

Создание диспетчерского пункта упрощается отсутствием необходимости предусматривать специальные технические средства, достаточно обычного компьютера и подключения к сети Интернет.

Предполагаемая структурная схема приведена на рисунке 6.

В рамках разработки данной системы были разработаны и внедрены ряд проектов на релейной логике для отладки принципов работы системы автоматизации технологических процессов на нескольких АЗС «Газпромнефть-центр», разработан шкаф-тренажер, основанный на релейной логике, для межрегионального учебного центра «Газпромнефть». Кроме того, разработаны проекты автоматизации технологии в рамках разработки типовых решений для АЗС «Газпромнефть» и внедрены данные системы автоматизации на нескольких пробных АЗС.

Опыт внедрения системы автоматизации показал, что данная система позволила значительно снизить влияние человеческого фактора на АЗС, улучшить качество обслуживания и безопасность работы АЗС.

Выводы

В дальнейшем планируется интегрирование систем управления, автоматизации технологии и приточно-вытяжной вентиляции в единую систему комплексной автоматизации, создание полностью автоматической АЗС и диспетчерского центра для мониторинга работы сети АЗС.

Литература

1. Информационный портал «Автозаправка» <http://autozapravka.com/>
2. Материалы сайта производителя технологического оборудования для АЗС ЗАО «ПНСК» <http://www.pnsk.ru>
3. НПБ 111-98* Нормы пожарной безопасности для автозаправочных станций
4. Закожурников Ю.А. Хранение нефти, нефтепродуктов и газа. - Волгоград: ИД ИН-ФОЛИО, 2010 – 432 с.
5. РД 153-39.2-080-01 Правила технической эксплуатации автозаправочных станций.

Кусочно-бесступенчатое регулирование скорости тракторов

д.т.н. проф. Городецкий К.И., Банников М.В., Ивкова Г.Б., Муратова С.К., Шуваев Д.Н.

Университет машиностроения, ОАО «НИИ Стали»

8(495)223-05-23 (1527), k.gorodetsky@mail.ru, 8(916)679-44-51, Smash@list.ru

Аннотация. Рассмотрен метод кусочно-бесступенчатого регулирования скорости тракторов, в основе которого используется рациональный выбор достаточно небольшого диапазона корректорной характеристики дизеля, где мощность не понижается менее номинальной, а топливная экономичность улучшается при уменьшении частоты вращения дизеля.

Ключевые слова: трактор, двигатель, коробка передач, регулирование скорости

В последнее время появились публикации о двигателях внутреннего сгорания (дизелях) с характеристикой постоянной мощности – ДПМ [1-4]. Такая характеристика может быть получена на двигателях практически любого типа регулированием подачи топлива, при которой изменение крутящего момента имеет гиперболический характер. При этом также должна обеспечиваться приемлемая характеристика расхода топлива. По распространенному мнению бесступенчатому регулированию скорости тракторов способствует применение ДПМ, однако системным недостатком в данном случае является влияние его переменной частоты вращения на частоту вращения вала отбора мощности (ВОМ), если последнее проявляется в широком диапазоне.

Кроме того, получение характеристики ДПМ практически всегда связано с рядом ощутимых трудностей, отчего страдают некоторые эксплуатационные критерии экономичности тракторов. Недоиспользуется мощность из-за вынужденного снижения крутящего момента

для спрямления линии мощности, ухудшается при этом топливная экономичность и др. Сказанное в полной мере относится к широкому диапазону регулирования частоты вращения вала двигателя (от 1200 до 2100 мин⁻¹). При этом диапазон регулирования по частоте вращения вала двигателя составляет 1,75. Однако при некотором небольшом его уменьшении можно достичь приемлемых результатов.

На рисунке 1 приведена часть внешней скоростной характеристики дизеля QSM-11 компании Cummins, применяемого на некоторых тракторах New Holland серии T-X а также завода Промтрактор (г. Чебоксары) и др.

