



ПОДОБРЯВАНЕ НА ВРЕМЕННИ И ПОСТОЯННИ ПЪТНИ ВРЪЗКИ В КОТЛОВАНА НА РК “ЕЛАЦИТЕ“ С ЦЕЛ ПОВИШАВАНЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА АВТОСАМОСВАЛИТЕ

инж. Димитър Димитров - dimitar.dimitrov@ellatzite-med.com; инж. Иван Енков -
i.enkov@ellatzite-med.com; инж. Тодор Иванов – Naznachenie_Rudnik@ellatzite-med.com

РЕЗЮМЕ

Докладът предоставя информация за основните особености на транспортната мрежа в открит рудник „ЕЛАЦИТЕ“. Вниманието е фокусирано върху основните технологични проблеми, формиращи същността на автотранспортните руднични трасета. Представена е методика за подготовка на временни и постоянни трасета. Целта е подобряване на експлоатационните показатели на автосамосвалите. Направени са изводи за практическото приложение на получените резултати.

INCREASING THE OPERATIONAL INDICATORS OF THE TRUCKS DRIVING ON THE INTERNAL MINING ROADS IN "ELLATZITE" MINE

Dimitar Dimitrov, Dipl. Eng. - dimitar.dimitrov@ellatzite-med.com; Ivan Enkov, Dipl. Eng. -
i.enkov@ellatzite-med.com; Todor Ivanov, Dipl. Eng. – Naznachenie_Rudnik@ellatzite-med.com

ABSTRACT

The report provides information on the main features of the transport network in the Ellatzite open pit mine. The work is focused on the main problems in the technology of road transport. A methodology for the preparation of temporary and permanent routes is presented. The goal is to improve the operational performance of dump trucks. Conclusions are drawn for the practical application of the obtained results.

1. Въведение.

Находище „Елаците“ е разположено на около 80 km източно от гр. София, на северния склон на Етрополска Стара планина и на 14 km от гр. Етрополе. Находището е изградено основно от три вида скали: палеозойски метаморфен комплекс, гранодиорит и дайкови скали.

През 2022 г., декември месец, се направи реконструкция на звено участък „Пътища и Отвали“.

В настоящия доклад е отразена за пореден път значимостта на транспортните артерии в открит рудник „ЕЛАЦИТЕ“. Посочени са дейностите за компенсиране на подцененото изграждане на рудничните пътища чрез максимално оползотворяване на техническите параметри на транспортната минна механизация и то при минимални експлоатационни разходи. Въз основа на показателите от експерименталното трасе се посочват разликите преди и след ремонтираната отсечка.

2. Временни и постоянни пътища.

2.1. Общи особености.

При откритото разработване на рудника от изключително важно значение е осигуряването на транспортните пътища.



Първата особеност е с изключителна важност и актуалност за рудниците с технологичен автотранспорт, която се предопределя от условията на постоянно растящите цени на енергоносителите и по-конкретно, на дизеловото гориво. Тези разходи са особено силно изразени в последните години, което ги превръща във все по-структуроопределящи фактори, влияещи върху формирането на себестойността на крайната руднична продукция.

Втората особеност е характерна за всички автопътища в откритите рудници, която се изразява в повсеместно приложимата погрешна практика, насочваща разходите, необходими за текущото им поддържане и ремонт, да се отнасят и вливат в общите разходи. Този подход предопределя едно утежнено тяхно участие в себестойността на продукта, наслаждайки се „инкогнито“, без реална възможност от така необходимото тяхно проследяване, прогнозиране и планиране. Така този сегмент от структурата на себестойността на крайната продукция е всъщност едно „бяло петно“ в икономиката на всички открити рудници у нас. От изложената особеност е ясно, че тук следва да се очакват резерви за снижаване на тези разходи, което да се отрази на себестойността на крайната продукция.

Най-общата характеристика на транспортните артерии в открит рудник „ЕЛАЦИТЕ“ съответства на традиционните двата основни вида транспортни пътища, типични за откритите рудници, а именно:

- постоянни - с установен продължителен срок на експлоатация;
- временни - обслужващи технологично решение с недълъг период на реализация.

