

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баймишев Х.Б., Перфилов А.А., Чекушкин А.М. Инновационные технологии в репродукции крупного рогатого скота // Актуальные проблемы ветеринарной патологии, физиологии и морфологии: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2008. – С. 84–92.
2. Малышев А.А. Резервы повышения воспроизводства животных // Зоотехния. – 2007. – № 6. – С. 28.
3. Ball P.J.H., Peters A.R. Reproduction in Cattle. – Oxford: Blackwell Publishing, 2004. – P. 250.
4. Вінничук Д.Т., Мережко П. Шляхи створення високопродуктивного молочного стада. – Киев: Урожай, 1983. – 152 с.
5. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 252 с.

Поступила в редакцию 17.10.2013

A.A. GONCHAR, Senior Lecturer

Dnepropetrovsk State Agrarian University
e-mail: aquazz@ukr.net

REPRODUCTIVE ABILITY OF UNEVEN-AGED HOLSTEIN COWS

A retrospective analysis was carried out into reproductive ability of uneven-aged Holstein cows under conditions of commercial milk production against a background of hormonal stimulation of heat and synchronization of ovulation. It was found that inter-calving periods in high-producing Holstein cows intensively exploited were longer than a physiologically grounded norm (395 days) that was caused by prolonged service and lactation periods by 30 and 27-45 days, respectively. The duration of pregnancy in animals was within the physiological norm and lasted 285.3 days. In turn, the dry period averaged 51.3 days across a herd that was conditioned by technological requirements. It was proved that fertility rate in high-producing cow herd did not practically depend on the cow's age and considerably varied throughout the productive use. Fertilization index in Holstein cows had pronounced age dependency: 2.37 inseminations in cows in first lactation, and 2.09 on the average in cows in second and third lactations that was significantly less than indices in young cows by 11.8 percent ($p < 0.001$). The cows in forth lactation had the index of 1.91 on the average.

Keywords: Holstein cows, reproductive ability, fertilization index, lactation.

УДК 629.113–592.6

Г.С. ЕРИЦЯН, доктор технических наук, заведующий кафедрой

Государственный инженерный университет Армении
e-mail: gagikyeritsyan@gmail.com

МЕТОДИКА ВЫБОРА ТОРМОЗА-ЗАМЕДЛИТЕЛЯ АВТОТРАКТОРНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Предложена методика выбора вспомогательной тормозной системы автомобилей и колесных тракторных поездов, занятых сельскохозяйственными транспортными работами. Методика основана на экспертных оценках качественных свойств указанных систем различных типов. В первую очередь решается вопрос предпочтительности того или иного тормоза-замедлителя. Далее на основании экспертных количественных оценок определяется численная характеристика отдельных групп указанных требований. С помощью представленной математической модели устанавливается сумма оценок всех групп требований. Затем производится окончательный выбор, т.е. дается количественная оценка, которая играет роль оценки типа тормоза-замедлителя. С использованием графика баланса мощности торможения опре-

делена тормозная мощность выбранной вспомогательной тормозной системы автомобиля или колесного тракторного поезда при торможении с постоянной скоростью на спуске с уклоном 7 % протяженностью 6 км. Учитывая, что в автотракторной научно-технической литературе нет данных о составляющих баланса мощности торможения подвижного состава, в статье подробно представлены упомянутые составляющие.

Ключевые слова: тормоз-замедлитель, количественная оценка, тормозная мощность, баланс мощности торможения, качественное свойство.

Автотракторный подвижной состав и особенно автотранспортные средства, выпускаемые в настоящее время, наряду с большой общей массой обладают также высокими скоростными качествами, обеспечивая тем самым требуемую производительность их работы. При этом увеличение скорости требует повышения энергоемкости тормозных систем в связи с безопасностью движения. Один из путей решения этой проблемы – применение тормозов-замедлителей (ТЗ). Весьма актуальной задачей являются предварительное определение требуемой тормозной мощности и количественная оценка качественных свойств различных типов ТЗ.

Цель настоящего исследования – выбор ТЗ с предварительным определением оценок их качественных свойств и составляющих баланса мощности торможения транспортного средства на спуске.

В настоящее время выбор того или иного типа ТЗ производится путем сравнения качественных свойств, характеризующих конструктивные особенности данных устройств. При этом отдельным свойствам дается приблизительное предпочтение, т.е. без их количественных оценок. Кроме того, требуемые показатели тормозной динамики, в частности тормозная мощность выбранного типа замедлителя, определяется исходя из конструктивных параметров ТЗ.

На современных автомобилях и колесных тракторных поездах устанавливаются в основном моторные (особенно выхлопные типы), гидродинамические, электродинамические, комбинированные и фрикционные типы ТЗ [1–4].

