

УДК 622.232.8

Каганюк О.К. к.т.н., доц., Поліщук Т.О.  
Луцький національний технічний університет

## ВИМОГИ ЩОДО ФУНКЦІЙ ЯКОСТІ УПРАВЛІННЯ ВУГЛЕВИДОБУВНИМ КОМБАЙНОМ В РІЗНИХ ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ.

**Каганюк О.К., Поліщук Т.О. Вимоги щодо якості управління вуглевидобувним комбайном в різних гірничо – геологічних умовах.** В даній статті проводиться аналіз та будова систем автоматичного управління вуглевидобувними комбайнами для можливої роботи в складних гірничо-геологічних умовах. Наведена перспективна і раціональна система автоматичного управління, яка може працювати в складних гірничо – геологічних умовах

**Ключові слова:** вугільно-добувний комбайн, система автоматичного управління, багатоконтурна система, двоконтурна система.

**Каганюк О.К., Полищук Т.А. Требования к качеству управления угледобывающими комбайном в различных горно - геологических условиях.** В данной статье проводится анализ и построение систем автоматического управления угледобывающими комбайнами для возможной работы в сложных горно-геологических условиях. Приведенная перспективная и рациональная система автоматического управления, которая может работать в сложных горно - геологических условиях

**Ключевые слова:** угольно-добывающий комбайн, система автоматического управления, многоконтурная система, двухконтурная система.

**Kaganyuk OK, Polishchuk T.A. Requirements to the quality of management of a vulgil-shaped by-field combine in various mining and geological conditions.** This article analyzes and builds up automatic control systems for coal-mining combines for possible work in difficult mining and geological conditions. Given a promising and rational system of automatic control, which can work in complex mining and geological umavah

**Key words:** coal mining combine, automatic control system, multi-loop system, dual-circuit system.

Сучасні вимоги до систем автоматичного управління забійним обладнанням припускають вирішення **проблеми** інтенсивного і високопродуктивного видобутку вугілля без постійної присутності людей в забої.

Однією із важливих підсистем управління являється автоматичне управління вуглевидобувним комбайном в профілю пласту. До цього часу ця задача не вирішена, що дозволяє неможливим виведення машиніста (оператора) із лави і є **актуальним** на теперішній час. Необхідність постійної присутності оператора вуглевидобувного комбайна слідкувати за положенням ріжучих органів по висоті захвату і процесом різання не дозволяє оператору вуглевидобувного комбайна вийти із зони підвищеної небезпеки.

На вирішення даної **проблеми**, були направлені зусилля більшого числа вчених і наукових колективів як в нашій країні так і за кордоном. Як правило роботи проводились в двох важливих напрямках: створення засобів контролю границі «порода – вугілля» і створення систем автоматичного управління вуглевидобувними комбайнами в профілі пласту (САУ ПП).

Відмітимо, що ці два напрямки пов'язані між собою таким чином, що безнадійного апаратурного засобу контролю границі «порода-вугілля» неможливо вирішити проблему управління в цілому. З іншої сторони, тип, характеристика і місце встановлення датчика «порода-вугілля» в більшості впливає на параметри і принцип роботи системи автоматичного управління [1, 2, 3 ]

Використовуючи сучасні методи контролю границі поділу, у нас буде можливись сформулювати вимоги щодо створення підсистеми управління вуглевидобувними комбайнами в профілі пласта.

Доцільно буде використовувати датчики «порода – вугілля» які показали себе на іспитах працездатними і менш залежні від збуджень і перешкод, які можуть зустрічатися в процесі видобутку вугілля в складних гірничо – геологічних умовах праці даного комбайну [ 8 ].

Область використання вищезгаданих датчиків, над створенням яких працював і один із авторів даної статті, дає можливість встановити безпосередньо на ріжучому органі вуглевидобувному комбайні, що виключає транспортне запізнення в отриманні реальної інформації, контролюючого середовища. При глибинності в 50 мм товщини вугільної пачки досягнута нечутливість коливанням повітряного зазору до 150 мм, що зменшує вплив вібрації ріжучого органу і нерівностей поверхні на показники датчика «порода – вугілля» (ДПВ) Принцип роботи ДПВ ( по чутливості до зольності і

щільності) забезпечує його найбільш широку область використання. Другим етапом створення ДПВ, було необхідним визначити його працездатність, яка основана на контролі природної радіоактивності вугленосних порід. В даному напрямку роботи проводились як в нашій країні, так і за кордоном., це в Радянському Союзі, США, Великобританії [4, 9, 10, 11].

