Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова,
т. LXXXVIII, 1981 г.

УДК 622.684:629.144

ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ СЕМЕЙСТВА БелАЗ

О.Д.СЕРЕБРЕННИКОВ

Топливная экономичность автомобильного транспорта определяется рядом факторов, которые могут быть объединены в три группы в зависимости конструкции автомобиля, условий движения и эксплуатационных характеристик.

К конструктивным особенностям, влияющим на топливную экономичность, относятся такие параметры, как масса автосамосвала и мощность двигателя, тип трансмиссии, передаточное число ведущего моста и колесной передачи, конструктивные особенности двигателя, вспомогательные системы и дополнительное оборудование, наличие системы очистки отработанных газов, аэродинамические потери и потери на качение.

Условия движения должны учитывать скорость автосамосвала, состояние дорожной поверхности, величину уклонов и кривизну поворотов, климатические условия, а также число переключений передач и остановок (задержек) на единицу пути.

Под эксплуатационными характеристиками понимают степень загруженности автосамосвала, расстояние транспортирования, интенсивность движения и состав транспортного потока, а также индивидуальные особенности вождения.

Полная оценка влияния всех указанных параметров и показателей на топливную экономичность практически невозможна. Рассмотрим влияние обобщенных конструктивных особенностей и частично условий движения на использование топлива автосамосвалами БелАЗ-548А и БелАЗ-549 на карьерах Заполярья.

Из существующих способов замеров расхода дизельного топлива двигателем внутреннего сгорания, с учетом сложных условий проведения исследований непосредственно при работе машин в карьере, был выбран метод определения величины цикловой подачи топлива насосом высокого давления по положению его рейки[X]. При работе двигателя по нагрузочной характеристике топливная

[X] Балакин В.И., Хромых В.А., Айба А.Н. Стендовые испытания и контроль топливной аппаратуры дизелей. Обзор. М., Машиностроение, 1966.

аппаратура обеспечивает изменение величины цикловой подачи топлива по расходной характеристике топливного насоса высокого давления (ТНВД). По предварительным исследованиям, для данного типа машин и условий движения продолжительность работы по такой характеристике составляет 75–90 % времени движения с грузом. Суммарный расход контролировался доливкой топлива в бак после завершения всего транспортного цикла или отдельных его элементов. Как показали впоследствии результаты обработки осциллограмм, фактические отклонения не превышали 5–7 %.

При проведении исследований ход рейки насоса $h_Р$, температура топлива $t_{ВХ}$, частота вращения дизеля $n_{ДВ}$ и неведущего колеса $n_К$, а для автосамосвалов БелАЗ-549 и параметры работы электротрансмиссии: ток двигателей $I_Л$ и $I_{ПР}$ и напряжение генератора $U_Г$ – непрерывно регистрировались на ленте осциллографом К-12-22 (рис.1).

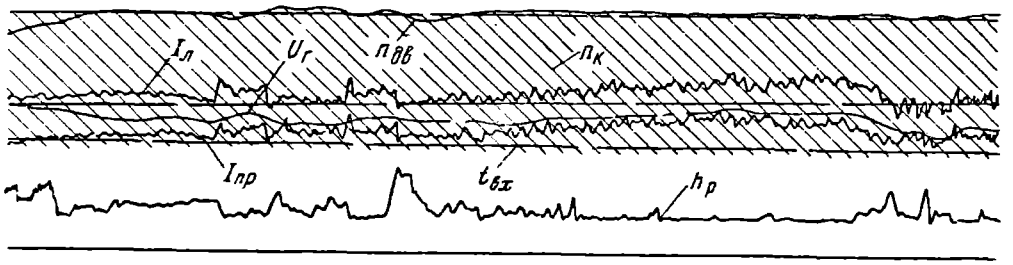


Рис.1. Осциллограмма записи параметров движения автосамосвала БелАЗ-549Е с грузом

Тарировка масштаба записи датчика хода рейки ТНВД $S_Р$ (переменное сопротивление линейного типа) и снятие расходной характеристики топливной аппаратуры в комплекте с закрепленными за секциями насоса форсунками и топливопроводом проводятся на специальном стенде (рис. 2). Неравномерность подачи топлива секциями насоса не превышала при этом 3 %.