Временният тип транспортна артерия обезпечавя възможността на транспортната механизация, със своите автосамосвали, да осигури връзка с тежката минна механизация между забойните багери и насипищните булдозери.

В настоящия доклад се представя пътен участък с непрекъснато варираща дължина, в който има и от двата типа транспортни връзки. Други особености на трасето са голям процент участъци с изкачване/спускане; временни пътни връзки в работните/неработни площадки; временни/постоянни пътища при оформяне и изграждане на насипищата; силно влияние на атмосферните особености през различните сезони; пътната пропускливост; изграждане на съоръжение за безопасност – предпазни валове, знаци, светлинна сигнализация и т.н..

В разглежданото експериментално трасе има 3 временни участъка. Два от тях са трасета, които са част от работни площадки, а третото – в зоната на изграждане и оформяне на рудните насипища. В тях технологичната минна динамика формира основната особеност на временните транспортни връзки. Те се местят заедно и паралелно с напредването на откритите минни дейности. Това им временно предназначение ги определя като автомобилни пътища, с период на експлоатация до изчерпване на задачите в конкретния забой.

2.2. Слабости и проблеми при автотранспортното трасе преди експеримента

Няколко са основните фактори за правилното изграждане, продължителна експлоатация и поддръжка на рудничните пътища.

Правилното проектиране, оразмеряване и изграждане е основополагащо. Неправилно оразмерена и неподдържана пътна настилка предизвиква значителни затруднения при различните атмосферни условия през четирите сезона. Това изключително важи за разглеждания пътен участък. Последствията са следните:

- директни - поява на повърхностни и на структурни деформации в големи размери, с характерно изразена пътна вълнообразност и наличие на появили се стърчащи остри скални късове;
- индиректни - завишен риск от екстрени откази по ходовата част, умора на материала и бърза амортизация на скъпо струващи автосамосвални и автомобилни гуми;
- затрупани или липсващи отводнителни канавки са честа причина за временно задържане на води по трасето, предизвикващи пълна или частична неизползваемост на цели участъци от пътя;



- неправилно прокарани и поддържани водопропусащи съоръжения /водостоци/, състоящи се в неправомерното им ориентиране и прокарване, както и неправилното им заустване на входа на водостока в отточния му край;
- нереализиран правилен напречен наклон спрямо оста на пътя /обикновено е по-малък от 2% на напречния наклон/;
- некоректно изпълнение на поставените задачи от служителите, отговарящи за дадения участък. Това предимно се наблюдава от страна на операторите на машините.
- случай на лоши сезонни или годишни метеорологични условия – дъжд, сняг, мъгла, запращеност, замръзвания и т.н..

Всички тези фактори работят изключително неблагоприятно върху пътните трасета и това налага да се направят промени. Те се състоят в промяна на технологията на проектиране, изграждане и поддръжка на рудничните пътища; намаляване на влиянието на атмосферните фактори; промяна на отговорността на всички служители.

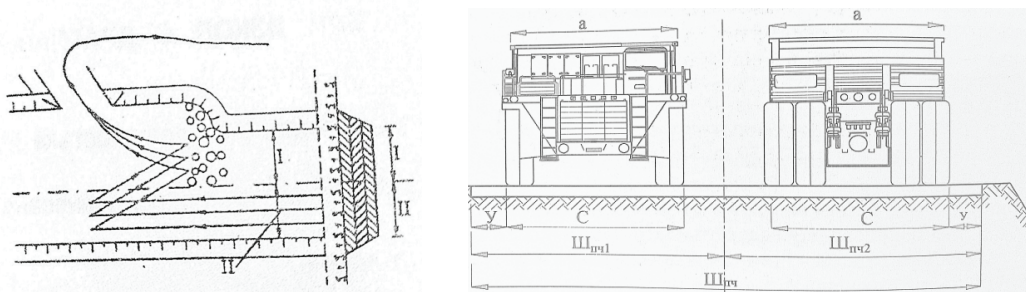
2.3. Мерки за неутрализиране на слабости и проблеми чрез изграждане на експерименталното трасе

След реконструкцията на звено участък „Пътища и Отвали“ през месец декември 2022 г. започва цялостна промяна в изграждането на рудничните пътища. Целта е подобряване и намаляване на ефекта на неблагоприятните фактори. От 01.01.2023 г. вече започна и реалното събиране на данни от приложените мерки върху експерименталния пътен участък.