Область використання ДПВ пов'язана з його більшою глибинністю вимірювання до 500 мм при нечутливості до коливань повітряного зазору в діапазоні до 700 мм. Відносно великі габарити припускають його установку безпосередньо на корпусі комбайна або на спеціальній конструкції.

З використанням ДПВ вказаних типів можна створити різні по принципу побудови і функціональним можливостям системи автоматичного управління вугледобувними комбайнами в профілі пласту.

Слід відмітити, що **практична реалізація систем** управління в профілі пласту не привела до створення довгострокових працюючих надійних регуляторів і систем управління. У вітчизняній і закордонній практиці відсутні відомості про забори з постійно працюючими системами управління комбайна в профілі пласту. Існує ряд причин, важливіша з яких - низька надійність апаратури в умовах очисного забою. Підвищення складності розроблювальних систем тягне за собою ріст числа відмов. При цьому при розробці системи нового покоління, висувається вимога максимальної простоти і надійності реалізованих технічних засобів. Явним фактором, перешкоджаючим тривалому використанню САУ ПП являється обмеженість їх функціональних можливостей. Так, використання одноконтурних САУ ПП [4.] здійснюють лише управління плоско-паралельним переміщенням ріжучих органів комбайна, не дозволяє виробляти безперервне управління на значній довжині пласту по простяганню, оскільки в цьому випадку не представляється можливість відслідкувати природні зміни кута залягання вугільного пласту [2, 4]. Крім того, в цьому випадку виключається можливість проходження в автоматичному режимі ділянок з гірничо – геологічними порушеннями (ГПП). Теоретичне обґрунтування доцільності по розширенню функціональних можливостей будови систем автоматичного управління вугледобувними комбайнами частково дається в роботі одного із авторів [4 ], де вказується на ряд переваг за допомогою яких, є можливість створити унікальну систему автоматичного управління вугледобувними комбайнами.

У процесі управління ріжучим органом вугледобувного комбайна машиніст (оператор) орієнтується за зміною потужності пласта, наявності під нижнім ріжучим органом (РО) вугільної пачки або породи, оцінює подстибокку забійного конвеєра і нахил рештаків даного конвеєра. Візуально контролює наявність уступів на ґрунті пласта, факт появи і наявності гірничо - геологічних порушень. Очевидно, що автоматизація цих функцій, вимагає інтеграції в системі управління відповідної інформації, джерелом якої є набір необхідних датчиків. Необхідною умовою є також можливість автоматизації ручних операцій управління вугледобувним комбайном в профілі пласта.

У зв'язку з цим для заміни ручного управління комбайном в профілі пласта автоматичним, необхідно :

- Мати замкнутий розмірний ланцюг від породи ґрунту до кровлі пласта, яка може бути забезпечена датчиками контролю границі «порода – вугілля», як у «почві» пласта, так і кровлі;

Система повинна мати датчиками лінійних переміщень ріжучого органа відносно корпусу комбайна;

- Здійснювати корекцію кутового положення комбайна ,який випадковим чином може відхилитись від кута природного залягання вугільного пласта по простяганню;

- Автоматично обмежувати висоту сходинки на «ґрунті» пласта, забезпечуючи безперешкодно засувку забійного конвеєра на нову «машинну дорогу»;

- передбачити можливість проходу за заданою програмою ділянок з гірничо - геологічними порушеннями;

- Забезпечити прийнятну точність спостереження ріжучими органами за профілем «почви» пласта в стаціонарному режимі управління.