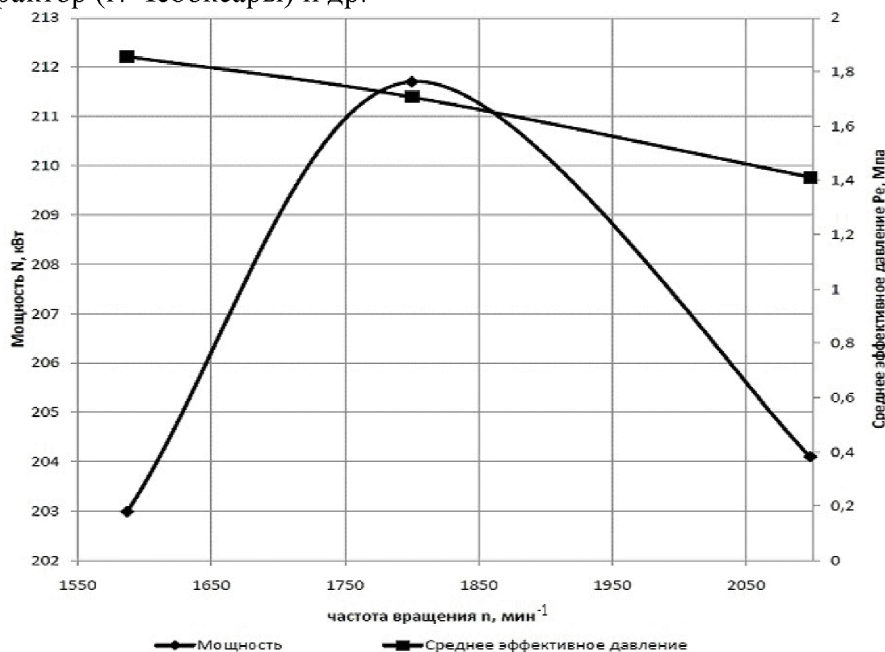


Рисунок 1 – Мощность и крутящий момент дизеля QSM-11 в диапазоне регулирования по частоте вращения 1,32 корректорной характеристики

График явно показывает, что при регулировании частоты вращения от 2100 до 1600 мин⁻¹ (диапазон составляет около 1,3) мощность не будет опускаться ниже номинального значения, что не хуже чем в случае характеристики постоянной мощности с учетом упомянутых сложностей реализации ДПМ. Об этом же говорит горизонтальная линия, проведенная на графике через точку номинальной мощности до пересечения с левой ветвью при значении частоты вращения 1590 мин⁻¹. Необходимо также отметить, что сделанный выбор конкретной модели дизеля носит скорее конъюнктурный, чем технически обоснованный характер, что создает понятный резерв для некоторого увеличения диапазона частоты вращения вала двигателя с вытекающими из этого положительными результатами.

Судить о возможностях резерва можно исходя из относительных характеристик ряда зарубежных тракторных дизелей, приведенных на рисунках 2...5.

Здесь для более удобного сравнения разных по мощности и другим параметрам дизелей показаны относительные мощности, крутящие моменты, часовые и удельные расходы топлива, отнесенные к одному литру рабочего объема. Графики указывают на целесообразность их анализа с привязкой к конструкционным особенностям и регулировкам конкретных моделей и реальную возможность увеличения диапазона регулирования частоты вращения вала двигателя по нашему мнению до 1,5 (т.е. от 1400 до 2100 мин⁻¹). В перспективе это может уменьшить количество ступеней, переключаемых, в частности, на ходу в основной коробке передач (КП) трансмиссии до двух – трех.

Определив диапазон изменения частоты вращения дизеля, далее возможно рассмотреть меры по уменьшению диапазонов частоты вращения ВОМ. Например, для тракторов с выбранным дизелем номинальная частота вращения ВОМ должна быть равна 1000 мин⁻¹ [2], а ее возможные отклонения могут находиться в пределах от 850 до 1150 мин⁻¹ в зависимости от регулирования скорости движения трактора.

