

УДК 656.073:622.611

Козіна І.В., канд. техн. наук, доцент
(Державний ВНЗ «НГУ»)

ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ СЕРЕДОВИЩА

Козина И.В., канд. техн. наук, доцент
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ СРЕДЫ

Kozina I.V., Ph.D.(Tech), Associate Professor
(State HEI «NMU»)

ORGANIZATION OF TRANSPORT CONTROL PROCESSES OF MATERIAL FLOWS IN NONSTATIONARITY ENVIRONMENT OF COAL MINES

Анотація. Стаття присвячена проблемі вибору послідовності обслуговування горизонтів вугільної шахти для доставки допоміжних матеріалів і устаткування в підготовчі вибої.

Під нестационарністю середовища в умовах вугільних шахт мається на увазі те, що організація й управління процесами транспортування допоміжних матеріалів і устаткування відбувається в динамічному режимі, з постійним переміщенням місця виконання основних виробничих операцій. Зважаючи на специфіку даного об'єкта і виникнення випадкових екстремальних ситуацій у шахтних умовах розрахунок моделі послідовності обслуговування горизонтів виконано при кожному надходженні заявок на диспетчерський пункт.

Запропонована математична модель вибору послідовності обслуговування горизонтів вугільних шахт для доставки вантажів із використанням людського чинника – експерта, що ґрунтується на базі методу аналізу ієрархій.

Зроблено висновки та виконано зіставлення запропонованих математичних моделей планування послідовності обслуговування горизонтів вугільних шахт як в умовах стабільності пріоритетів обслуговування, так і в умовах їх зміни.

Ключові слова: доставка матеріалів та обладнання до підготовчих вибоїв, транспортування допоміжних вантажопотоків, обслуговування горизонтів вугільних шахт, управління процесами допоміжного транспорту шахт.

Транспортування матеріалів і устаткування в шахтних умовах є одним з найбільш складних, трудомістких і енергоємних процесів.

У вугільній шахті при транспортуванні вантажопотоків необхідно враховувати поточне стан і найближчий розвиток виробничого процесу у всіх технологічних ланках.

При управлінні процесами доставки вантажів у шахтних умовах необхідно враховувати такі основні параметри, як:

- постійне переміщення місця виконання основних виробничих робіт;
- наявність чинників невизначеності або виникнення випадкових екстремальних ситуацій (схід локомотива з рейок, ремонт дороги, простій тощо).

У Інституті гірничої справи ім. О.О. Скочинського створена схема імітації (рис. 1) і змодельовано оптимальні організаційно-технічні характеристики внутрішньо шахтних транспортних систем [1].

