

Кульпин Александр Геннадьевич, старший преподаватель.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, д.28

E-mail: kag.ea@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКА ОТКАЗОВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Аннотация: Причинами преждевременного списания шин являются производственные дефекты, износ рисунка протектора, механические повреждения, усталостные и тепловые разрушения. Факторы, влияющие на ходимость шин, делятся на управляемые и учитываемые. При рассмотрении тепловых разрушений шин выявляется критическая температура 110 °С, которая приводит к разрушению и снижению надежности шин. Полное использование ресурса шин карьерных автосамосвалов зависит от условий эксплуатации, таких, как расположение колес на самосвале (ведущие и неведущие), состояние дорожного полотна (отличное, среднее, плохое), грунт дорожного полотна (песок, глина, земля, гравий, руда, известняк), повороты (плавная или прямая дорога), нагрузка на шины (нормативная или перегруз), продольный уклон, скорость движения с грузом, давление воздуха в шине, температура окружающего воздуха, стиль вождения и уход за шинами, которые приводят к преждевременному выходу их из строя и списания по причине превышения теплового состояния и, как следствие, отслоению протектора. Управление температурным режимом крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов в процессе эксплуатации позволяет достичь максимальной их производительности с учетом рациональной загрузки. Предлагаемая программа для ЭВМ «Оптимальная степень загрузки» позволяет определить производительность в различных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: карьерный автосамосвал; крупногабаритная шина; ресурс шины; тепловое состояние; скорость движения.

Информация о статье: принята 19 ноября 2018 г.
DOI: 10.26730/1816-4528-2018-5-29-34

Актуальность работы / The urgency of the discussed issue

Вопросы, связанные с технологией добычи полезных ископаемых и транспортированием горной массы на горнодобывающих предприятиях, с оценкой эффективности организации этих процессов, а также вопросы, связанные с комплексной диагностикой горных машин и их отдельных узлов и механизмов, рассмотрены многими учеными. Основные результаты их исследований изложены в научных работах [1, 4 - 19].

Карьерный автомобильный транспорт занимает ведущее место в структуре технологического транспорта при добыче полезных ископаемых открытым способом. Анализ затрат при транспортировании горной массы показывает, что 50-60% затрат приходится на автотранспорт, из которых 25-30% составляют затраты на шины [3, 15]. Тенденция развития карьерных самосвалов приводит к увеличению их грузоподъемности, что способствует возрастанию разрешенной максимальной массы, это приводит к более высоким нагрузкам на шины. Как следствие, снижается ресурс крупногабаритных шин.

Цель работы / The main aim of the study

Определить влияние условий эксплуатации на температурный режим крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов.

Методы исследования / The methods used in the study

При исследовании использовались методы статистической обработки данных и построения регрессионных моделей, анализа и синтеза, математическое моделирование и аппарат линейного программирования.

Теоретическая часть / Theoretical part

Среди причин преждевременного списания шин можно выделить следующие (рисунок 1):

- производственные дефекты, которые не были обнаружены при выходном контроле шин на заводе-изготовителе;
- износ протектора;
- механические повреждения (порезы, проколы, сколы грунтозацепов и прочие);
- усталостные и тепловые разрушения (отслоение протектора, боковин, расслоение корда).

Из представленных на рис. 1 причин утилизации крупногабаритных шин тепловые и усталостные разрушения являются факторами, которыми можно управлять. При перегреве крупногабаритных шин происходят тепловые и усталостные разрушения. Критической температурой шин считается температура свыше 110°С, так как дальнейшее ее повышение приводит к изменению механических свойств

