительно снятым шпагатом, кормораздатчик с опущенным лотком и поднятой в верхнее положение фрезой подается задним ходом до упора лотком в кормовую массу. Вращающаяся фреза опускается и режет поперек слоев, подавая в бункер доизмельченный кормовой материал. По достижении нижнего положения фреза возвращается в исходное верхнее положение, а кормораздатчик подвигается к кормовой стенке, и процесс повторяется, пока не будет загружено в бункер требуемое количество корма, определяемое электронным весовым устройством.

Концентрированные корма также по весу загружают в емкость для концентрированного корма. В момент их загрузки включают в работу смесительные шнеки и производится перемешивание измельченных корнеклубнеплодов с загруженным силосом, соломой. Этот процесс смешивания должен длиться 5—7 мин. Далее машина следует к месту раздачи. При раздаче корма включается выгрузной транспортер, открывается шибер выгрузного окна, включаются устройство нормированной выдачи концентрированных кормов и смесительные шнеки.

Основными достоинствами ПРСК-12 являются выполнение 5 технологических операций: самозагрузка силосом, сенажом, прием других кормов с определением массы загружаемых кормов, приготовление кормосмеси и нормированная раздача в кормушку или на кормовой стол; агрегатирование с тракторами класса 1,4 кН (МТЗ-80); работа в помещениях с кормовыми проходами шириной от 2 метров, высотой ворот — 2,5 м; самозагрузка с помощью фрезбарабана и погрузочного лотка, снижающего потери стебельчатых кормов; большой дорожный транспортный просвет (300 м); меньшая металлоемкость в сравнении с аналогичными зарубежными машинами (5000 кг вместо 5500); значительно меньшая (в 1,5 раза) стоимость в сравнении с зарубежными аналогами.

Ожидаемый годовой экономический эффект составляет порядка 6 тыс. у. е. на одну машину. Потребность для Республики Беларусь — 200 шт. в год.

Реализация программы реконструкции технической базы молочного животноводства Беларуси требует, в первую очередь, развития производства и сервиса отечественного технологического оборудования нового поколения.

Для этого в республике существует достаточная научно-техническая и производственная база.

Выводы и предложения

1. Интенсификация сельскохозяйственного производства в условиях сокращения потребления ископаемых видов топлива требует перехода на энерго- и ресурсосберегающие технологии. Сравнительная энергетическая оценка новых технологий и технических средств для молочного животноводства на стадии их разработки позволяет выявить наиболее ресурсоемкие операции в технологическом процессе и долю их в общих энергетических затратах.

2. В основу методического подхода при выборе технологии для реконструируемой молочно-товарной фермы может быть принята градация по уровню кормообеспечения.

3. Применение оборудования нового поколения позволит получить экономический эффект за счет увеличения производства молока на 10—15%, повышения его качества (до 95% высшим сортом), сохранности дойного стада, сокращения количества операторов в 2—3 раза и уменьшения расхода электроэнергии.

Литература

1. Система организации внедрения завершенных НИОКР в АПК: М-ды оценки эффективности НИОКР на стадии их планирования и завершения. Мн., 1999.
2. Методические рекомендации по реконструкции и техническому переоснащению животноводческих ферм. М., 2000.
3. С е в е р н е в М. М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве. Мн., 1994.
4. С а м о с ю к В. Г. // Белорус. сельск. хоз. 2002. № 3. С. 20—24.

DASHKOV V. N., KITIKOV V. O., SAMOSYUK V. G.

NEW METHODIC WAYS TO SUBSTANTIATION OF MEANS OF MECHANIZATION IN MILK CATTLE BREEDING

Summary

Methodic ways to a choice of direction of reconstruction of milk farms and complexes of the Republic of Belarus by new technologies and technical facilities have been formed. It will give possibility essentially increase quality of producing milk and to decrease of man-caused losses of production at 10—15%.

Method of evaluation of effectiveness of technology and devices in milk cattle breeding on criterion of power-consuming has been proposed.