Поскольку в настоящее время автосамосвалы БелАЗ-549 оснащают двумя марками чешских дизелей "Пилстик" и дизелем Уральского турбомоторного завода 64Н2I/2I, проходящим стадию конструктивного совершенствования, топливная экономичность самосвалов исследовалась для всех марок дизелей.

Условия проведения исследований во всех случаях были идентичны: температура воздуха от –3 до +8 °С, дорожное покрытие щебеночное, укатанное, на скальном основании, с пропиткой связующими компонентами, иногда влажное. Автосамосвалы загружались горной массой экскаватором ЭКГ-8И и работали в общем транспортном потоке карьера. Загрузка контролировалась взвешиванием автосамосвалов на автомобильных весах типа РС-100ПІЗАС. Часть исследований выполнялась с загрузкой машин железобетонными блоками с фиксированной массой. Пробег автосамосвалов БелАЗ-548А к моменту исследований не превышал 25–30 тыс.км. Машины марки БелАЗ-549 прошли к этому моменту от 5 до 38,5 тыс.км, причем на машинах с пробегом более 20 тыс.км устанавливался новый комплект топливной аппаратуры.

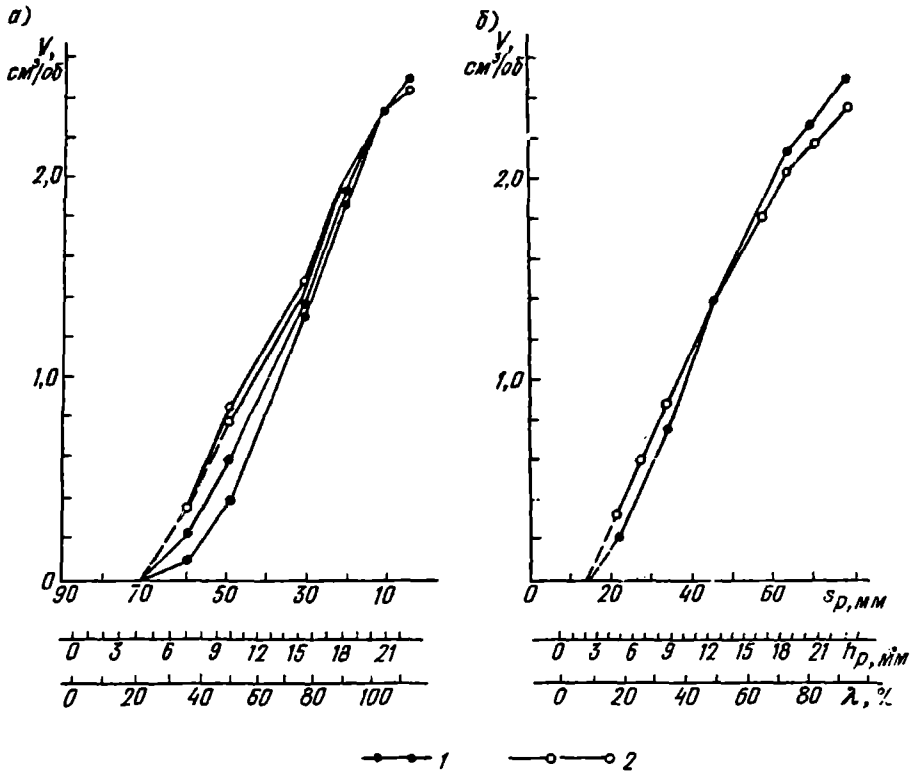


Рис.2. Расходные характеристики ТНВД дизелей: а - 6ДМ-21; б - 6РА4
1 и 2 - частота вращения вала соответственно 500 и 750 мин$^{-1}$

Непрерывная запись с отметкой момента прохождения фиксированных точек трассы на осциллограмме позвсляет получить значения всех исследуемых параметров по отдельным элементам трассы, по всему маршруту и за транспортный цикл в целом в относительных и абсолютных единицах. В приведенной таблице наряду с краткой характеристикой исследуемых машин и маршрутов представлены результаты замеров расхода топлива и сопутствующие показатели, характеризующие условия движения. Эти показатели являются обобщенными средними значениями, полученными после обработки результатов нескольких циклов исследований по идентичным трассам карьера.