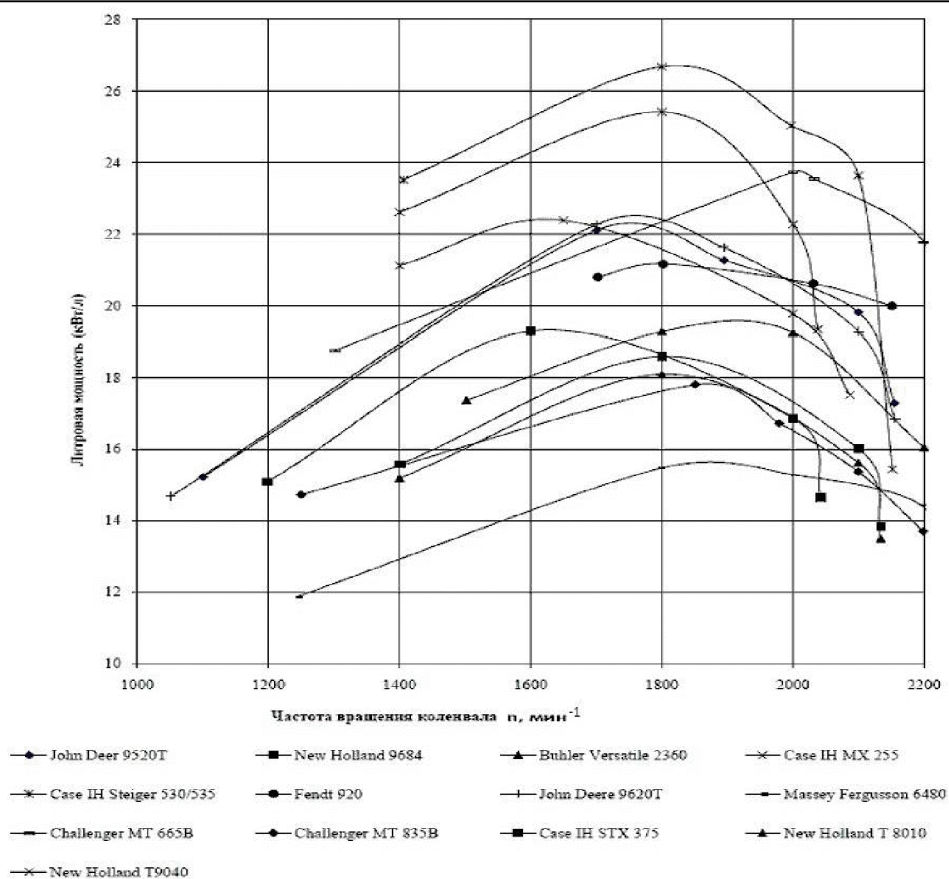


Рисунок 2 – Относительная литровая мощность некоторых зарубежных дизелей

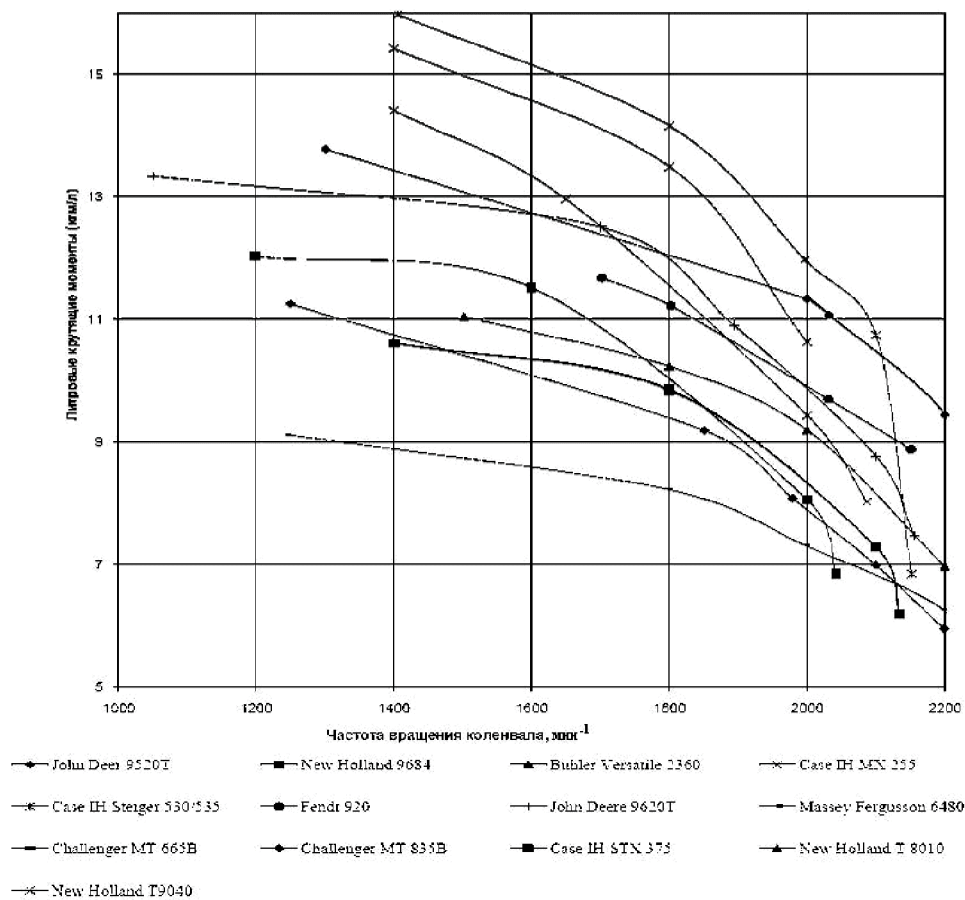


Рисунок 3 – Относительные литровые крутящие моменты некоторых зарубежных дизелей

Для уменьшения отклонений частоты вращения ВОМ от необходимых, заданных ГОСТ, с нашей точки зрения целесообразно в его приводе применить простейшую конструкцию коробки передач, например, с переключением с помощью шестерен-карок не более 4-х ступеней. Переключение ступеней не требуется производить непосредственно в процессе работы трактора, а может выполняться заранее, до начала работы, как преднастройка.

Как показывает опыт, применение ВОМ на мощных тракторах, особенно гусеничных, не имеет массового характера, что существенным образом также облегчает реализацию данной задачи.

Однако при более жестких требованиях к постоянству скорости ВОМ в качестве примера рассмотрим вариант исходя из конкретного значения диапазона регулирования (см. рисунок 1), равного 1,3 с одновременным применением 4-х ступенчатой КП ВОМ. Тогда коэффициент геометрической прогрессии передаточных чисел коробки передач ВОМ [3, 4]:

$$q = d^{1/n} \text{ или } d = 1,3^3 = 1,09, \quad (1)$$

где: q – коэффициент геометрической прогрессии; d – диапазон частоты вращения вала двигателя; n – число ступеней в коробке ВОМ.

Следовательно, при какой-либо скорости движения трактора соответствующая скорость ВОМ может изменяться в пределах от 955 до 1045 мин⁻¹. Если принять $d=1,5$, то пределы изменения частоты вращения ВОМ будут составить от 925 до 1075 мин⁻¹. Подчеркнем, что диапазон регулирования скорости трактора путем изменения частоты вращения вала дизеля непропорционально влияет на перепад передаточных чисел ВОМ.

Что касается топливной экономичности, то график на рисунке 5 показывает, что она улучшается по мере уменьшения частоты вращения дизеля и имеет минимальное значение при 1600 мин⁻¹.

