

УДК 629.113

DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2020-3-20>

**Максимов С.В.**

кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри автомобільного транспорту  
Криворізького національного університету

**Максимова О.С.**

кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри автомобільного транспорту  
Криворізького національного університету

**Maksymov Sergey**

PhD (Economics), Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Automobile Facilities  
Kryvyi Rih National University

**Maksymova Olena**

PhD (Economics), Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Automobile Facilities  
Kryvyi Rih National University

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПІДПРИЄМСТВА З КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ДВИГУНІВ КАР'ЄРНИХ САМОСКІДІВ ВЕЛИКОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ В УМОВАХ КРИВБАСУ**

## **SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF THE SPECIALIZED ENTERPRISE ON CAPITAL REPAIRS OF ENGINES OF QUARRY DUMP TRUCKS OF BIG LOADING CAPACITY IN THE CONDITIONS OF KRYV BAS**

*У статті розроблено теоретичні, методичні та організаційно-економічні засади проектування процесів капітального ремонту двигунів кар'єрних самоскидів в умовах спеціалізованих підприємств. В результаті їх розроблення розраховано трудомісткість з капітального ремонту двигунів кар'єрних самоскидів та проведено оцінювання ефективності капіталовкладень для вжиття запропонованих заходів. Встановлено порядок проектування процесів відновлення працездатності кар'єрних самоскидів та розраховано величину витрат на проведення капітального ремонту. Також обґрунтовано доцільність вжитих заходів та визначено місце розташування спеціалізованого підприємства на основі програми таких ремонтів.*

**Ключові слова:** капітальний ремонт, спеціалізовані підприємства, самоскиди, ефективність.

*В статье разработаны теоретические, методические и организационно-экономические основы проектирования процессов капитального ремонта двигателей карьерных самосвалов в условиях специализированных предприятий. В результате их разработки рассчитана трудоемкость капитального ремонта*

та двигателей карьерных самосвалов и проведено оценивание эффективности капиталовложений для принятия предложенных мер. Установлен порядок проектирования процессов восстановления работоспособности карьерных самосвалов и рассчитана величина расходов на проведение капитального ремонта. Также обоснована целесообразность принятых мер и определено место расположения специализированного предприятия на основе программы таких ремонтов.

**Ключевые слова:** капитальный ремонт, специализированные предприятия, самосвалы, эффективность.

*The purpose of the work is to develop theoretical, methodological provisions, as well as organizational and economic mechanism for designing the processes of overhaul of dump trucks in specialized enterprises. Improvement of quality of technical service, labor and cost savings is possible in the process of solution-finding for determination of usefulness of specialization in open pit trucks technical service operations within the conditions of the enterprises of a region. The solution can be found from improving one of the existing models of car service centers functioning with the use of the change of operations that enter transportation costs. This can be obtained taking into account the planning, design, placement and specialization of repair enterprises in the automotive industry. In the robot science, the task is to develop an organizational and economic mechanism for designing the process of overhaul of engine repairs of automobiles in the minds of special customers in order to speed up the hour of repair. There was rounded out a rosette of such a business in the city of Kryvyi Rih based on logical principles. A design project has been started. A small amount of specialty was wired for major repairs for major engine repairs on the basis of self-repair programs based on such repair programs as for operating oneself. The methods of operation, placement and specialization of mining dump trucks are determined, service enterprises are presented, which, unlike similar models of car service enterprises, saves on maintenance costs, taking into account the maintenance of quarries at the workplace and its repair at specialized enterprises. To solve the set tasks the methods of designing enterprises for overhaul of dump truck engines and methods of research of operations (for an estimation of economic efficiency of the offered system of restoration of working capacity of engines of dump trucks) are used. Technical and economic calculations to determine the feasibility and economic efficiency of design solutions for the establishment of such enterprises.*

**Keywords:** mining truck, overhaul, labor costs, planning, specialized enterprises.

**Постановка проблеми.** Основним завданням автомобільного транспорту гірничо-збагачувально-го комбінату є здійснення перевезень гірничої маси в рамках технологічного циклу видобутку залізних руд. Однак для його виконання та забезпечення нормального функціонування кар'єрного самоскиду як високотехнологічного виробу має існувати система підтримки парку рухомого складу у справному стані. Інфраструктуру такої системи становить виробничо-технічна база гірничотранспортного цеху, яка забезпечує зберігання, технічне обслуговування та ремонт кар'єрних самоскидів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Так, питання проведення капітальних ремонтів кар'єрних самоскидів досліджували вітчизняні та закордонні науковці, такі як Ю.А. Монастирський [1–4], А.В. Веснін [3], В.О. Сістук [2], В.В. Потапенко [7]. У своїх дослідженнях вони розглядали умови проведення ремонтів на базі певного видобувного підприємства.