Анализ конструкции ТЗ, их рабочих характеристик и эксплуатационных качеств позволяет дать сравнительную оценку этих устройств.

Преимущества:

- моторные ТЗ выхлопного типа: простота конструкции и обслуживания, малые габариты и масса, возможность их установки на стандартные автомобили без существенного изменения их конструкции, небольшая стоимость, улучшение теплового режима двигателя (при торможении на спуске);

- гидродинамические ТЗ: автоматическое регулирование величины тормозного момента в зависимости от скорости движения, улучшение теплового режима двигателя;

- электродинамические ТЗ: высокая тормозная эффективность, возможность установки на прицепах и полуприцепах, удобство дистанционного управления.

Недостатки:

- моторные ТЗ выхлопного типа: низкая тормозная эффективность;

- гидродинамические ТЗ: низкая эффективность при малых скоростях, громоздкость, сложность конструкции и управления, необходимость дополнительного ухода, высокая стоимость, значительные потери мощно-

сти на тяговых режимах двигателя, инерционность (большое время срабатывания и оттормаживания);

- электродинамические ТЗ: сложность и громоздкость конструкции, высокая стоимость, нестабильность рабочей характеристики при незначительном нагреве, большая масса.

Для сравнительного анализа различных типов ТЗ необходимо оценить их качественные свойства, которые, по сути, представляют собой требования [5], предъявляемые к замедлителям. Эти требования можно разделить на следующие три группы.

По эффективности обеспечения безопасности движения:

- достаточное значение тормозной силы для обеспечения спуска автомобиля со скоростью 30 ± 5 км/ч по уклону 7 % протяженностью 6 км;
- малое время срабатывания (не более 0,5 с) и оттормаживания;
- удобство управления и возможность автоматизации;
- возможность бесступенчатой регулировки тормозной силы (момента), плавность ее нарастания.

По экономичности:

- малые габариты и масса, а также сохранность габаритов автомобиля;
- отсутствие расхода топлива при торможениях;
- недопущение падения уровня энергии в аккумуляторных батареях ниже 90 % номинального значения;
- доступность монтажа на серийно выпускаемых автотракторных средствах.

По надежности конструкции:

- независимость эффективности замедлителя от нагрева, температуры и плотности воздуха;
- сохранение уровня надежности других элементов автомобиля;
- независимость от вибраций, коррозии и старения элементов, возникающих при любых условиях эксплуатации;
- простота и доступность технического обслуживания.

Представляется целесообразным найти численную характеристику каждого типа ТЗ, что может сыграть роль оценки замедлителя. Такая оценка может решить вопрос предпочтительности того или иного типа ТЗ.

Требования (свойства) по первой группе оцениваются от 0,7 до 1,0 балла, второй – от 0,6 до 0,9, третьей – от 0,5 до 0,8 балла. Произведена экспертная оценка этих требований, которые приведены в таблице.

Для окончательного выбора типа ТЗ необходимо определить оценку баллов (экспертных оценок) каждого типа замедлителя. С этой целью составлена расчетная компьютерная программа по следующей схеме. Если оценка в какой-нибудь строке данной группы равна нулю (что имеет место в случае, когда данное требование не обеспечено ТЗ), то последующие оценки данной группы умножаются на 0,5. Затем составляется сумма полученных оценок для каждой группы с индексом в отдельности.

Составляются отношения

$$\eta_i = x_i / x_i^{(ид)},$$

где $x_i^{(ид)}$ – оценка для данной группы, соответствующая идеальному замедлителю.

Оценки отдельных свойств различных типов ТЗ и двигателя

Требование	Тип замедлителей					
	гидро- динами- ческий	элек- троди- нами- ческий	двигатель без до- полни- тельного приспо- собления	мо- тор- ный	иде- аль- ный	фрик- цион- ный
Эффективность обеспечения безопасности движения:						
достаточность величины тормозной силы для обеспечения спуска автомобиля со скоростью 30 ± 5 км/ч по уклону 7 %, протяженностью 6 км	1,0	1,0	0,6	0,7	1,0	0,8
малое время срабатывания (не более 0,5 с) и оттормаживания	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	0,9
удобство управления и возможность его автоматизации	1,0	1,0	0,7	1,0	1,0	1,0
возможность бесступенчатой регулировки тормозной силы (момента), плавность ее нарастания	1,0	0,9	0,7	0,7	1,0	0,8
Экономичность:						
малые габариты и масса, а также невыход за габариты автомобиля	0,7	0,6	0,9	0,9	1,0	0,8
отсутствие расхода топлива при торможениях	0,9	0,9	0,6	0,9	1,0	0,9
недопущение падения уровня энергии в аккумуляторных батареях ниже 90 % номинального значения	0,9	0,6	0,9	0,9	1,0	0,9
доступность монтажа на серийно выпускаемые автомобили	0,6	0,6	0,9	0,9	1,0	0,6
Надежность конструкции:						
независимость эффективности замедлителя от нагрева, от температуры и плотности воздуха	0,8	0,6	0,8	0,8	1,0	0,5
сохранение уровня надежности других элементов автомобиля	0,7	0,5	0,8	0,8	1,0	0,6
независимость от вибраций, коррозий и старения элементов, возникающих при любых условиях эксплуатации	0,7	1,7	0,8	0,8	1,0	0,6
простота и доступность технического обслуживания	0,6	0,6	0,8	0,7	1,0	0,7
Итого...	32,09	29,78	22,28	29,67	54,59	27,67