З точки зору функціонування механізованого комплексу, система управління в профілі пласта повинна відповідати наступним вимогам, котрі ранжовані за важливістю:

1. Формувати рельєф ґрунту пласта, прийнятний для механізованого пересування забійного конвеєра в напрямку посування забою з урахуванням всіх обмежень, що накладаються допустимими кутами перекосу рештаків і величиною сходинок на «почві» пласта;

2. Здійснювати виїмку вугільного пласта такої потужності, при якій безперешкодно відбувається пересування секцій кріплення комплексу незалежно від гірничо - геологічних умов;

3. Формувати рельєф покрівлі, що забезпечує максимальну площу контакта з верхняками секції кріплення;

4. Забезпечувати прийнятну точність спостереження ріжучого органу за профілем «почви» і «кровлі» пласта при спокійній гипсометрії вугільного пласта.

Перше найбільш важлива вимога, обумовлено конструктивними параметрами забійного конвеєра і технологічними особливостями процесу пересування.

До конструктивних параметрів належать, перш за все, довжина і ширина конвеєра, а також максимально допустимі кути прогину між рештками по довжині забою до (+ - 30) і скручування в напрямку посування від 10 до 20.

Технологічні особливості полягають в тому, що висота сходинки на почві «нової» машинної дороги повинна вибиратися з урахуванням можливостей безперешкодного підйому рештаков забійного конвеєра при його пересуванні на штибовій подушці середньої величині. Нескладний розрахунок показує, що при довжині рештака 1,9 м, прийнятої для перспективних забійних конвеєрів, є величина підйому нижнього ріжучого органу, РВ, вугледобувного комбайна, щодо полки конвеєра, не повинна перевищувати 30 мм на довжині рештака. Звідси випливає, що в систему автоматичного управління вугледобувними комбайнами в профілі пласта (САУ ПП) повинна надходитись інформація про шляхи проходження комбайном уздовж забою. Така інформація може бути отримана або за допомогою датчика шляху, або від датчика швидкості подачі. Обидва ці пристрої входять до складу розробленої НУО «Автоматгормаш» системи автоматичного управління комбайном типу «САУК М».[ 2, 5 ]

Число керуючих впливів на виході САУ ПП, тобто команд на зміну положення ріжучого органу по довжині рештака і величиною відпрацювання, повинні вибиратися виходячи з особливостей системи управління (типу датчик «порода - вугілля» ДПУ і місця його установки, виду обробки інформації - аналоговий або цифровий, характеристики гідродомкратів і інше.

З вищевикладеного випливає також, що для зменшення величини сходинки на почві пласта і забезпечення допустимого кута скручування рештаків, доцільно управляти положенням ріжучого органу шляхом нахилу комбайна щодо забійного борту конвеєра, причому величина кутового зміщення на довжині рештака не повинна перевищувати (10 20) мм.. Крім того, для компенсації постійного впливу підштибовки, під дією якої забійний конвеєр має тенденцію до «спливання» при пересуванні, може взагалі виявитися бажаним мати вихідний нахил на забій з кутом до  $10^0$ , при цьому кутові зубки ріжучого органу комбайна у грудях забою будуть розташовані нижче рівня конвеєра. Величина початкового нахилу вугледобувного комбайна повинна визначатися для конкретних комплексів в залежності від якості зачистки почви пласта. Виїмка пласта зазвичай проводиться або на повну потужність, або з залишенням запобіжної вугільної пачки в покрівлі або почви пласта, при появі гірничо - геологічних порушень, що зводяться до різного виду змін потужності вугільного пласта і його просторової орієнтації. Виникає необхідність певного обмеження ріжучих органів впливати на рельєф почви пласта, навіть якщо вплив і викликані справжнім станом границі розділу «порода - вугілля» в почві пласта або в кровлі вугільного пласта.

Дійсно, якщо, наприклад, потужність пласта змінилася в межах, що перевищують можливості раздвижки домкратів секцій кріплення, то виймаємою потужність вугільного пласта, слід обмежити незалежно від того, що при цьому буде мати місце залишення вугільної пачки.

При стоншування пласта система повинна забезпечувати мінімально необхідну для безперешкодного посування комплексу висоту захоплення ріжучого органу за рахунок присечки вмещаючих порід. Якщо нахил пласта в напрямку посування забою описується радіусом, меншим мінімального радіуса вписуємої комплексу (зазвичай 25 - 30 м), то відповідне управління кутом нахилу вугледобувного комбайна на кожному циклі повинно бути обмежено так, щоб при посування комплексу витримувався допустимий радіус кривизни вугільного пласта..