Виділення не вирішених частин загальної проблеми. Незважаючи на наявний організаційно-економічний механізм проєктування процесів капітального ремонту двигунів кар'єрних самоскидів в умовах спеціалізованих підприємств, ми визначили заходи, що дають змогу скоротити час проведення ремонтів і підвищити їх якість. Обґрунтовано місце розташування такого підприємства в місті Кривому Розі на логістичних принципах.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою дослідження є розроблення теоретичних і методичних положень, а також організаційно-економічного механізму проєктування процесів капітального ремонту двигунів кар'єрних самоскидів в умовах спеціалізованих підприємств.

**Вклад основного матеріалу дослідження.** Нині у гірничовидобувній промисловості України ви-

користують самоскиди вантажопідйомністю більше 70 т «БЕЛАЗ ХОЛДИНГ», «Komatsu-Haulpak», «Euclid-Hitachi», «Caterpillar», «Liebherr», «Terex», «Kress» тощо. «БЕЛАЗ ХОЛДИНГ» в останні кілька років модернізував практично всі класи автосамоскидів, що випускаються. Модернізації піддалися практично всі основні вузли й системи самоскидів, такі як двигуни та їхні системи, гідромеханічні трансмісії, системи електроруху, гідравлічні системи, робоче місце водія та несучі конструкції [5; 6].

У Криворізькому залізорудному басейні працює п'ять гірничозбагачувальних комбінатів з відкритим способом видобутку руд, які експлуатують 338 кар'єрних самоскидів великої вантажопідйомності. Розподіл їх по ГЗК представлено в табл. 1.

В силових установках кар'єрних самоскидів вантажопідйомністю до 130 т застосовуються дизельні двигуни потужністю до 1 194 кВт у сполученні з гідромеханічною передачею (ГМП). Всі комбінати мають у своєму розпорядженні сучасне ремонтне господарство, яке дає змогу ефективно обслуговувати й ремонтувати кар'єрні самоскиди відповідно до вимог, які висуває виробник техніки. Водночас капітальний ремонт двигунів силами самих гірничотранспортних цехів не відрізняється високою якістю робіт. Поставлене в роботі завдання щодо обґрунтування доцільності створення підприємства по централізованому ремонту двигунів кар'єрних самоскидів потребує визначення виробничої програми таких ремонтів [5; 6].

Капітальному ремонту на спеціалізованому підприємстві підлягають двигуни кар'єрних самоскидів вантажопідйомністю 120–130 т. Залежно від модифікації самоскиди БЕЛАЗ укомплектовані двигунами фірми «Cummins» або «MTU». Технічна характеристика таких двигунів наведена в табл. 2.

Таблиця 1

## Наявність кар'єрних самоскидів на гірничозбагачувальних комбінатах Кривого Рогу

Марка самоскиду, вантажопідйомність	Найменування ГЗКа					
	ПівдГЗК	Арселор	ЦГЗК	ПівнГЗК	ІнГЗК	Разом
БЕЛАЗ-7540 (30т)	3	1		7	21	32
БЕЛАЗ-7548 (42т)	5	8	4	1	8	26
БЕЛАЗ-7547 (45т)	3			4	6	13
БЕЛАЗ-7555 (55т)			2			2
БЕЛАЗ-7519 (110т)	1		1			2
БЕЛАЗ-7512 (120т)	7	12	2	5	1	27
БЕЛАЗ-7514 (120т)	5	12	11	6	8	42
БЕЛАЗ-7513 (130т)	10	3	49	60	46	168
БЕЛАЗ-7530 (220т)					2	2
САТ-785 (136т)		19			2	21
САТ-789 (181т)				3		3
Підприємство загалом	34	55	69	86	94	338

Таблиця 2

## Технічна характеристика двигунів кар'єрних самоскидів БЕЛАЗ

Параметри	БЕЛАЗ-75135	БЕЛАЗ-7513	БЕЛАЗ-75131	БЕЛАЗ-75139	БЕЛАЗ-75137	БЕЛАЗ-7513А	БЕЛАЗ-7513В
Тип	Дизельний чотирьохтактний с V-образним розміщенням циліндрів, газотурбованим наддувом та проміжним охолодженням повітря						
Модель	Cummins KTA38-C	Cummins QSK 45	Cummins KTA50-C		MTU12V4000		
Номінальна потужність, кВт	895	1 194				1 194 або 1 400	1 194
Номінальна частота обертання, хв.	1 900						
Частота обертання, за якої генератор забезпечить підзарядку акумуляторних батарей, хв.	700						
Кількість циліндрів	12		16		12		
Робочий об'єм, л	38	45	50		48,8		