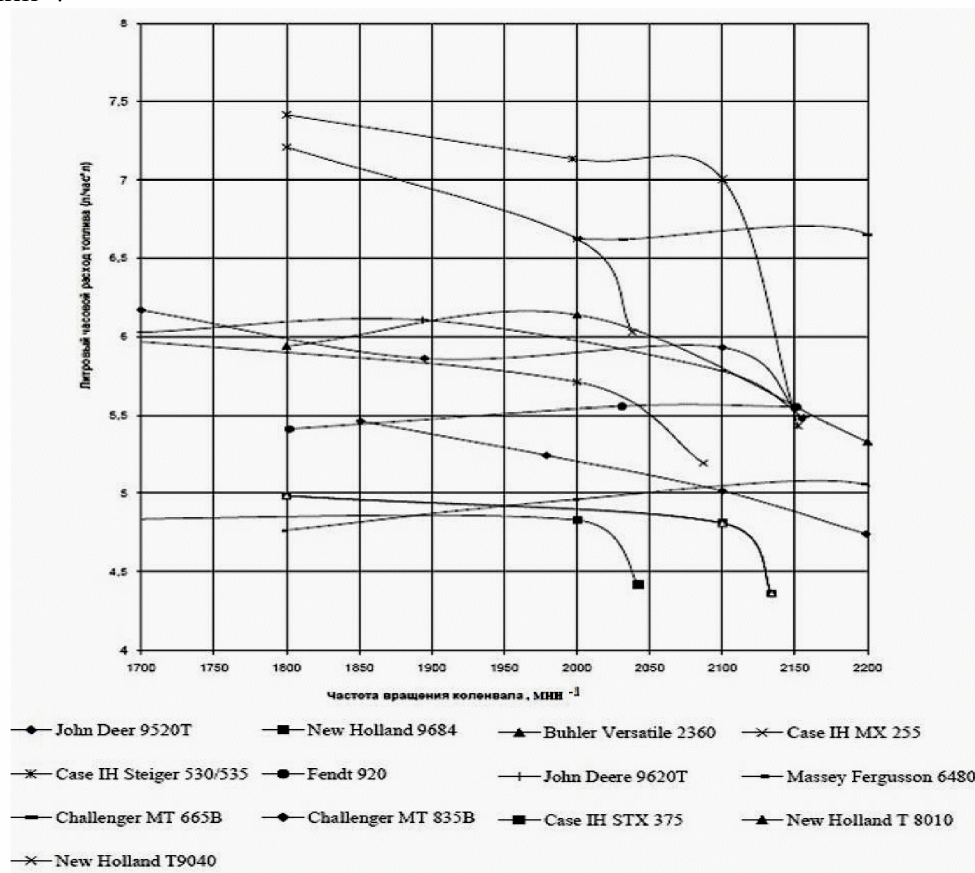


Рисунок 4 – Относительные литровые часовые расходы некоторых зарубежных дизелей

На втором этапе расчетов целесообразно определить потребный коэффициент геометрической прогрессии для КП основной трансмиссии трактора. Лучше это сделать в отношении рабочего диапазона, а затем тиражировать его на другие, так как известно по зарубежным литературным источникам, что рабочий диапазон скоростей принят от 4 до 16 км/ч, у

нас от 5 до 15 км/ч, т.е. в обоих случаях равен 3.

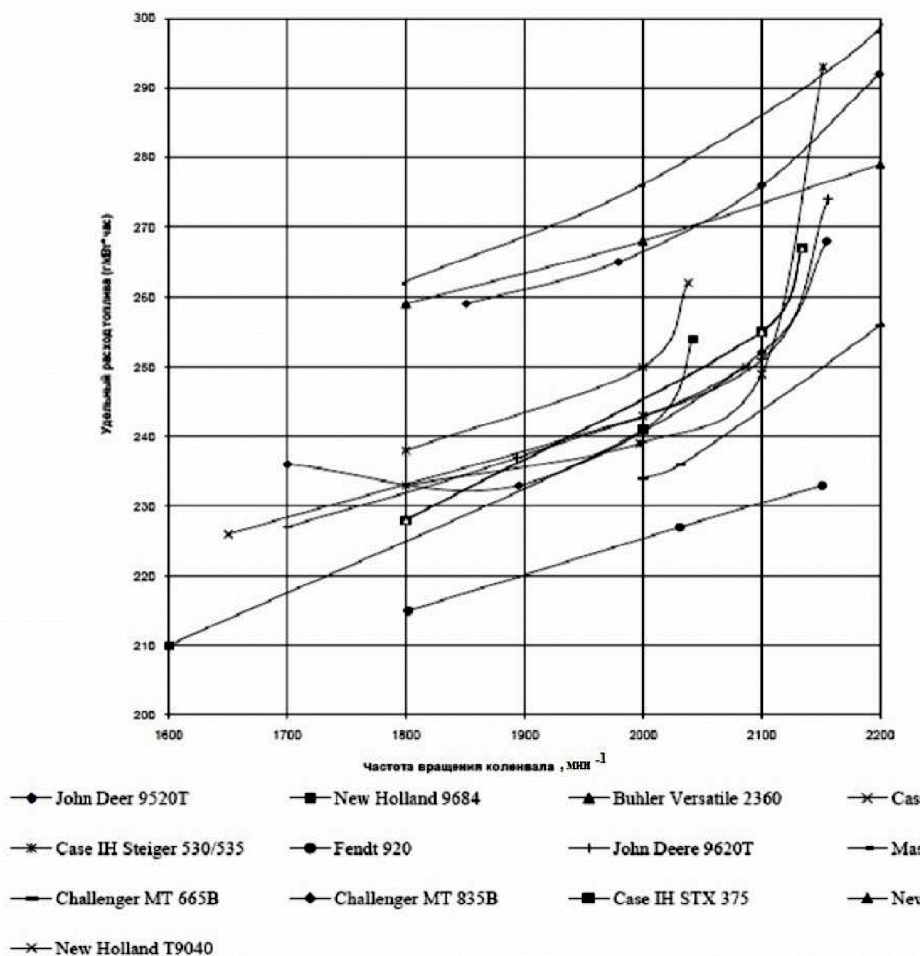


Рисунок 5 – Удельные расходы топлива некоторых зарубежных дизелей

Тогда по аналогии с выражением (1) получим:

$$Q = D^{-N} \text{ или } Q = 3^{-4} = 1,316, \quad (2)$$

где: Q – коэффициент геометрической прогрессии; D – диапазон рабочих скоростей трактора; N – число ступеней в КП трактора.