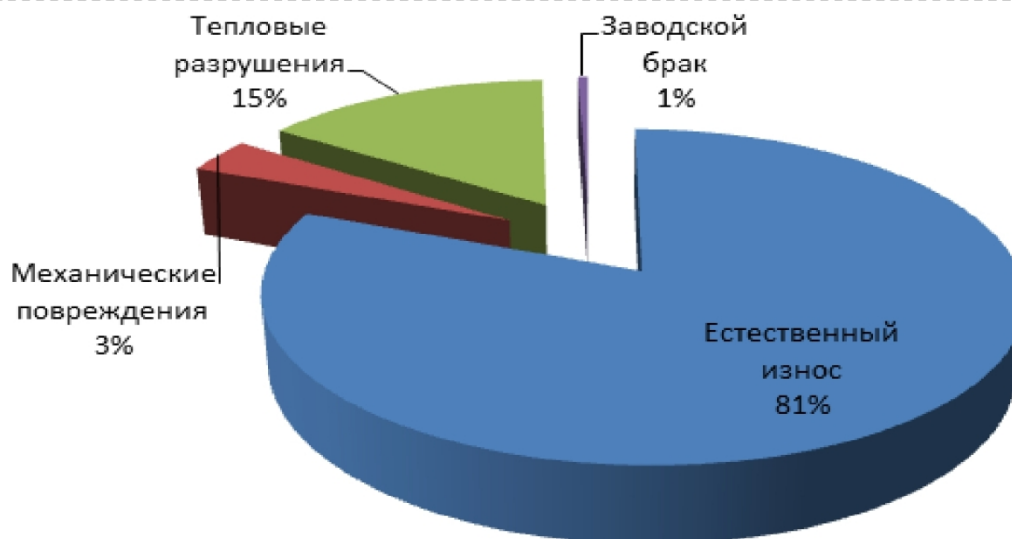


Рис. 1. Причины утилизации крупногабаритных шин на предприятии [2]
Fig. 1. The reasons of OTR tires disposal at the enterprise [2]

материала крупногабаритной шины, а это, в свою очередь, снижает надежность. Как следствие, сокращается прочность и износостойкость. Следовательно, необходимо соблюдать температурный режим при эксплуатации крупногабаритных шин карьерных самосвалов.

Степень отрицательного влияния различных факторов можно оценить по данным исследования шин Bridgestone, приведенным в таблице.

Таблица. Коэффициенты снижения ресурса шин (Bridgestone, типоразмер 33.00R51)
Table. Coefficients of decrease in tires service life (Bridgestone, standard size 33.00R51)

Факторы, влияющие на ресурс шин	Коэффициент снижения ресурса шин
Расположение колес на самосвале	0,8
ведущие	0,9
неведущие	
Состояние дорожного полотна	1,0
отличное	0,9
среднее	0,7
плохое	
Грунт дорожного полотна	1,0
песок, суглинок,	0,9
глина, земля	0,8
гравий, мергель	0,7
мягкие скальные породы	0,6
руда, сланцы, известняк	
кремнистая скала, твердая скала	
Повороты	1,0
плавные, прямая дорога	0,9
средние	0,8
крутые	

Нагрузка на шину по норме	1,0
перегрузка 10%	0,85
перегрузка 20%	0,7
Движение с грузом на подъем (задние колеса)	0,9
6%	0,7
15%	
Движение с грузом под уклон (передние колеса):	0,9
6%	0,7
15%	
Скорость с грузом, км/ч	1,0
16	0,8
32	0,6
50	0,5
больше 50	
Давление в шине по норме	1,0
меньше нормы на 10% или больше на 15%	0,9
меньше на 20%, больше на 30%	0,75
меньше на 30%	0,5
Температура окружающего воздуха, стиль вождения, уход за шинами и др.	От 1 до 0,8

В стоимости нового автосамосвала шины (импортные) составляют около 20%. Издержки на крупногабаритные шины за весь период эксплуатации карьерного самосвала доходят до 70% его стоимости. На некоторых предприятиях зафиксировано 50% списания крупногабаритных шин и разрушения по причинам эксплуатационного характера.[2]

Учитывая высокую стоимость крупногабаритных шин для карьерных самосвалов, одной из задач,