Розрахунки показують, що загальна програма капітальних ремонтів двигунів кар'єрних самоскидів вантажопідйомністю 120–130 т за всім гірничозбагачувальним комбінатам складає 50 одиниць на рік, що на місяць буде дорівнювати 4 двигунам. Термін ремонту одного двигуна буде складати 7,3 дні. Це дає змогу організувати спеціалізоване підприємство з капітального ремонту двигунів для всіх ГЗК з виробничою програмою, достатньою для забезпечення беззбитковості його роботи.

Відновлення основних деталей та збирання двигуна на спеціалізованому підприємстві проводяться на потокових лініях.

На основі виконаного аналізу розроблено структурну схему капітального ремонту двигуна й технологічний маршрут ремонту (рис. 1).

Сумарна трудомісткість річного обсягу робіт розраховується за формулою:

$$\sum T = T_{p,m} + T_{дод} + T_{в.п}, \text{чол.год}, \quad (1)$$

де  $T_{p,m}$  – трудомісткість ремонту машини, люд.-год;  
 $T_{дод}$  – трудомісткість додаткових робіт, люд.-год;  
 $T_{в.п}$  – трудомісткість робіт для власних потреб підприємства, люд.-год.

Трудомісткість капітального ремонту двигуна ( $T_{p,m}$ ) приймається за нормативним даними з огляду на потужність двигуна. Нами була розрахована трудомісткість капітального ремонту двигунів у загальному обсязі 43 500 люд.-год.

Трудомісткість додаткових робіт ( $T_{дод}$ ) включає трудовитрати на виготовлення запасних частин, інструментів та інших товарів, яка, за нашими розрахунками, склала 15 225 люд.-год.

Трудомісткість робіт ( $T_{в.п}$ ) для задоволення власних потреб підприємства передбачає виготовлення запасних частин, ремонт власного обладнання, виготовлення й ремонт інструмента та пристосувань. За розрахунком трудомісткість робіт для власних потреб складає 3 915 люд.-год.

Таким чином, загальна трудомісткість за ремонтним підприємством складе 62 640 люд.-год.

Під час розрахунку фонду робочого часу ремонтного підприємства нами було прийнято роботу в одну зміну за тривалості зміни та кількості відпусток відповідно до трудового законодавства. Також нами була розрахована чисельність працівників за основними категоріями, отже, загалом по підприємству вона склала 53 особи.