Если за основной показатель топливной экономичности автосамосвала принять удельный расход дизельного топлива на единицу совершаемой полезной транспортной работы (нетто), то в среднем за транспортный цикл автосамосвал с гидромеханической трансмиссией БелАЗ-548А расходует несколько меньше топлива, чем БелАЗ-549Б и примерно равное количество с автосамосвалами БелАЗ-549В и БелАЗ-549Е. Сравнение машин по аналогичному показателю за период движения с грузом указывает на незначительное увеличение (на 3-5 %) удельного расхода автосамосвалом БелАЗ-548А. Такая небольшая разница вызвана, очевидно, коэффициентом тары машин с электротрансмиссией, на 27-42 %

Характеристика маршрутов и расход топлива автосамосвалами БелАЗ при работе на типичных трассах в идентичных условиях карьера

Показатель	Тип трансмиссии и марка самосвала			
	гидромеханическая		электрическая	
	БелАЗ-548А;	БелАЗ-549Б	БелАЗ-549В	БелАЗ-549Е
Марка дизеля	ЯМЗ-240Н	6РАЧ	8РАЧ	6ДМ-21
Удельная мощность дизеля, кВт/т	5,5	4,6	6,0	5,3
Коэффициент тары	0,68	0,93	0,87	0,84
Дорожные условия:				
длина маршрута, км	2,5-3,2	4-4,5	3,5-4,5	3,0-4,5
средний уклон дороги, %	5,5-4,0	3,0-4,0	3,5-4,5	3,8-4,3
Среднетехническая скорость движения автосамосвала, км/ч:				
с грузом	16,5-19,5	18,5-20,5	22,0-24,0	18,5-21,5
за транспортный цикл	19,5-26,0	21,5-23,5	24,0-26,0	21,5-23,5
Суммарный расход топлива, $дм^3$	14,5-17,5	45-50	35-48	38-42
Среднечасовой расход топлива, $дм^3/ч$:				
с грузом	80-90	160-175	180-200	160-185
за транспортный цикл	55-65	100-105	100-110	90-100
Расход топлива в пересчете на 100 км пробега, $дм^3$	325-280	520-580	480-550	480-550
Удельный расход топлива на единицу транспортной работы, г/т·км:				
нетто	125-110	90-105	85-110	95-115
брутто	72-68	63-65	58-80	55-65
в среднем за транспортный цикл	135-115	115-130	115-125	110-130
Средняя загрузка дизеля по оборотам при движении с грузом, $мин^{-1}$ - всего	2025-1930	1430-1445	1380-1400	1400-1425
В том числе по отношению к номинальным оборотам, %	96,5-92	95-96,5	92-93,5	93,5-95

большим, чем у автосамосвалов с гидромеханической передачей, потери в которой намного выше, чем в электрической.

Сопоставим удельные показатели (брутто) при движении машин с грузом. У автосамосвалов БелАЗ-549 он на 10-17 % ниже, чем у машин БелАЗ-548А. Причем на данном этапе наиболее экономичным с точки зрения использования энергии топлива среди сравниваемых автосамосвалов с электротрансмиссией является, как видно из таблицы, автосамосвал с восьмицилиндровым дизелем БелАЗ-549В. Наиболее низкой экономичностью обладает БелАЗ-548Б.

Обработка осциллограмм в относительных единицах позволила установить степень использования автосамосвалами БелАЗ частичных характеристик дизеля при транспортировании горной массы по типичной трассе карьера глубинного типа.

