

УДК 629.11

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПЕРЕВОДА КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ НА ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

Щетинин Н.А., Стариков П.В.

ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород

Проведен анализ экономической целесообразности перевода карьерной техники на природный газ. Рассмотрены альтернативные виды энергии для приведения карьерной техники в движение. Произведены расчеты расхода дизельного топлива и природного газа на двух модификациях автомобиля БелАЗ, а также экономия денежных средств на затратах связанных с закупкой топлива. Учитывая более высокую стоимость газомоторных модификаций автомобиля БелАЗ, время окупаемости каждого автомобиля за счет экономии на стоимости топлива, обслуживания машины и других сопутствующих затрат составит 1 год и 6 месяцев. Разница затрат только на топливо за год составит 9794582,6 руб.

Ключевые слова: природный газ, карьерный транспорт, газопоршневой БелАЗ, экономическая целесообразность газификации карьерных машин.

ECONOMIC FEASIBILITY OF TRANSFERRING QUARRY EQUIPMENT TO NATURAL GAS

Shchetinin N. A., Starikov P. V.

Belgorod state technological University. V. G. Shukhov, Belgorod

The analysis of economic feasibility of transfer of quarry equipment to natural gas is carried out. Alternative types of energy for bringing quarry equipment into motion are considered. Calculations of consumption of diesel fuel and natural gas on two modifications Of the BelAZ car, and also economy of money on the expenses connected with purchase of fuel are made. Given the higher cost of gas-engine modifications of The BelAZ car, the payback time of each car due to savings on the cost of fuel, car maintenance and other related costs will be 1 year and 6 months. The difference in costs only for fuel for the year will be 9794582,6 rubles.

Keywords: natural gas, quarry transport, gas piston BelAZ, economic feasibility of gasification of quarry machines.

Одной из основных статей расходов по добыче полезных ископаемых открытым способом являются транспортные расходы. В частности расходы на топливо для карьерной техники. Для снижения этих затрат мировая промышленность разработала несколько видов машин, первые машины работающие на полностью электрической тяге (например троллейные самосвалы, рис.1) и машины двигатели которых приспособлены к работе на природном газе (рис.2) [1]. Первый тип машин требует дорогостоящее переоборудование

карьера (строительство контактной сети), также аккумуляторные батареи, используемые в конструкции троллейных самосвалов, являются дорогостоящей запчастью, а также плохо переносят низкие температуры. Машины, работающие на природном газе, не обладают данными недостатками и требуют меньших финансовых вложений для модернизации автопарка эксплуатирующего предприятия [2]. Стоит отметить, что в России было подписано и принято постановление правительства, подготовленное Минпромторгом, которое позволит увеличить выпуск техники, использующей природный газ в качестве моторного топлива, а также стимулировать развитие заправочной инфраструктуры.



Рис. 1. Троллейный карьерный самосвал Euclid-Hitachi

Рассмотрим экономическую выгоду использования автомобиля БелАЗ 75473, с двигателем КТА-19С (600 л.с.) и БелАЗ 75476 – вариация с газопоршневым мотором Кунгур-550 (549 л.с.) [3]. Удельный расход топлива при номинальной мощности у первого составляет $q_1 = 219$ г/кВт·ч, для БелАЗ 75476 $q_2 = 230$ г/кВт·ч (при условии: атмосферное давление 760 мм рт.ст., температура воздуха $+15$ С⁰, влажность воздуха 0%). Для того чтобы определить расход топлива за час работы двигателя при номинальной мощности воспользуемся формулой:

$$Q = \frac{N \cdot q}{1000 \cdot R \cdot k_1} \text{ л/ч.} \quad (1)$$

где q – удельный расход топлива;

N – мощность, л.с. (кВт);

R – плотность топлива (дизельного 0,85 кг/дм³, природного газа 0,72 кг/дм³);

k_1 – коэффициент, характеризующий процентное соотношение времени работы при максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя (как правило, предполагается, что из 100% рабочего времени, на максимальных оборотах машина работает только 30%, поэтому k_1 будет равен $70\%/30\% = 2,33$);

Q - расход топлива в литрах в час.



Рис. 2. БЕЛАЗ-75476 оборудованный газопоршневым двигателем внутреннего сгорания
Для БелАЗ 75473 (рис.4):

$$Q = \frac{441,3 \cdot 219}{1000 \cdot 0,85 \cdot 2,33} = 48,8 \text{ л/ч.}$$

Для БелАЗ 75476:

$$Q = \frac{410 \cdot 230}{1000 \cdot 0,72 \cdot 2,33} = 56,2 \text{ л/ч.}$$

Рассмотрим динамику изменения цен на дизельное топливо и природный газ (рис.3). С 2016 года дизельное топливо подорожало на 52,3%, природный газ подорожал на 39% (состояние на январь 2019 года).