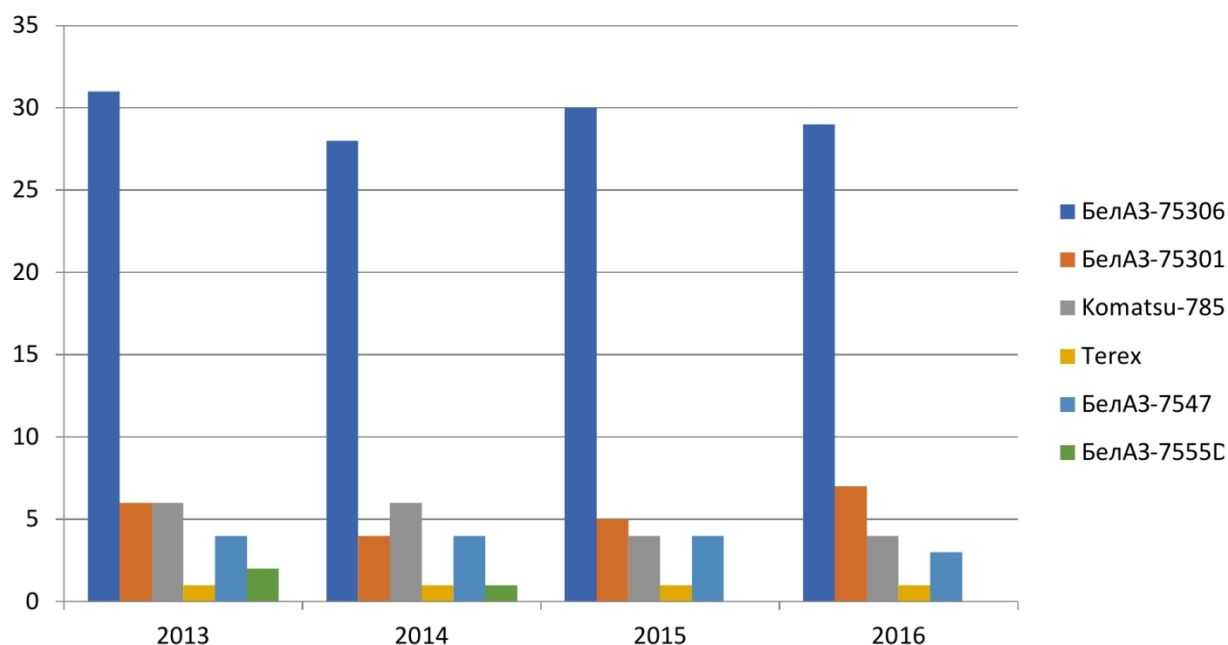


Рис. 2. Подвижной состав филиала «Кедровский угольный разрез» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»
Fig. 2. The park of dump trucks of «Kedrovsky Coal Mine», a branch of JSC «Kuzbassrazrezugol Coal Company»

Исходные данные		Результаты расчета	
Температура шины, °C	110	Рациональная степень загрузки	1,25
Температура окружающей среды, °C	30	Среднеэксплуатационная скорость, км/ч	15,3695193929174
Продольный уклон дороги, %	4	Производительность, т/ч	365,011437065334
Длина ездки с грузом, км	3		
Время простоев за рейс, ч	0,5		
<input type="button" value="Рассчитать"/>			

Рис. 3. Внешний вид программы для ЭВМ «Оптимальная степень загрузки»
Fig. 3. Appearance of the computer program "Optimum extent of loading"

стоящих перед предприятиями горной промышленности, является увеличение ходимости крупногабаритных шин и сокращение эксплуатационных затрат. Уменьшение износа крупногабаритных шин приведет к улучшению экологической обстановки в угледобывающих регионах за счет снижения его загрязнения неулавливаемыми и не утилизируемыми отходами.

Результаты / The results

Парк автосамосвалов филиала «Кедровский угольный разрез» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» представлен следующими основными марками автосамосвалов (рис. 2).

Основной эксплуатируемой маркой на предприятии является автосамосвал БелАЗ-75306

грузоподъемностью 220 тонн, укомплектованный шинами типоразмера 40.00-57 компании Bridgestone. В процессе исследования были собраны данные о пробеге шин на предприятии и определены значения потерь шин под действием эксплуатационных факторов.