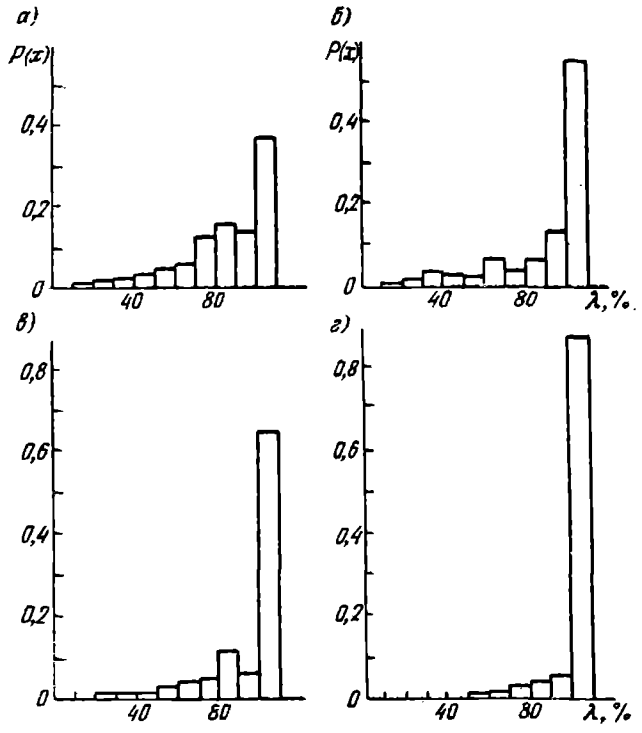


Рис.3. Гистограммы распределения открытия рейки ТНВД λ при движении автосамосвалов с грузом по идентичным маршрутам: а - БелАЗ-548А; б - БелАЗ-549В; в - БелАЗ-549Е; г - БелАЗ-549Б

При движении с грузом всех четырех исследуемых автосамосвалов по трассе с параметрами L 3-4 км, $i_{ср}$ = 4,9-3,6 % нагруженность топливной аппаратуры и дизеля рассматриваемых машин различна (рис. 3). Если на автосамосвале БелАЗ-548А дизель ЯМЗ-240Н работает на полной и близкой к ней подаче топлива (λ = = 80-100 %) 67 % продолжительности движения с грузом, то для двигателя 8РАЧ (БелАЗ-549В) этот режим составляет 77 %, для дизеля 6РАЧ он возрастает до 97 %, дизеля 6ДМ-21 (БелАЗ-549Е) равен 80-83 %. Продолжительность работы дизелей 8РАЧ, 6ДМ и 6РАЧ на максимальных режимах при полностью открытой рейке насоса (λ = 100 %) в сопоставимых условиях составила соответственно 55, 65 и 90 %. Двигатель автосамосвала с гидромеханической трансмиссией работает в этом режиме лишь около 40 % времени.

Выводы

1. Эффективность использования дизельного топлива, оцениваемая удельным расходом на единицу совершаемой полезной транспортной работы за транс-

портный цикл, примерно одинаковая (отличается на 2–3 %) у всех рассматриваемых автосамосвалов семейства БелАЗ. Это можно объяснить тем, что коэффициент тары у автосамосвалов БелАЗ-549 на 43 % выше, чем у БелАЗ-548А, потери в гидромеханической передаче которого много больше, чем в электротрансмиссии автосамосвалов БелАЗ-549.

2. Из трех сравниваемых автосамосвалов с электротрансмиссией лучшие показатели с точки зрения рационального и экономного использования энергии топлива имеет БелАЗ-549В, оснащенный восьмицилиндровым дизелем "Пилстик". Менее экономичен БелАЗ-549Е с дизелем 64Н2I/2I, худшие показатели у автосамосвала БелАЗ-549Б с двигателем 6РАЧ.

3. Дизельные двигатели автосамосвалов с электротрансмиссией в реальных условиях карьера отличаются большей устойчивостью частоты вращения, чем свидетельствует значительная продолжительность работы на установившихся нагрузочных характеристиках. На максимальных режимах подачи топлива дизели 6РАЧ, 6ДМ и 8РАЧ работают соответственно 90, 65 и 55 % продолжительности движения с грузом. Двигатель ЯМЗ-240Н автосамосвала с гидромеханической передачей работает в этом режиме около 40 % времени.

Проводимые дальнейшие исследования позволят получить зависимости расхода топлива в функции перечисленных основных факторов, заметно влияющих на топливную экономичность машин.