В новия проект основополагащо е правилното проектиране, оразмеряване и изграждане на пътищата. Изцяло се променя взаимодействието между отделните отдели – от проектиране до изграждане и поддръжка.

Следват процесите по изграждане на пътната връзка - насипване, разстилане и уплътняване на пътната материална маса. Налице са възможности за разстилане на насипаната скала на равномерни слоеве. Последващо е прилагане на схема за уплътняване с автосамосвали. Схемата е много разпространена в следните условия:

- автосамосвалите могат да се придвижват по една и съща следа върху насипа. Насипът се дели на две успоредни ивици.



- При двуично движение: $Шпч=2(a+y)+x,m$,

По първата се извършва насипване, разстилане, подравняване и изграждане на берми. Образованите слоеве са с еднаква дебелина. По втората ивица се осъществява движението на автосамосвалите по една следа циклично. Двете ивици се сменят. Най-горният слой задължително се уплътнява с уплътнителна машина.

Насипването се извършва на слоеве с челен товарач, булдозер, автогрейдер и автосамосвали.

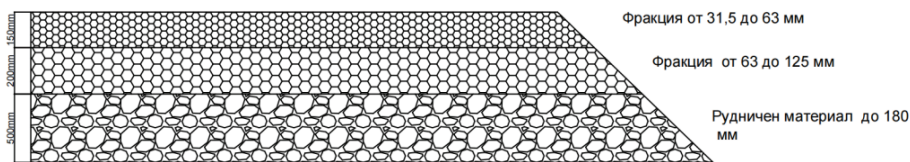
➤ Първи технологичен слой.

Основата на пътя се подравнява с плътност, еднаква със зададената по проект. Разстила се с рудничен материал с еднаква височина по цялата повърхност на трасето.



Осигурява се естествено отводняване чрез канавки, разположени по склоновете на рудничните пътища, като оформянето им става едновременно с това на напречния профил на рудничния път. От хидравлична гледна точка трапецовидното сечение осигурява най-висока скорост на оттичане на водата при най-малкото ѝ завихряне.

“Елаците-Мед” АД разполага с мобилен комплекс за производство на скални фракции. Съоръжението е с четиристадийно трошене, съставено от три мобилни колесни групи и 12 гумено-транспортни ленти. Те формират висока производителна технологична линия за производство на до седем различни вида скални фракции. Общата производителност на комплекса е 250 t/h и предоставя възможността за полагане на следващите слоеве.



- Първи технологичен слой - рудничен материал до 180 mm
- Втори технологичен слой - разстила се с фракция 63/125 mm
- Трети технологичен слой – разстила се с фракция 31,5/63 mm

Пропускателната способност на главния извозен път се определя от максималния брой автосамосвали, които могат да минат за единица време. Тя зависи от броя на платната за движение, качеството и състоянието на проходимата част, скоростта на движение на автомобилите и може да се определи по една от формулите:

$$N_r = \frac{1000vn}{KL}, \text{ бр./h, или } N_p = \frac{1000vn}{S} K_n, \text{ бр./h}$$

Разгледаният участък е с висока пропускливост. Изцяло е изграден с две платна. В зоните с работни площадки, спускания и изкачвания имаме дори 3 пътни ленти. В опасни участъци, връзка с други пътни връзки, входи не работни/неработни площадки имаме отбивки. Те имат различно предназначение /депонирание на материал за поддръжка на пътя при извънредни ситуации; изтегляне на аварирала техника; безопасност и т.н./.