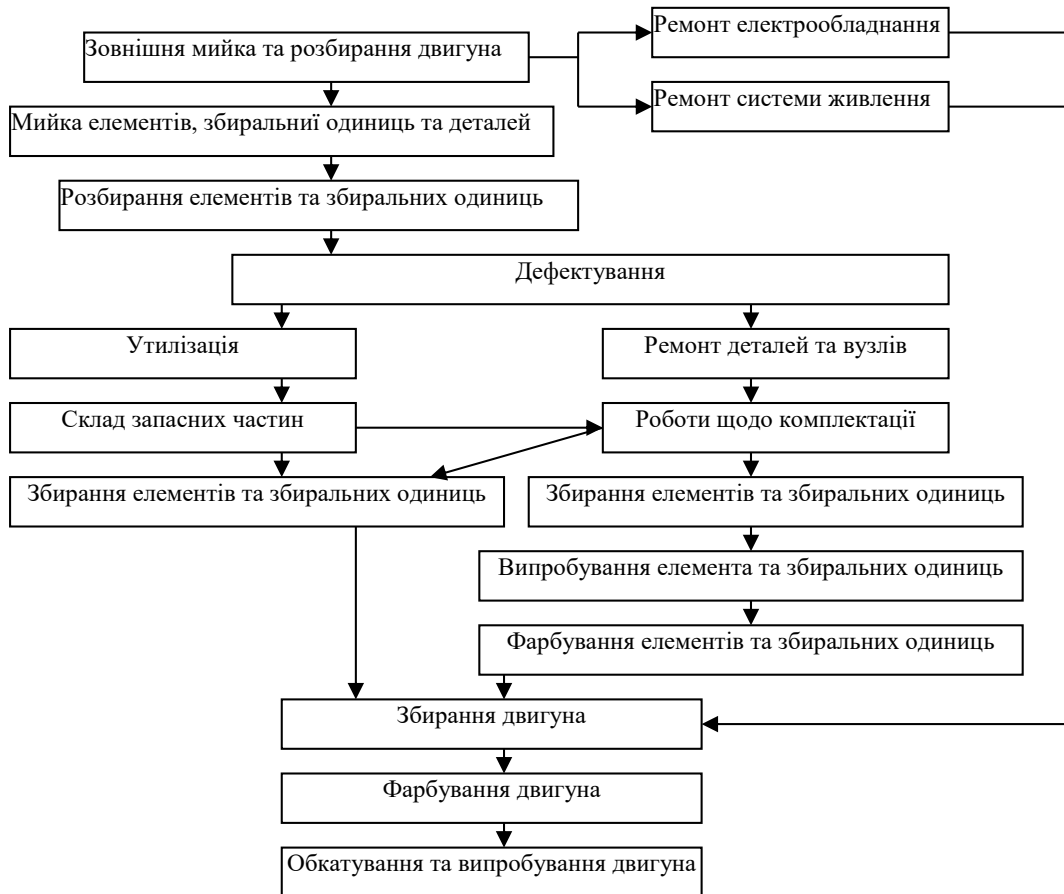


Рис. 1. Схема технологічного процесу ремонту двигуна на постах

Для обґрунтування ефективності створення підприємства з ремонту двигунів кар'єрних самоскидів необхідно розрахувати початкові інвестиції в проєкт.

Початкові інвестиції ( $PI$ ) у загальному вигляді – це реальна вартість проєкту, тобто початкові інвестиції в необоротні та оборотні активи з урахуванням результатів від вибуття наявних на балансі підприємства основних засобів:

$$PI = PKB_{осн} + PKB_{нма} + PI_{об}, \text{ грн.} \quad (2)$$

де  $PKB_{осн}$  – початкові капітальні вкладення (інвестиції) у придбання основних засобів та будівництво, грн.;  $PKB_{нма}$  – початкові капітальні вкладення в нематеріальні активи (придбання технологій), грн.;  $PI_{об}$  – початкові інвестиції в придбання оборотних активів, яка необхідна для нормального функціонування підприємства, грн.

Початкові капітальні вкладення (інвестиції) у придбання основних засобів та будівництво ( $PKB_{осн}$ ) – це довгострокові витрати, що амортизуються протягом певних років їхньої експлуатації. Вони охоплюють вартість машин, устаткування та інших необхідних підприємству знарядь праці за реальною ціною купівлі, додаткові витрати, пов'язані з їхнім транспортуванням і монтуванням нового обладнання, а також із технічним наглядом за ним тощо. За умови технічної реконструкції або розширення діючого підприємства капітальні витрати включають також вартість будівельно-монтажних робіт. За спорудження ново-

го підприємства довгостроковими є всі витрати, що входять до складу виробничих інвестицій.

Під час проєктування ремонтного підприємства розраховують виробничі, допоміжні, службово-побутові й складські приміщення.

Виробничі площі (основні) укрупнено можна розраховувати одним з таких методів:

- за кількістю виробничих робітників;
- за площею, зайнятою обладнанням.

Площі допоміжних приміщень укрупнено розраховуються залежно від питомої площі, що припадає на одиницю встановленого обладнання й на одного робітника.

Площа конторських приміщень приймається з розрахунку  $3,5 \text{ м}^2$  на одного фахівця й  $7,5 \text{ м}^2$  на одного майстра.

За проведеними розрахунками загальна чисельність виробничого корпусу складала  $1\,436,2 \text{ м}^2$ , з яких  $1\,209,1 \text{ м}^2$  складає виробнича площа, а  $227,1 \text{ м}^2$  – площа адміністративно-побутових приміщень. Загальна вартість будівель і споруд визначається з огляду на середню вартість  $1 \text{ м}^2$  виробничої площі  $2\,018$  грн. і вартість  $1 \text{ м}^2$  адміністративно-побутових приміщень  $4\,320$  грн. Таким чином, розрахункова вартість будівлі складе  $3\,428,6$  тис. грн.