Для исследования теплового состояния шин на протяжении четырех лет в течении всех сезонов года с помощью специальной аппаратуры проводились замеры температуры внутри шины. Эксплуатационные показатели, такие как скорость движения, загрузка автосамосвала, количество рейсов и т.д., отслеживались с помощью системы АСД «Карьер» в условиях филиала «Кедровский угольный разрез» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь». На основании полученных данных эксперимента была разработана

программа для ЭВМ «Оптимальная степень загрузки», позволяющая определить производительность в различных условиях эксплуатации (рис. 3).

Выводы / Summary

Управляя эксплуатационными факторами, появляется возможность для предприятий эксплуатировать крупногабаритные шины в оптимальном температурном диапазоне. Так, за счет управления нагрузкой самосвала эксплуатационная производительность шины повышается до 40%. Это приведет к оптимальной эксплуатации крупногабаритных шин и, следовательно, к уменьшению себестоимости добычи полезных ископаемых при максимальной производительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кульпин А.Г. Управление показателями условий эксплуатации крупногабаритных шин и их влияние на производительность карьерных автосамосвалов. / А.Г. Кульпин, Д.В. Стенин, Е.Е. Купчина // Сборник материалов XV международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. СИБРЕСУРС 2014» - 2014
2. Kulpin A.G. Influence of service conditions of quarry dump trucks on the thermal state large-size tires. / A.G. Kulpin, D.V. Stenin, E.E. Kultayev, E.E. Kulpina, V.A. Borovtsov // Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety 2016. С. 116-119.
3. Stenin D.V., Stenina N.A., Bakanov A.A. Evaluation of the open pit vehicles loading influence on the reliability of motor-wheel reducers. Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety 2016. С. 256-260.
4. Yang X., Olatunbosun O., Garcia-Pozuelo D., Bolarinwa E. Fe-based tire loading estimation for developing strain-based intelligent tire system. SAE Technical Papers. 2015. Т. 2015-April. № April.
5. Sunging Q. A review of ultrafine particles as antiwear additives and friction modifiers in lubricating oils / Q. Sunging, D. Junxiu, Ch. Guoxu // Lubricating Science, 1999. – V.11. - № 3. – P. 165-172
6. Samarskii A. A., Galaktionov V. A., Kurdiumov S. P., Mikhailow A.P. Blow-up in quasilinear parabolic equations. Berlin: Walter de Gruyter, 1995.
7. Abramovich A., Pudov E., Kuzin E. E3S Web of Conferences 21, 01011 (2017). DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172101011>
8. Евзович В.Е., Райбман П.Г. Автомобильные шины и колеса // Москва: ООО "МИРОС", 2012, 159 стр.
9. Горюнов С.В. Прогнозирование эксплуатационной температуры пневматических шин карьерных автосамосвалов / С.В. Горюнов, В.М. Шарипов // Леса России и хозяйство в них 2013. № 1-2(42-43). С. 32-34.
10. Медведицков С.И. Исследование зависимости температуры и внутреннего давления воздуха в сверх-крупногабаритной шине от времени проведения испытаний / С.И. Медведицков, А.И. Кормаз // Журнал автомобильных инженеров. 2014. №5(88). С. 25-27.
11. Зеночкин М.Ю. Оценка факторов износа и меры по повышению ресурса крупногабаритных шин карьерных самосвалов // Горный журнал. - 2010. № 1. - С. 86-88.
12. Медведицков С.И. Программирование параметров, влияющих на показатель производительности для сверхкрупногабаритных шин, в условиях реальной эксплуатации. / С.И. Медведицков, Н.М. Глебова, А.И. Кормаз // Механика машин, механизмов и материалов. - 2015. - № 2 (31). - С. 24-28.
13. Ефимов В.И. Оценка эффективности эксплуатации крупногабаритных шин на угольных разрезах ОАО «ХК «СДС-УГОЛЬ». / В.И. Ефимов, О.В. Кротиков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2013. - № 2. - С. 112-117.
14. Иванов Е.В. Особенности эксплуатации автосамосвала БЕЛАЗ 75710 в условиях ХК «СДС» ФИЛИАЛА ОАО «ЧЕРНИГОВЕЦ». / В сборнике: Россия молодая Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. - 2015. - С. 609.
15. Красавин П.А. Факторы, влияющие на изменение давления в шинах автомобиля, и современные системы его контроля. / П.А. Красавин, Г.В. Фисичев, А.О. Смирнов, Н.О. Касимов // Журнал автомобильных инженеров. - 2015. - № 3 (92). - С. 16-21.
16. Стенин Д.В., Стенина Н.А. Использование корреляционного анализа при оценке теплового состояния редукторов мотор-колес карьерных автосамосвалов БЕЛАЗ // В сборнике: Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (Сибресурс 2012) материалы XIV Международной научно-практической конференции. редколлегия: В.Ю. Блюменштейн (ответственный редактор), В.А. Колмаков. 2012. С. 133-136.
17. Стенина Н.А., Стенин Д.В., Квасова А.А., Тюлькова Е.А., Хорешок А.А. Оценка значимости исследуемых параметров, влияющих на теплонагруженность редукторов мотор-колес (РМК) карьерных автосамосвалов // В сборнике: Сборник докладов студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава университета. По результатам IV Всероссийской, 57 научно-практической конференции молодых ученых "РОССИЯ МОЛОДАЯ" В.Ю. Блюменштейн (ответственный редактор). 2012. С. 319-321.
18. Фурман А.С., Стенин Д.В., Ашихмин В.Е. О нормировании расхода топлива на карьерном транспорте // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2006. № 1 (52). С. 125-127.
19. Хорешок А.А., Стенин Д.В. Определение оптимального соотношения сопряженных параметров карьерных экскаваторно-автомобильных комплексов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2007. № 5 (63). С. 3-4.