Ці обмеження можуть бути введені за допомогою, наприклад, звичайних кінцевих вимикачів максимально і мінімально допустимої висоти захоплення ріжучого органу, максимального кута нахилу комбайна, максимально допустимої висоти нижнього ріжучого органу і т. п.

Сукупність цих обмежень утворюють жорстку внутрішню програму, закладену в регулятор і автоматично вступає в дію при наявності гірничо - геологічних порушень.

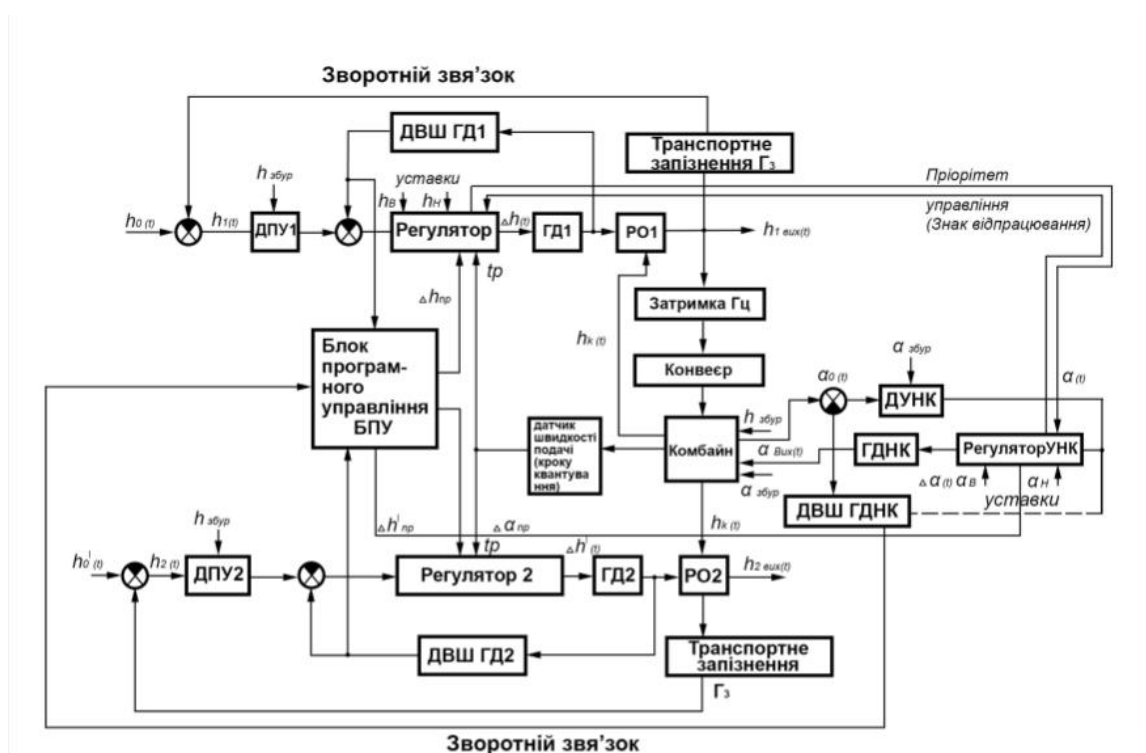
Основою для аналізу характеристик, опису основних елементів і параметрів системи управління, необхідно для подальшого вивчення шляхом математичного моделювання процесу управління в профілі пласта, є узагальнена структурна схема, що відпрацьовує всі елементи і взаємодії САУ ПП і прийнятий спосіб управління, наведена в [ 4 ].

Дана структурна схема складена з урахуванням окремих функціональних блоків САУ ПП (рис. 1) і містить три гілки управління:

- По почві пласта (регулятор);
- По кровлі пласта (регулятор);
- Кутом нахилу комбайна (УНК).