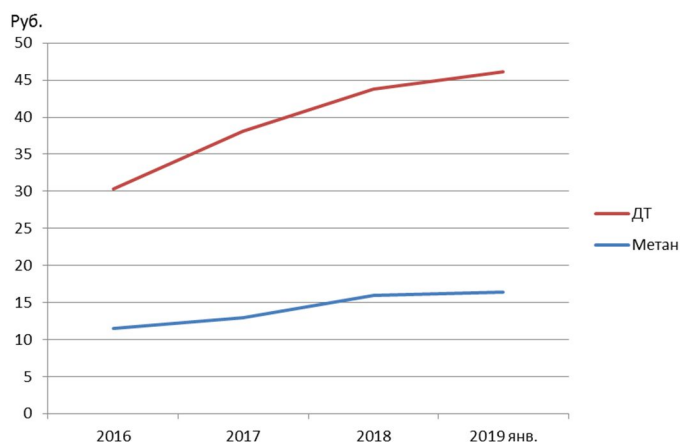


Рис. 3. Динамика изменения цен на ДТ и природный газ

При цене дизельного топлива 46,12 руб. за литр, а природного газа 16,4 руб. за м³. Подсчитаем стоимость топлива за час работы выбранных машин. Стоимость топлива для БелАЗ 75473 составит:

$$C_1 = 48,8 \cdot 46,12 = 2250,66 \text{ руб.}$$

Для БелАЗ 75476:

$$C_2=56,2 \cdot 16,4=921,68 \text{ руб.}$$

Тем самым экономия средств на топливо за час работы составит 1328,98. При двух сменной работе, продолжительность работы машины в сутки примерно составляет: 22 моточаса [4].

Тогда экономия денежных средств, за счет перехода с дизельного топлива на природный газ, в сутки (рис. 4) составит:

$$\Delta C_{\text{сут}}=1328,98 \cdot 22=29237,56 \text{ руб.}$$

Чтобы посчитать экономию денежных средств при использовании газомоторных автомобилей БелАЗ воспользуемся формулой:

$$\Delta C_{\text{год}}= \Delta C_{\text{сут}} \cdot n \text{ руб.}; \quad (2)$$

где n – количество дней в году, которые автомобиль проводить в работе на линии [5].



Рис. 4. Затраты на топливо дизельной и газомоторной модификации автомобиля БелАЗ за сутки

Экономия за год (рис. 5) на одной машине:

$$\Delta C_{\text{год}}=29237,56 \cdot 335=9794582,6 \text{ руб.}$$

Количество дней в году взято с учётом простоев техники на плановый ТО и ремонт. Тем самым, при условии, что карьерный самосвал оборудованный ДВС работающим на СПГ

дороже самосвала на дизельном топливе в среднем на 15 млн. руб., одна машина на природном газе окупится и начнет приносить прибыль спустя 1,5 года.



Рис. 5. Затраты на топливо дизельной и газомоторной модификации автомобиля БелАЗ за год

Из вышесказанного можно сделать вывод, о том, что постепенная замена карьерных машин работающих на дизельном топливе на машины с ГБО выгодна эксплуатирующим предприятиям. Во-первых, это получение прибыли спустя 1,5 года с момента покупки машины, благодаря низкой стоимости природного газа. Во-вторых, возможна экономия на моторном масле, благодаря использованию метана, ресурс масла увеличивается и позволяет проработать на нем большее количество моточасов, а также очевидна экономия средств за счёт утилизации и переработки меньших объемов моторного масла.

Список литературы:

1. Применение природного газа в качестве моторного топлива техники горнодобывающих предприятий. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/primenenie-prirodnogo-gaza-v-kachestve-motornogo-topliva-tehniki-gornodobyvayuschih-predpriyatij> (Дата обращения 22.09.2019).
2. Лиханов В.А., Девятьяров Р.Р. Применение и эксплуатация газобаллонного оборудования: Учебное пособие. – Киров: Вятская ГСХА, 2006. - 183 с.
3. Серийный БелАЗ работающий на природном газе. URL: <https://st-kt.ru/news/gazovyi-belaz-gotovyat-k-seriinomu-proizvodstvu> (дата обращения 02.10.2019).
4. Годовой отчет Металлоинвест за 2018 г.//Metalloinvest.- PDF файл: [сайт]. – URL: http://www.metalloinvest.com/upload/iblock/7bc/metall._rus_1507.pdf (дата обращения: 25.09.2019).
5. Стариков П.В., Дуганова Е.В. Информационная система управления технического обслуживания и ремонта карьерного технологического транспорта. URL: <http://files.scienceforum.ru/pdf/2018/107.pdf> (Дата обращения 22.09.2019).