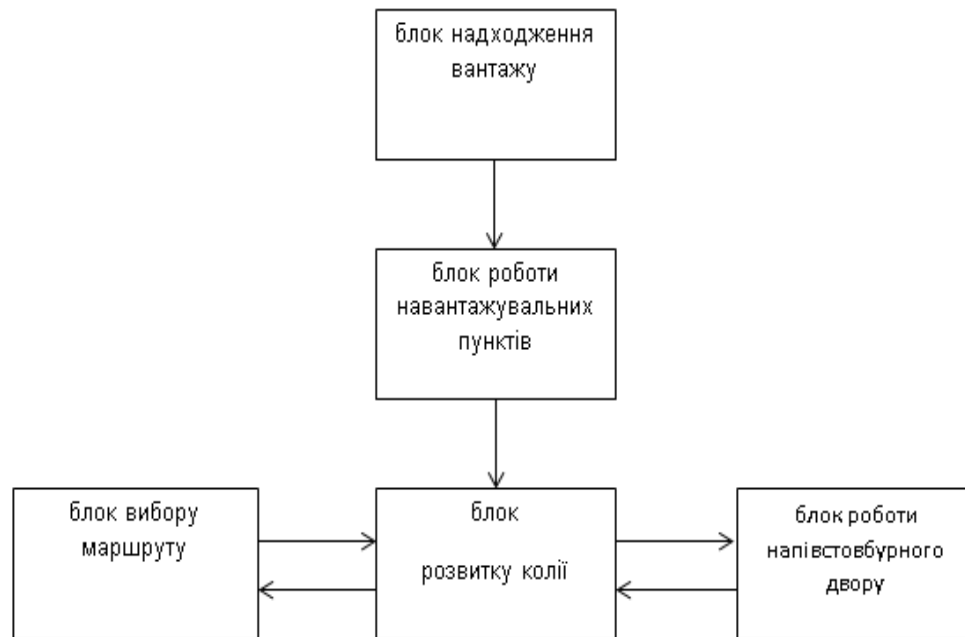


Рисунок 1 – Схема імітації процесів роботи внутрішньошахтного транспорту

Процес транспортування допоміжним транспортом складається з трьох взаємопов'язаних етапів:

- транспорт на поверхні зі складів до стволів шахт;
- транспорт по стволах і капітальних виробках (квершлагах, штреках, бремсбергах);
- транспорт по дільничних виробках (вентиляційні та конвеєрні штреки, ходки тощо.)

Необхідно відзначити, що трудовитрати при доставці матеріалів і устаткування з розрахунку на одиницю ваги в 36 разів вище, ніж при транспортуванні основного вантажопотоку, і в 17 разів вище, ніж при транспортуванні породи [2].

Одне з основних завдань внутрішньошахтного транспорту – доставка матеріалів, устаткування і людей до місць ведення гірничих робіт, на підставі заявки, складеної в диспетчерському пункті.

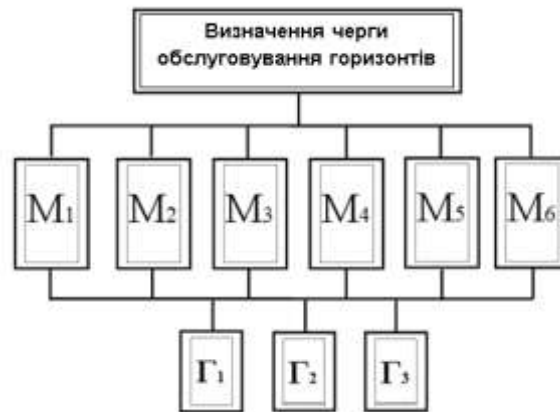
Передбачається, що плани і графіки роботи шахти вже визначені для вирішення планових завдань при організації процесів транспортування шахтних вантажопотоків.

Таким чином, в шахтних умовах при виникненні випадкових екстремальних ситуацій необхідна модель управління процесами транспортування з використанням людського чинника – диспетчера шахти. Лише експерт може своєчасно й оперативно приймати рішення і вирішувати основні завдання щодо доставки вантажів, зважаючи на специфіку даного об'єкта і наявність чинників невизна-

ченості.

Запропонована математична модель вибору послідовності обслуговування горизонтів вугільних шахт для доставки вантажів з використанням людського чинника – експерта, основана на базі використання методу аналізу ієрархій [3].

Для рішення поставленої задачі виконано її уявлення в ієрархічній формі (рис. 2).



$\Gamma_1 \dots \Gamma_3$ – горизонти вугільної шахти, $M_1 \dots M_6$ – матеріали й устаткування

Рисунок 2 – Структурна модель ухвалення рішень

Результатом опису дій є матриця попарних порівнянь відносної важливості вибраних критеріїв і розраховується відношення узгодженості (табл. 1).