За предотвратяване на страничното плъзгане и обръщане на автомобилите в кривите с малък радиус, трябва да се устройват виражи с едностранен напречен наклон **2÷6%** към центъра на кривата. Встрани от проходимата част на пътищата в рудника и насищаната трябва да се устройват канавки с наклон, равен на този на пътищата. За пътищата на повърхността надлъжният наклон на канавката е **3÷5%**. След това се изпълняват изкуствени дренажни съоръжения (водостоци).

При изграждането на берми се съобразяваме с факторите - височина, наклон и размер.

Височината на бермата е 2/3 от височината на най-високата гума на автотранспортното съоръжение или машина. Формата е необходимо да се съобрази с тази на трапеца.

След изграждането, бермата трябва да бъде обезопасена посредством съоръжаването ѝ с пътни знаци и барикадни лампи.

Завишава се контрола, за да се избегне некоректно изпълнение на поставените задачи от страна служителите, отговарящи за дадения участък. Попълва се проектна документация, в която поименно се отбелязва всяка промяна.

След обработка на всички данни се наблюдават значителни подобрения в работния процес и това ни стимулира да продължим да надграждаме постигнатия резултат.



4. Експлоатационни показатели за автосамосвали.

В представените по-долу таблици са посочени технологичните и технически параметри на 10 броя автосамосвали за периодите им на работа по пътищата до 2022 г. и по експерименталното трасе за 2023 г.

Таблица 1. Технологичните и технически параметри на 10 броя автосамосвали за периодите им на работа по пътищата до 2022 г.

Година	Месец	Самосвал /участват 10 бр. автосамосвала/	Общо време на работа при 8 ч. смяна, h	Брой самосвали	Курсове, бр.	Производителност, t/h	КПД на машина, %	Коеф. на използване в рамките на смяна, %
2022	07	Средно за м. 07. 2022	07:40:24	10	15	264	91	83
2022	08	Средно за м. 08. 2022	07:39:59	10	15	263	92	83
2022	09	Средно за м. 09. 2022	07:40:13	10	15	271	91	82
2022	10	Средно за м. 10. 2022	07:40:12	10	15	260	91	82
2022	11	Средно за м. 11. 2022	07:40:35	10	14	259	90	83
2022	12	Средно за м. 12. 2022	07:39:55	10	14	244	90	83
		Средно за периода	07:40:00	10	14,67	260,2	90,8	82,7

Таблица 2. Технологичните и технически параметри на 10 броя автосамосвали за периодите им на работа по експерименталното трасе за 2023 г.

Година	Месец	Самосвал /участват 10 бр. автосамосвала/	Общо време на работа при 8 ч. смяна, h	Брой самосвали	Курсове, бр.	Производителност, t/h	КПД на машина, %	Коеф. на използване в рамките на смяна, %
2023	01	Средно за м. 01. 2023	07:43:24	10	17	287	97	88
2023	02	Средно за м. 02. 2023	07:41:59	10	17	291	98	88
2023	03	Средно за м. 03. 2023	07:42:13	10	18	294	97	87
2023	04	Средно за м. 04. 2023	07:43:42	10	19	296	95	85
2023	05	Средно за м. 05. 2023	07:44:35	10	18	298	96	91
2023	06	Средно за м. 06. 2023	07:45:55	10	19	305	98	92
		Средно за периода	07:43:38	10	18	295,2	96,8	88,5

Анализирайки технологичните и технически параметри на тежкотоварните камиони за посочените периоди, имаме значително подобряване на общото време на работа при 8 часова смяна, брой курсове, производителност, КПД и коефициент на използване, в рамките на смяната на самосвалите. От изключителна важност и актуалност е показателя - време на заетост в производство на наличните тежкотоварни камиони.



Таблица 3. Пълен пробег /време на заетост в производството/ на 10 броя автосамосвали за периодите им на работа по пътищата до 2022 г.