STUDY OF FAILURES OF OFF-THE-ROAD TIRES USED ON QUARRY DUMP TRUCKS

Abstract: The causes of premature tire decommissioning are manufacturing defects, tread pattern wear, mechanical damage, fatigue and thermal damage. Factors, affecting the mobility of tires are divided into manageable and taken into account. The study of thermal destruction of tires revealed a critical temperature of 110 °C, which leads to the destruction and reduction of tire reliability. The service life of OTR tires depends on many factors of operating conditions, such as the location of the wheels on the dump truck (driving and non-driving), the condition of the roadway (excellent, medium, bad), the roadbed soil (sand, clay, earth, gravel, ore, limestone), turns (smooth or straight road), the load on the tires (normative or overload), longitudinal slope, the speed of movement with the load, the air pressure in the tire, the ambient air temperature, driving style and care of the tires which lead to premature disposal because of the excess of the thermal state and, as a consequence, delamination of the tread. Control of the thermal state of large tires in the process of operation allows you to achieve maximum performance based on rational load of dump. The computer program "Optimal utilization" was developed to determine the performance in various operating conditions.

Keywords: mining dump truck; OTR tires; service life of tires; thermal condition; speed of motion.

Article info: received November 19, 2018
DOI: 10.26730/1816-4528-2018-5-29-34

REFERENCES

1. Kulpin A.G. Management of indicators of operating conditions of large-size tires and their impact on the performance of dump trucks. / A.G. Kulpin, D.V. Stenin, E.E. Kulpina // Proceedings of the XV international scientific and practical conference "Natural and intellectual resources of Siberia. SIBRESURS, 2014» - 2014
2. Kulpin A.G. Influence of service conditions of quarry dump trucks on the thermal state large-size tires. / A.G. Kulpin, D.V. Stenin, E.E. Kultayev, E.E. Kulpina, V.A. Borovtsov // [Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety](#) 2016. C. 116-119.
3. Stenin D.V., Stenina N.A., Bakanov A.A. Evaluation of the open pit vehicles loading influence on the reliability of motor-wheel reducers. [Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety](#) 2016. C. 256-260.
4. Yang X., Olatunbosun O., Garcia-Pozuelo D., Bolarinwa E. Fe-based tire loading estimation for developing strain-based intelligent tire system. [SAE Technical Papers](#). 2015. T. 2015-April. № April.
5. Sunging Q. A review of ultrafine particles as antiwear additives and friction modifiers in lubricating oils / Q. Sunqing, D. Junxiu, Ch. Guoxu // *Lubricating Science*, 1999. - V.11. - № 3. - P. 165-172
6. Samarskii A. A., Galaktionov V. A., Kurdimov S. P., Mikhailov A.P. Blow-up in quasilinear parabolic equations. Berlin: Walter de Gruyter, 1995.
7. Abramovich A., Pudov E., Kuzin E. E3S Web of Conferences 21, 01011 (2017). DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172101011>
8. Evzovich V. E., Reibman P.G. Car tires and wheels // Moscow: OOO "MIROS", 2012, 159 p.