Технологічним процесом передбачена наявність на ділянці різних видів обладнання. Переміщення запасних частин зі складу, а також агрегатів і вузлів за територією ремонтного цеху здійснюється колісним

навантажувачем. За розрахунками вартість основного технологічного обладнання складе 2 221,9 тис. грн. Вартість силових машин та устаткування дорівнює 7% вартості виробничого обладнання, що становить 155,5 тис. грн. Транспорт, вимірвальні прилади, інструмент та інвентар складають 5%, 1%, 3% вартості виробничого обладнання відповідно, що становить 113,8 тис. грн., 28,2 тис. грн., 67,6 тис. грн. Таким чином, вартість основних засобів для реалізації цього проєкту складе 2 587 тис. грн.

Невраховані необоротні активи (нематеріальні) обчислюються як 1% усіх врахованих і складають 25,9 тис. грн.

Прямі матеріальні витрати включають витрати на основні та допоміжні матеріали, запасні частини й комплектуючі, знос малоцінних і швидкозношуваних предметів, витрати на паливо та енергію на технологічні цілі тощо. У виробничих запасах перебувають основні та допоміжні матеріали, запасні частини й комплектуючі. Виходячи із середньої норми складського запасу ( $H_s$ ) у 30 днів, ми можемо розрахувати розмір оборотних коштів, необхідних для фінансування перехідних запасів товарно-матеріальних цінностей. За розрахунком, вартість оборотних активів складала 630,4 тис. грн.

Таким чином, за підрахунком, загальна вартість початкових інвестицій складала 6 872 тис. грн.

Для розрахунку фінансових результатів роботи ремонтного підприємства нами було складено калькуляцію собівартості, яка включає прямі матеріальні витрати, прямі витрати на оплату праці, інші прямі витрати та загальновиробничі витрати. Ці розрахунки проведено відповідно до встановлених норм та методик, в результаті чого нами було визначено витрати на ремонт одного двигуна (361 738 грн.) та загальні витрати на плановий обсяг ремонту 50 двигунів (130 86,9 тис. грн.).

Як показали дослідження ринку, верхня границя ціни (в регіоні та інших організаціях) на капітальний ремонт двигуна серій «CAT-50» становить 370,6 тис. грн. З урахуванням ПДВ ціна на капітальний ремонт двигуна має становити на проєктованому підприємстві 308,8 тис. грн. За встановлення вартості капітальних ремонтів на середній позначці величина валового прибутку від проведення капітального ремонту одиниці виробу складе 47,1 тис. грн. за його виробничої собівартості 261,7 тис. грн. Рентабельність продукції за кожним виробом складе 18,0%. З урахуванням податку на прибуток чистий прибуток підприємства ( $PP_{\text{чист}}$ ) складе 39,3 тис. грн., на річну виробничу програму – 19 62,5 тис. грн.

Ефективність реалізації проєкту можна оцінити шляхом зіставлення початкових інвестицій у проєкт із отриманими фінансовими результатами. Основним показником, що характеризує ефективність проєкту, є період окупності початкових інвестицій:

$$ПО = \frac{PI}{PP_{\text{чист}}} = \frac{6872,0}{1962,5} = 3,5 \text{ років.}$$

За критерій ефективності проєкту можна прийняти рекомендації Національного банку України для комерційних банків по кредитуванню капіталь-

них вкладень, які передбачають таку можливість за строку окупності для об'єктів нового будівництва не більше 5 років, а для реконструювання об'єктів – не більше 2 років. У нашому випадку ця умова виконується ( $ПО < 5$  років).

Річний економічний ефект під час реалізації проєкту можна визначити з такого виразу:

$$E_p = PP_{\text{чист}} - E_n \cdot PI = 1962,5 - 0,2 \cdot 6872,0 = 580,1 \text{ тис. грн.},$$

де  $E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень; величина, зворотна періоду окупності. При нормативі окупності 5 років  $E_n = 1/5 = 0,2$ .

При цьому нами було визначено, що для беззбиткової роботи підприємства обсяг ремонту має складати 23 двигуна.

Завдання раціонального розміщення розподільчого центру з ремонту двигунів кар'єрних самоскидів набуває актуальності за наявності розвинутої транспортної мережі, тому що інакше рішення, швидше за все, буде очевидним. Місце розташування майбутнього підприємства для виконання робіт із капітальних ремонтів двигунів кар'єрних самоскидів визначене центром мас із подальшим аналізом можливих місць розміщення на околицях знайденого центра ваги, що враховує наявність транспортних зв'язків та можливості забезпечити виконання таких робіт. В остаточному підсумку місце розташування майбутнього спеціалізованого підприємства для виконання робіт із капітальних ремонтів двигунів кар'єрних самоскидів було визначено в районі ВАТ «Центральний рудоремонтний завод», що має у своєму розпорядженні вільні виробничі потужності, технологічне устаткування й кваліфіковані кадри, здатні виконувати такі роботи. Це підприємство входить до складу «МЕТІНВЕСТ ГРУПП», що є оптимальним для гірничозбагачувальних підприємств, що входять до їх складу.