Таблиця 1 – Матриці попарних порівнянь відносної важливості критеріїв

	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	Оцінка компонент власного вектора
M_1	1.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	0,29
M_2	0.33	1.00	2.00	0.33	0.20	0.17	0,05
M_3	0.50	0.50	1.00	0.33	0.25	0.33	0,05
M_4	0.50	3.00	3.00	1.00	0.25	0.33	0,11
M_5	0.50	5.00	4.00	4.00	1.00	4.00	0,31
M_6	0.33	6.00	3.00	3.00	0.25	1.00	0,17
$\lambda_{\max} = 6,82$		$IS = 0,12$			$OS = 9,91\%$		

При формалізації опису даної задачі були запропоновані наступні критерії математичної моделі для вибору варіантів:

- M_1 – першочергова доставка кріпильних деталей замка;
- M_2 – першочергова доставка зтяжок;
- M_3 – першочергова доставка шпал;
- M_4 – першочергова доставка стояків;
- M_5 – першочергова доставка міжрамних стяжок;
- M_6 – першочергова доставка верхняку.

Результат розрахунку глобальних пріоритетів наведено в таблиці 2. Оцінка пріоритетності альтернатив показує послідовність обслуговування вибоїв: у пе-

ршу чергу необхідно доставити матеріали на горизонт Γ_3 (ГП = 0,49), потім на горизонт Γ_1 (ГП = 0,42), і в останню чергу – на горизонт Γ_2 (ГП = 0,08).

Таблиця 2 – Результати обчислення пріоритетів допоміжних вантажопотоків

Альтернатива	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	Розрахунок глобальних пріоритетів	Переваги при виборі варіанта
Γ_1	0,59	0,55	0,88	0,73	0,15	0,24	0,42	2
Γ_2	0,09	0,08	0,03	0,08	0,09	0,08	0,08	3
Γ_3	0,32	0,36	0,08	0,19	0,74	0,66	0,49	1

Розрахунок моделі послідовності обслуговування горизонтів необхідно виконувати при кожному надходженні заявок на диспетчерський пункт, оскільки процес транспортування допоміжних матеріалів і устаткування відбувається в динамічному режимі, при нестационарності середовища – постійне переміщення місця виконання основних виробничих операцій.

З цієї причини матриця попарних порівнянь сформована з урахуванням часу (1): G – горизонт вугільної шахти; t – час (1 доба, 2 доби, 3 доби), $t \neq 0$ [4].

Результат розрахунку пріоритетних альтернатив з урахуванням часу наведено у таблиці 3. Послідовність транспортування допоміжних матеріалів і устаткування до горизонтів (Γ_1 , Γ_2 , Γ_3) не змінилася, оскільки не змінився розрахунок пріоритетних альтернатив при $t = 2$ доби і $t = 3$ доби.

Як експерти для вирішення питання щодо організації доставки вантажів у підготовчій вибої вугільних шахт можуть брати участь не лише диспетчер шахти, а й заступник директора з виробництва, головний технолог, головний інженер та ін.

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 3+t & 2t & 2t & 2 \cdot t & 3+t \\ \frac{1}{3+t} & 1 & 2t & \frac{1}{3+t} & \frac{1}{\ln(t+1)} & \frac{1}{t^2+6t} \\ \frac{1}{2t} & \frac{1}{2t} & 1 & \frac{1}{3+t} & \frac{1}{4} & \frac{1}{3+t} \\ \frac{1}{2t} & 3+t & 3+t & 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{3+t} \\ \frac{1}{2t} & \ln(t+1) & 4 & 4 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3+t} & t^2+6t & 3+t & 3+t & \frac{1}{4} & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Таблиця 3 – Розрахунок пріоритетних альтернатив з урахуванням часу

$t = 1$ доби		$t = 2$ доби		$t = 3$ доби	
Γ_1	0,35	Γ_1	0,33	Γ_1	0,29
Γ_2	0,16	Γ_2	0,15	Γ_2	0,10
Γ_3	0,48	Γ_3	0,51	Γ_3	0,61

Враховуючи складність вирішуваних завдань, експерти також застосовують і логічний аналіз поставленої проблеми, використовуючи при цьому комплексні методики аналізу і прогнозування. На сьогоднішній день рекомендується застосування методів самооцінки та взаємооцінки компетентності експертів для знаходження адекватного рішення [5].