9. Goryunov S. V. Prediction of operating temperature of pneumatic tires of dump trucks / S.V. Goryunov, V.M. Sharipov // *Russian forests and their economy* 2013. № 1-2(42-43). P. 32-34.
10. Medveditskov S. I. Study of the dependence of temperature and internal air pressure in an over-large tire on the time of testing / S.I. Medveditskov, A.I. Cormaz // *Journal of automotive engineers*. 2014. №5(88). P. 25-27.
11. Zenochkin M.Y. Assessment of wear factors and measures to improve the life of large tires of dump trucks // *Mining journal*. - 2010. № 1. - P. 86-88.
12. Medveditskov S. I. Programming of parameters that affect the performance indicator for super-large tires in real-life operation. / S.I. Medveditskov, N.M. Glebova, A.I. Cormaz // *Mechanics of machines, mechanisms and materials*. - 2015. - № 2 (31). - P. 24-28.
13. Efimov V.I. Evaluation of the efficiency of operation of large tires at coal mines of Open Society "HC "SDS-COAL». / V.I. Efimov, O.V. Krotikov // *News of Tula state University. Earth science*. - 2013. - № 2. - P. 112-117.
14. Ivanov E.V. Features of operation of the dump truck BELAZ 75710 in terms of HC "SDS" branch of Open Society "CHERNIGOVETS". / In the collection: Russia young collection of materials VII all-Russian scientific and practical conference of young scientists with international participation. - 2015. - P. 609.
15. Crasavin P.A. Factors that affect the change in tire pressure of the car, and modern systems of its control. / P.A. Crasavin, G.V. Fischev, A.O. Smirnov, N.O. Casimov // *Journal of automotive engineers*. - 2015. - № 3 (92). -P. 16-21.

16. Stenin D. V., Stenina N. A. The use of correlation analysis in the assessment of the thermal state of the gears of motor wheels of dump trucks BELAZ // In the collection: Natural and intellectual resources of Siberia (Sibresurs 2012) materials XIV International scientific and practical conference. editorial Board: V. Yu. Blumenstein (editor), V. A. Kolmakov. 2012. P. 133-136.

17. Stenina N. A., Stenin D. V., Kvasova A. A., Tyulkova E. A., Khoreshok A. A. Assessment of the significance of the studied parameters affecting the heat load of motor-wheel reducers (RMK) of dump trucks // In the collection: a Collection of reports of students, postgraduates and faculty of the University.

The results of the IV all-Russian, 57-th scientific-practical conference of young scientists "YOUNG RUSSIA" by V. Yu. Blumenstein (editor). 2012. P. 319-321.

18. Furman A. S., Stenin, D. V., Ashikhmin V. E. On rationing of fuel consumption in the transportation career // Bulletin of the Kuzbass state technical University. 2006. № 1 (52). P. 125-127.

19. Khoreshok A. A., Stenin, D. V. determination of the optimal ratio of conjugate parameters of the career of excavating and automobile complexes // Bulletin of the Kuzbass state technical University. 2007. № 5 (63). Pp. 3-4.

Библиографическое описание статьи

Кульпин А.Г. Исследование потока отказов крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов // Горное оборудование и электромеханика — 2018. — № 5 (139). — С. 29-34.

Reference to article

Kulpin A.G. Study of failures of off-the-road tires used on quarry dump trucks. Mining Equipment and Electromechanics, 2018, no. 5 (139), pp. 29-34.