Конечная оценка ТЗ по всем трем группам определяется по формуле

$$\delta = \eta_1 + e^{-0,5(1-\eta_1)} \cdot \eta_2 + e^{-0,5(1-\eta_1)} \cdot e^{-0,2(1-\eta_2)} \cdot \eta_3.$$

Коэффициенты вида $e^{-a_i(1-\eta_i)}$ обеспечивают учет отклонения данной группы от идеальности (под идеальным ТЗ подразумевается тот, который отвечает всем требованиям) на последующие группы. Например, если в данной группе $\eta_i \neq 1$, т.е. если замедлитель с точки зрения требований i -й

группы неидеален, то это приводит к уменьшению вклада последующих η_i на окончательную оценку ТЗ.

Решение программы показывает, что моторный замедлитель оценивается 29,67 балла, фрикционный – 27,67, двигатель – 21,28, электродинамические и гидродинамические ТЗ – соответственно 29,78 и 32,09 балла.

Величины η_1, η_2, η_3 , фигурирующие в формуле 8, могут иметь разные значения в зависимости от дорожно-климатических условий эксплуатации (высота местности, гололед, городские условия движения, горные условия, т.е. среда, в которой работает транспортное средство).

Изложенное выше позволяет сделать вывод о том, что наиболее целесообразно применение гидродинамического ТЗ (32,09 балла). Необходимо помнить, что каждый из перечисленных типов замедлителей целесообразно применять там, где их недостатки не имеют существенного значения. Например, гидродинамические ТЗ – для автотракторного подвижного состава с гидромеханической коробкой передач; электродинамические – для подвижного состава особо большой грузоподъемности; моторные – для автомобилей и колесных тракторных поездов с небольшой общей массой; фрикционные – для тяжелых грузовиков, работающих в бездорожных условиях (лесовозы, рудовозы и т.п.).

Для определения показателей тормозной динамики, в частности тормозной мощности замедлителя, построим баланс мощности торможения подвижного состава выбранного типа на основе изложенного выше способа ТЗ на спуске (с постоянной скоростью).

Уравнение баланса мощности при торможении на спуске с уклоном (α) продольного профиля дороги в случае стандартного двигателя можно представить в виде

$$N_{\alpha} = N_f + N_w + N_{\text{Д}}. \quad (1)$$

При торможении ТЗ (без использования колесных тормозов) уравнение (1) преобразуется в следующий вид:

$$N'_{\alpha} = N_f + N_w + N_{\text{Д}} + N_{\text{ТЗ}},$$

где N_f – мощность сопротивления качению шин, $N_f = G_a f V \cos \alpha$ [6]; N_w – мощность сопротивления воздушной среды, $N_w = K F V^3$ [6]; $N_{\text{ТЗ}}$ – мощность, развиваемая замедлителем; N_{α} – мощность, приобретаемая подвижным составом на спуске, $N_{\alpha} = G_a f V \sin \alpha$ [6].

Для моторных замедлителей – $N_{\text{ТЗ}}^{\text{М}} = (A' + B'n)n$ [6], для электродинамических – $N_{\text{ТЗ}}^{\text{Э}} = \alpha \sqrt{n_1^3}$ [7], для гидродинамических замедлителей $N_{\text{ТЗ}}^{\text{Д}} = \gamma \lambda D^3 n_p^3$ [8], для двигателей – $N_{\text{Д}} = (A + Bn)n$ [6].