Необхідно відзначити прийнятну узгодженість (до 5%) у деяких випадках і повний збіг в інших при зіставленні результатів розрахунку (табл. 2, 3) з результатами експертного аналізу. Отже, не дивлячись на те, що метод аналізу ієрархій має певні обмеження у використанні, він виявився більш ефективним для формуванні моделей реалізації процедур раціонального вибору в шахтних умовах.

Для підвищення ефективності роботи внутрішньошахтного транспорту розроблені математичні моделі вибору послідовності обслуговування горизонтів шахти допоміжним транспортом як в умовах стабільності пріоритетів обслуговування, так і в умовах їх зміни. В основі запропонованої моделі лежить метод аналізу ієрархій, який на відміну від інших методів прийняття рішень, найбільш ефективно і повно описує ту складну ситуацію, в якій виявляються диспетчери шахт при виконанні заявок на відповідні горизонти, що, у свою чергу, суттєво впливає на виробництво основного вантажопотоку вугільної шахти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Системы подземного транспорта на угольных шахтах / под. ред. В.А. Пономаренко. – М.: Недра. 1975. – 309 с.
2. Кузнецов, Л.И. Анализ развития вспомогательного транспорта на отечественных и зарубежных угольных шахтах / Кузнецов Л.И., Эйдинзон Ф.М. – М.: ЦНИЭУголь, 1981.
3. Козина, И.В. Математическое моделирование процессов функционирования вспомогательного транспорта шахт: дис...канд. техн. наук: 01.05.02; защищена 26.12.12; утв. 25.04.13/ Козина И.В. – Днепропетровск: НМетАУ, 2012. – 155 с.
4. Орлов, И.А. Экспертные оценки. Электронное пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aup.ru/books/m154/> – Загл. с экрана.
5. Козина, И.В. Экспертный анализ при управлении процессами транспортирования грузов в условиях угольных шахт/ И.В. Козина // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта – 2014: Материалы междунар. конф. Днепропетровск: Национальный горный университет, 2014. – С.248 – 251.

REFERENCES

1. Ponomarenko, V.A. (ed.) (1975), *Sistemi podzemnogo transporta na ugolnykh shahtakh* [Systems of underground transport on coal mines], Nedra, Moscow, SU.
2. Kuznecov L.I. and Eydinzon F.M. (1981), *Analiz razvitiya vspomogatelnogo transporta na otechestvennikh i zarubezhnikh shahtakh* [Analysis of development of auxiliary transport on domestic and foreign coal mines], CNIEUgol, Moscow, SU.
3. Kozina I.V. (2012), "Mathematical design of processes of functioning of auxiliary transport of mines", Ph.D. Thesis, 01.05.02, NMetAU, Dnepropetrovsk, UA.

4. Orlov, I.A., (2014) "Expert estimations. Electronic manual", available at: <http://www.aup.ru/books/m154/>, (Accessed 25 August 2002)

5. Kozina I.V. (2014), "Expert analysis for control by processes of auxiliary transport under conditions of coal mines", *Proc. of the International conference "Contemporary Innovation Technique of the Engineering Personnel Training for the Mining and Transport Industry – 2014"*, National Mining University, Dnepropetrovsk, Ukraine, pp. 248 – 251.

Про автора

Козіна Інна Валеріївна, кандидат технічних наук, доцент, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (Державний ВНЗ «НГУ»), Дніпропетровськ, Україна, kozina@nmu.org.ua

About the author

Kozina Inna Valeriivna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, State Higher Education Institution «National Mining University» (State HEI «NMU»), Dnepropetrovsk, Ukraine, kozina@nmu.org.ua

Аннотация. Статья посвящена проблеме выбора очередности обслуживания горизонтов угольной шахты для доставки вспомогательных материалов и оборудования в подготовительные забои.

Организация и управление процессами транспортировки вспомогательных материалов и оборудования происходит в динамическом режиме, с постоянным смещением места выполнения основных производственных операций. Ввиду специфики данного объекта и возникновения случайных экстремальных ситуаций в шахтных условиях расчет модели очередности обслуживания горизонтов выполнен при каждом поступлении заявок на диспетчерский пункт. Предложена математическая модель выбора очередности обслуживания горизонтов угольных шахт для доставки грузов с использованием человеческого фактора – эксперта, основанная на базе использования метода анализа иерархий.