Година	Месец	Самосвал /участват 10 бр. автосамосвала/	Пълен пробег на камион /време на заетост в производството/					
			Празен товарен маршрут, h	Фокусиране/ Опашка, h	Време за товарене, h	Пълен товарен маршрут, h	Време за разтоварване, h	Общо време, h
2022	07	Средно за м. 07. 2022	02:04:31	00:26:59	00:38:30	02:36:26	0:15:47	06:02:13
2022	08	Средно за м. 08. 2022	02:02:16	00:25:49	00:39:21	02:40:26	00:16:43	06:04:34
2022	09	Средно за м. 09. 2022	01:58:14	00:29:22	00:40:21	02:39:47	00:17:46	06:05:30
2022	10	Средно за м. 10. 2022	02:00:10	00:29:18	00:39:17	02:42:39	00:15:52	06:07:16
2022	11	Средно за м. 11. 2022	02:02:34	00:25:32	00:37:41	02:42:59	00:15:25	06:04:11
2022	12	Средно за м. 12. 2022	02:06:51	00:23:54	00:35:39	02:42:15	00:15:41	06:04:20
		Средно за периода	02:02:26	00:26:56	00:38:24	02:40:52	00:16:32	06:04:54

Таблица 4. Пълен пробег /време на заетост в производството/ на 10 броя автосамосвали за периодите им на работа по експерименталното трасе за 2023 г.

Година	Месец	Самосвал /участват 10 бр. автосамосвала/	Пълен пробег на камион /време на заетост в производството/					
			Празен товарен маршрут, h	Фокусиране/ Опашка, h	Време за товарене, h	Пълен товарен маршрут, h	Време за разтоварване, h	Общо време, h
2023	01	Средно за м. 01. 2023	02:00:31	00:24:59	00:38:30	02:29:26	0:15:47	06:15:13
2023	02	Средно за м. 02. 2023	01:57:16	00:22:49	00:38:21	02:30:26	00:16:43	06:23:34
2023	03	Средно за м. 03. 2023	01:48:14	00:24:22	00:38:21	02:29:47	00:16:46	06:33:30
2023	04	Средно за м. 04. 2023	01:46:10	00:26:18	00:37:17	02:37:39	00:14:52	06:22:16
2023	05	Средно за м. 05. 2023	01:47:34	00:23:32	00:33:41	02:38:59	00:15:00	06:19:36
2023	06	Средно за м. 06. 2023	01:56:51	00:20:54	00:34:39	02:36:15	00:15:41	06:24:20
		Средно за периода	01:52:59	00:23:56	00:37:02	00:33:52	00:15:55	06:23:32

След обработка на данните от таблица 3 и таблица 4 отчетливо се забелязва разлика в двата периода. Пред 2023 г. има подобряване на времето на движение на камионите по пълен/празен маршрут; времената за разтоварване и фокусиране /опашка/.

Предвид условията на постоянно растящите цени на енергоносителите и по-конкретно на дизеловото гориво, тези разходи са особено силно изразени в последните години, което ги превръща във все по-структуроопределящи фактори, влияещи върху формирането на себестойността на крайната руднична продукция.



Таблица 5. Анализ за разход на дизелово гориво на автосамосвали за 2022 г. преди започване на експеримента

Инд. №	Марка, Модел Автосамосвал	Разходна норма 2022 г., l/tkm	Постигнат разход 07.2022 г., l/tkm	Постигнат разход 08.2022 г., l/tkm	Постигнат разход 09.2022 г., l/tkm	Постигнат разход 10.2022 г., l/tkm	Постигнат разход 11.2022 г., l/tkm	Постигнат разход 12.2022 г., l/tkm
1	БЕЛАЗ 130 t	0,152	0,156	0,144	0,162	0,157	0,164	0,167
2	БЕЛАЗ 130 t	0,152	0,151	0,146	0,168	0,157	0,162	0,165
3	БЕЛАЗ 130 t	0,152	0,162	0,155	0,165	0,163	0,165	0,161
4	БЕЛАЗ 130 t	0,152	0,150	0,156	0,162	0,163	0,172	0,159
5	БЕЛАЗ 130 t	0,152	0,153	0,156	0,168	0,164	0,174	0,173
6	БЕЛАЗ 130 t	0,152	0,151	0,144	0,155	0,157	0,165	0,164
7	БЕЛАЗ 130 t	0,152	0,153	0,147	0,157	0,158	0,156	0,162
8	БЕЛАЗ 130 t	0,152	0,150	0,148	0,158	0,152	0,156	0,164
9	БЕЛАЗ 130 t	0,152	0,154	0,149	0,162	0,160	0,168	0,173
10	БЕЛАЗ 130 t	0,152	0,161	0,168	0,164	0,174	0,173	0,164