В приведенных выражениях (1) и (2) наблюдаем отличия в показателях степеней, которое объясняется тем, что в коробке передач ВОМ предположительно используются фиксированные передаточные числа, а в КП трансмиссии кусочные бесступенчатые диапазоны небольшой величины, равной 1,316, которые зависят от перекрытия скоростей трактора. Подчеркнем также, что близость цифр 1,316 и 1,3 сама по себе случайна.

Таким образом, предполагаемые возможные отклонения частот ВОМ при кусочно-бесступенчатом регулировании скорости трактора могут быть признаны допустимыми для практического использования и, следовательно, приняты в сочетании с системами переключения скоростей на ходу при помощи фрикционных устройств в качестве основы для создания трансмиссий с бесступенчатым изменением скоростей в основных диапазонах работы тракторов. Дополнительно следует отметить реальную возможность получения достаточно высокого КПД в случае ограниченного применения количества фрикционных устройств и сопутствующих им элементов с повышенными потерями энергии.

Выводы

1. Кусочно-бесступенчатое регулирование скорости тракторов может быть использовано в сочетании с механизмами переключения скорости на ходу тракторов при разработке полностью или частично бесступенчатых трансмиссий.
2. В основе кусочно-бесступенчатого регулирования используется рациональный выбор достаточно небольшого диапазона корректорной характеристики дизеля, в котором мощ-

ность не понижается менее номинальной, а топливная экономичность улучшается при уменьшении частоты вращения дизеля.

3. Прделанная работа требует решения ряда задач, в первую очередь связанных с определением допустимых пределов изменения частот вращения ВОМ на различных сельскохозяйственных операциях, а также оптимизации регулировок дизелей.
4. Установлено, что диапазоны скоростей в КП с бесступенчато изменяемыми передаточными числами или с дискретными значениями больше у первых на величину диапазона между смежными передачами, если они полностью перекрываются.
5. При выполнении расчетов следует учитывать, что работы с применением ВОМ составляют относительно небольшую часть в общем балансе времени использования тракторов.

Литература

1. Городецкий К.И., Титов А.И. Предпосылки формирования рабочих скоростей сельскохозяйственных тракторов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2008, №11.
2. Тракторы. Конструкция / В.М. Шарипов, Л.Х. Арустамов, К.И. Городецкий и др. ; Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: Машиностроение, 2012. - 790 с.
3. Городецкий К.И., Шарипов В.М., Титов А.И. Согласование характеристики двигателя постоянной мощности со ступенчатыми трансмиссиями сельскохозяйственных тракторов// Материалы 65-ой международной научно-технической конференции ААИ «Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров». Секция 1. «Автомобили, тракторы, их агрегаты и системы». Подсекция «Тракторы». - М.: МГТУ «МАМИ», 2009. С.183-189.
4. Городецкий К.И., Шарипов В.М., Титов А.И. Скорости тракторов // Справочник. Инженерный журнал. - 2009. №3.

Прогнозирование эксплуатационной температуры пневматических шин карьерных автосамосвалов

Горюнов С.В., д.т.н. проф. Шарипов В.М.
Университет машиностроения
8(495)223-05-23 (1111), trak@mami.ru

Аннотация. Рассмотрено влияние температуры протектора шины на долговечность пневматических шин карьерных автосамосвалов. Приведены результаты исследований характера нагрева пневматических шин в процессе эксплуатации. Методом статистической обработки экспериментальных данных получены регрессионные модели исследуемых многофакторных процессов.

Ключевые слова: пневматическая шина; карьерный автосамосвал; температура шины.

Развитие открытого способа добычи полезных ископаемых в настоящее время идет по пути роста производственной мощности предприятий, увеличения коэффициента вскрыши, объемов работ по экскавации, продвижения открытых разработок в отдаленные районы с суровым климатом. Удельный вес добычи угля открытым способом в стране сейчас составляет около 42%, а в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах уже превышает 50% и, как показывает статистика, продолжает расти.

Ведущее место в горнодобывающей промышленности занимает открытый способ добычи полезных ископаемых как наиболее производительный, экономичный и безопасный, причем в ближайшей перспективе он сохранит свое доминирующее положение.

При открытом способе добычи полезных ископаемых широко используются карьерные автосамосвалы, долговечность шин которых существенно зависит от температуры их нагрева.

Эксплуатационные затраты на шины составляют 25...30% и более от суммы расходов на транспортирование горной массы автосамосвалами. Поэтому увеличение пробега шин имеет важное значение для сокращения этих затрат. Под долговечностью автомобильных