Сделаны выводы и выполнено сопоставление предложенных математических моделей планирования последовательности обслуживания горизонтов угольных шахт как в условиях стабильности приоритетов обслуживания, так и в условиях их изменения.

Ключевые слова: доставка материалов и оборудования к подготовительным забоям, транспортирование вспомогательных грузопотоков, моделирование процессов вспомогательного транспорта шахт, обслуживание горизонтов угольных шахт, управление грузопотоками угольных шахт

Abstract. The results of expanded analysis hierarchy of method for effective processing of supplementary freight-flow of coal mines is considered

The results of the use of hierarchies analysis method and a detailed expert analysis of situations under conditions of uncertainty are presented. A highly informative process control system of cargo delivery in coal mines based on expert analysis is offered. The question of the experts selection is considered. The mathematical model of auxiliary transport functioning processes in coal mines is created by coordinating material flow in preparatory faces. Traditional methods improvements of materials management control service in coal faces were made. The optimum schemes of planning and control of auxiliary materials and equipment delivery in preparatory faces of collieries are offered.

Conclusions are made to deliver the materials to the development faces of the coal mines is proposed.

Keywords: deliver of materials and equipment to the development faces, material flows control in coal mines, maintenance coal mines levels, transport of auxiliary materials.

Статья поступила в редакцию 2.01.2015

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук В.Ф. Монастырским

УДК 622.268.13: 622.268.7

Курносов С.А., д-р техн. наук, ст. научн. сотр.,
Осенний В.Я., научн. сотр.,
Задерий В.В., магистр
(ИГТМ НАН Украины),
Цикра А.А., канд. техн. наук,
Аверкин Д.И., магистр
(ООО «Минова Украина»).

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ СООРУЖЕНИЯ
БЕТОННЫХ ОКОЛОШТРЕКОВЫХ ПОЛОС НА ИХ
ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ**

Курносов С.А., д-р техн. наук, ст. наук. співр.,
Осінній В.Я., наук. співр.,
Задерій В.В., магістр
(ИГТМ НАН Украины),
Цікра О.А., канд. техн. наук,
Аверкін Д.І., магістр
(ТОВ «Мінова Україна»).

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПОСОБІВ СПОРУДЖЕННЯ
БЕТОННИХ НАВКОЛОШТРЕКОВЫХ ПОЛОС НА ЇХ
МІЦНІСНІ ТА ДЕФОРМАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ**

Kurnosov S.A., D.Sc. (Tech.), Senior Researcher,
Osenniy V.Ya., Researcher,
Zaderiy V.V., Master of Science
(IGTM NAS of Ukraine),
Tsikra A.A., Ph. D. (Tech.),
Averkin D.I., Master of Science
(«Minova Ukraine» LTD).

**RESEARCH OF INTERDEPENDENCE BETWEEN METHODS OF
CONCRETE RIB-SIDE TRACK BUILDING AND THE TRACK
STRENGTH AND DEFORMATION PARAMETERS**

Аннотация. Методом моделирования в лабораторных условиях, с сохранением свойств материала, установлены механизм деформирования бетонных литой и пакетированной околоштрековых полос при различных условиях нагружения, а также зависимости их предельной и остаточной прочности от времени застывания смеси, геометрических размеров полосы и ее относительной усадки. Полученные данные позволят, после измерения нагрузки на охранную полосу в шахтных условиях, либо ее расчета аналитическим путем, определять ожидаемую величину усадки охранной полосы, оценивать высоту и степень расслоения подработанной кровли угольного пласта и, в конечном итоге, обосновывать рациональные параметры различных типов бетонных полос в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Ключевые слова: способы сооружения бетонных околоштрековых полос, механизм деформирования полос.