Анализиран е показателя разход на гориво за периода от 01.07.2022 г. до 31.12.2022 г. За база данни са използвани 10 броя произволно избрани автосамосвали със заложена разходна норма за 2022 г. от 0,152 l/tkm. След обработване на данните за посочения период имаме увеличение на използваното дизелово гориво с около 2% за l/tkm.

Таблица 6. Анализ за разход на дизелово гориво на автосамосвали за 2023 г. по експерименталното трасе

Инд. №	Марка, Модел Автосамосвал	Разходна норма 2023 г., l/tkm	Постигнат разход 01.2023 г., l/tkm	Постигнат разход 02.2023 г., l/tkm	Постигнат разход 03.2023 г., l/tkm	Постигнат разход 04.2023 г., l/tkm	Постигнат разход 05.2023 г., l/tkm	Постигнат разход 06.2023 г., l/tkm
1	БЕЛАЗ 130 t	0,163	0,150	0,151	0,149	0,155	0,151	0,152
2	БЕЛАЗ 130 t	0,163	0,147	0,148	0,133	0,146	0,136	0,152
3	БЕЛАЗ 130 t	0,163	0,148	0,147	0,153	0,149	0,153	0,155
4	БЕЛАЗ 130 t	0,163	0,146	0,148	0,141	0,146	0,146	0,149
5	БЕЛАЗ 130 t	0,163	0,151	0,154	0,173	0,145	0,157	0,156
6	БЕЛАЗ 130 t	0,163	0,145	0,155	0,151	0,142	0,140	0,149
7	БЕЛАЗ 130 t	0,163	0,153	0,150	0,148	0,144	0,149	0,158
8	БЕЛАЗ 130 t	0,163	0,155	0,156	0,154	0,151	0,151	0,151
9	БЕЛАЗ 130 t	0,163	0,157	0,156	0,139	0,137	0,145	0,154
10	БЕЛАЗ 130 t	0,163	0,155	0,156	0,139	0,137	0,145	0,154



Анализиран е показателят разход на гориво за периода от 01.01.2023 г. до 30.06.2023 г.. За база данни са използвани 10 броя автосамосвали /същите участвали и в първия анализ/, със заложена разходна норма за 2023 г. от 0,163 l/tkm. След обработване на данните за посочения период имаме намаление на използваното дизелово гориво до 2% за l/tkm.

5. Изводи

Въз основа на анализиранията и поднесена по-горе информация в таблиците, логично могат да се направят следните изводи за 2022 г. и подобренията с експерименталното трасе за 2023 г.:

- Специфичният разход на дизелово гориво на самосвал за l/tkm е намален с до 2%;
- Чрез подобряване на пътната настилка се увеличава производителността на един автосамосвал от зададените за 2023 г. - 14 500 tkm/24h. След направата на експерименталното трасе и подобряване на пътната настилка се достигат резултати от 16 500 tkm/24h.;
- Повишаване на скоростта с до 2 km/h;
- Достигане на общия нормативен разход на гумите от дадена марка от полагащия се нормативен пробег за рудник и намалена амортизация на наличния автопарк;
- Повишава пътната безопасност.

ЛИТЕРАТУРА:

1. И. Копрев, Е. Александрова 2022 г. „Открит добив на полезни изкопаеми“
2. А. Смилчнов, В. Баликов 2006 г. „Строителство и ремонт на руднични пътища при открит добив“