**Висновки.** В результаті проведеного дослідження ми дійшли таких висновків:

- визначено загальну чисельність кар'єрних самоскидів на гірничозбагачувальних підприємствах Кривого Рогу;

- визначено основні технічні характеристики самоскидів БЕЛАЗ різних модифікацій;

- розроблено структурну схему капітального ремонту двигуна та технологічний маршрут ремонту;

- визначено загальну трудомісткість ремонтних робіт та розраховано загальну вартість капіталовкладень у проєкт створення спеціалізованого підприємства;

- обґрунтовано місце розташування спеціалізованих підприємств з капітального ремонту двигунів кар'єрних самоскидів на основі програми таких ремонтів та місць розташування підприємств, що експлуатують кар'єрні самоскиди.

Предметом подальших досліджень буде обґрунтування рівня технічного забезпечення підприємств з капітального ремонту кар'єрних самоскидів та визначення механізму організації їх виробничої діяльності як системи оптимального управління, що включає контури оптимізації та корегування управлінських рішень.

### Бібліографічний список:

1. Монастирський Ю.А. Эксплуатация и сервисное обслуживание карьерной техникой «БЕЛАЗ» в Украине. *Горный журнал*. 2013. № 1. С. 78–79.
2. Монастирський Ю.А., Бондар І.В., Сістук В.О. Математичні моделі функціонування підприємств технічного сервісу кар'єрних автосамоскидів. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2019. № 2 (13). С. 124–130.
3. Монастырский Ю.А., Веснин А.В., Таран И.А. Статистический анализ показателей работы карьерных автосамосвалов как ресурс повышения эффективности их эксплуатации. *Научный вестник НГУ*. 2010. № 11–12. С. 66–70.
4. Монастирський Ю.А., Гальченко А.В., Вівчарик А.С. Аналіз парків кар'єрних самоскидів підприємств центральної частини України. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2014. № 9 (1052). С. 38–42.
5. Положение о техническом обслуживании, диагностировании и ремонте карьерных самосвалов БелАЗ. Жодино : ОАО «БЕЛАЗ», 2004. 44 с.
6. Положение о техническом обслуживании, диагностировании и ремонте карьерных самосвалов БелАЗ. Жодино : ОАО «БЕЛАЗ», 2013. 22 с.
7. Потепенко В.В. Аналіз моделі технологічних станів кар'єрних самоскидів БЕЛАЗ. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2013. № 29 (1002). С. 126–132.

### References:

1. Monastyrskij, Y. (2013). Eksploataciya i servisnoe obslu-zhivanie karernoj tehniki "BELAZ" v Ukraine. *Gornyj Zhurnal*, no. 1, pp.78–80.
2. Monastyrskij Ju., Bondar I. & Sistuk V. (2019). Matematychni modeli funkcionuvannja pidpryjemstv tekhnichnogo servisu kar'jernih avtosamoskydiv. *Suchasni tekhnologhiji v mashynobuduvanni ta transporti*, no. 2 (13), pp. 124–130.
3. Monastyrskij Ju., Vesnin A. & Taran I. (2010). Statisticheskiy analiz pokazateley raboty kar'ernykh avtosamosvalov kak resurs povysheniya effektivnosti ikh eksploatatsiim. *Naukovyj visnyk NGH U*, no. 11–12, pp. 66–70.
4. Monastyrskij Ju., Ghaljchenko A. & Vivcharyk A. (2014). Analiz parkiv kar'jernih samoskydiv pidpryjemstv central'noji chastyny Ukrajinu. *Visnyk NTU "KhPI"*, no. 9 (1052), pp. 38–42.
5. ОАО "BELAZ". (2004). Polozhenie o tehicheskom obslu-zhivanii, diagnostirovanii i remonte karernyh samosvalov BelAZ (p. 44). Zhodino.
6. ОАО "BELAZ". (2013). Polozhenie o tehicheskom obslu-zhivanii, diagnostirovanii i remonte karernyh samosvalov BelAZ (p. 22). Zhodino.
7. Potepenکو V. (2013). Analiz modeli tekhnologhichnykh staniv kar'jernih samoskydiv BelAZ. *Visnyk NTU "KhPI"*, no. 29 (1002), pp. 126–132.