В приведенных формулах: G_a – общая масса автомобиля, Н; f – коэффициент сопротивления качению шин; V – скорость автомобиля, м/с; $K F$ – фактор обтекаемости, Н·с²/м⁴; α – величина уклона, градус; A', B', A и B – коэффициенты, определяемые экспериментальным путем; n – обороты коленчатого вала двигателя, об./с; n_1 – обороты якоря электродинамического ТЗ, об./с; a – коэффициент приведения; D – диаметр рабочей

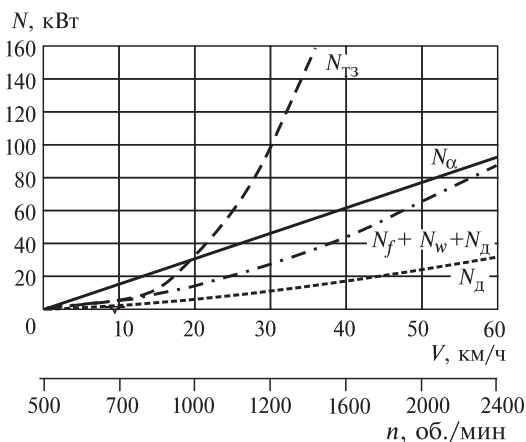
График баланса мощности торможения с постоянной скоростью

полости, м; γ – плотность рабочей жидкости, кг/м³; λ – коэффициент тормозного момента ТЗ, с²/(об.²м); n_p – обороты ротора ТЗ, об./с.

На рисунке представлен график баланса мощности гидродинамического замедлителя. Для расчетов, связанных с построением графика, приняты следующие исходные данные:

$G_a = 80000H$; $\lambda = 36 \cdot 10^{-2}$; $A = 3,45$; $B = 0,0035$; $D = 0,226$ м; $\gamma = 840$ кг/м³; $\alpha = 4^\circ$; $f = 0,12-0,25$; $n_p = 8-42$ об./с.

Из графика видно, что мощность торможения двигателем недостаточна для достижения равномерной скорости на спуске 7 % ($\alpha = 4^\circ$), поскольку кривая ($N_f + N_w + N_d$) пересекается с кривой N_a далеко за пределами скорости 30 ± 5 км/ч, в то время как мощность торможения с гидродинамическим замедлителем вполне достаточна для поддержания постоянной скорости 30 ± 5 км/ч на спуске 7 %. Как видно из представленной на этом графике характеристики тормозной мощности ТЗ, при больших скоростях движения может быть получена излишне высокая эффективность действия. Эту эффективность целесообразно ограничить исходя из условия обеспечения комфортабельности при торможении, при котором величина замедления не превышает $1,5-2$ м/с².



ВЫВОДЫ

1. Предложены новые критерии оценки тормоза-замедлителя, в частности энергетического характера, и проведена их классификация.
2. Представлены данные составляющих баланса мощности торможения автотракторного подвижного состава с замедлителем на спуске (при постоянной скорости), являющиеся основой для определения эффективности замедлителя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ивандиков М.П. Выбор параметров моторного тормоза-замедлителя: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1983. – 20 с.
2. Пат. РА № 1775A2. Комбинированная вспомогательная тормозная система тракторного поезда / Э.С. Абгарян, А.Г. Ерицян. – Ереван, 2006.
3. Мелконян Г.М. Создание вспомогательной тормозной системы трактора и оценка ее эффективности при эксплуатации тракторных поездов в горных условиях: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ереван, 1988. – 20 с.
4. Кичжи А.С. Фрикционные тормоза-замедлители // Автолюб. пром-сть. – 1986. – С 69.
5. ГОСТ Р 51709–2001. Автотранспортные средства: требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
6. Максапетян Г.В. Теория автомобиля и трактора. – Ереван: Луйс, 1989. – 351 с.

7. Гапоян Д.Т., Илиев Б.П. Автомобильные электродинамические тормоза-замедлители. – М.: НИИНАвтопром, 1979. – 69 с.
8. Гапоян Д.Т. Гидромеханические коробки передач с гидрозамедлителем. – М.: Автомобилестроение, 1965. – 40 с.

Поступила в редакцию 04.01.2014

G.S. YERITSYAN, Doctor of Science in Engineering, Chair Holder

*State Engineering University of Armenia
e-mail: gagikyeritsyan@gmail.com*

METHOD OF SELECTING RETARDER FOR MOTOR-AND-TRACTOR ROLLING STOCK

A method of selecting secondary braking systems for vehicles and wheeled tractor trucks involved in agricultural transportation is proposed based on expert judgment of qualitative properties of the mentioned systems of different types. Comparison of the qualitative properties, which, in fact, are requirements to secondary braking systems, first of all addressed to the preference of selecting one or another retarder. Then, based on expert quantitative judgments, the numerical characteristic of different groups of the mentioned requirements has been determined. By determining the sum of estimates of all requirement groups with the help of the mathematical model presented, the final selection, which is the quantitative estimate playing a role of that for the type of retarder, has been made. Using the balance diagram of braking power, the braking power of the selected secondary braking system for vehicle or wheeled tractor truck has been determined during braking with constant speed on downhill with the slope of 7% and length of 6 km. Taking into account that data on braking power balance constituents do not exist in scientific-technical literature, the mentioned constituents are presented in detail in the article.

Keywords: retarder, quantitative estimates, braking power, balance of braking power, qualitative property.