Крім того, є блок програмного управління, що здійснює автоматичне вожіння в ситуаціях з гірничо - геологічними порушеннями. [ 4 ]

Вихідна дія, яка утворюється на виході системи підсумовуючи в часі з вихідними сигналами різних контурів управління, які аналізуються датчиком контролю «порода - вугілля» ДПВ, як по контуру що управляє верхнім ріжучим органом, так і нижнім ріжучим органом. Це дає можливість проводити апроксимацію в засобах управління цілою системою



**Рисунок 1. Блок схема автоматичного управління вуглевидобувним комбайном, яка охоплює усі вимоги щодо якості розбудованої системи**

Висновки.

На основі проведенного аналізу серед існуючої і перспективної техніці, що розробляється для видобування вугілля в умовах складних гірничо – геологічних порушень, було рекомендовано:

1. Впровадити надійні пристрій, які могли би контролювати границю поділу між «породою» та вугіллям.
2. Сосередити увагу на використанні в наступному впровадженні більш раціональних методів контролю таких, як радіоакційний метод контролю товщини вугільного прошарку. Що дає можливість побудувати слідувачу підсистему.
3. В сучасних системах управління необхідно враховувати можливість контролювати нахил комбайну.

1. Каганюк О.К. (2015) «Рівняння некерowanego руху вуглевидобувних машин» Каганюк О.К. Науковий журнал «Комп'ютерно – інтегровані технології. Освіта, наука, виробництво» Луцьк 2015, випуск №18, с. 121 – 126

2. Каганюк О.К. (2017) «Аналіз систем автоматичного керування вугільно – добувними комбайнами в складних гірничо – геологічних умовах» Каганюк О.К. Науковий журнал «Комп'ютерно – інтегровані технології. Освіта, наука, виробництво» Луцьк 2017, випуск №26, с. 188 – 193
3. Каганюк О.К. (2013) «Використання алгоритмів для дослідження рухомих об'єктів». Каганюк О.К., Шолом П.С. Науковий журнал «Комп'ютерно – інтегровані технології. Освіта, наука, виробництво» Луцьк 2013, випуск №12, с. 107 – 110.
4. Каганюк А.К. Исследование и разработка двухконтурной системы автоматического управления в профиле пласта угледобывающими комбайнами, работающими со става конвейера: Дис. На соиск. учен. Степ. канд. техн. наук/ МГИ., М., 1984. – 219с.
5. Kahanyuk O.K., Polishchuk M.M., Bortnyk K.Y., Kostyuchko S.M. Analysis of reasoning of the basic parameters of control of coal mining combines in the seam profile / Advances of Science: Proceedings of articles the international scientific conference. Czech Republic, Karlovy Vary – Ukraine, Kyiv, 13 April 2018 [Electronic resource] / Editors prof. L.N. Katjuhin, I.A. Salov, I.S. Danilova, N.S. Burina. – Electron. txt. d. – Czech Republic, Karlovy Vary: Skleněný Můstek – Ukraine, Kyiv: MCNIP, 2018. – P. 30-37.
6. Каганюк О.К., Поліщук М.М., Самарчук В.Ф., Гринюк С.В. Конструктивні особливості вугільно видобувних машин та комплексів і їх класифікація як об'єктів автоматичного управління в площині вугільного пласта // Науковий журнал “Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво” – Луцьк: Видавництво ЛНТУ. – Вип. 32. – 2018. – С. 53-64 (1.375 др.арк.) (*IndexCopernicus*)
7. Каганюк О.К., Поліщук М.М., Гринюк С.В. Обоснование основных параметров системы автоматического управления угледобывающими комбайнами в профиле пласта// О.К. Каганюк, М.М. Поліщук, С.В. Гринюк // Міжнародний науковий журнал «ОСВІТА І НАУКА»/ ред. кол.: Т.Д. Щербан (гол. ред.). - Мукачєво-Ченстохова: РВВ МДУ; Академія ім. Я. Длугоша, 2018.- Вип. 2(25).- С.37-46
8. А.С. №1270321 (СССР) Система автоматического управления комбайном в профиле пласта. / «НПО Автоматгормаш»: Каганюк А.К., Евстафьев Д.И. и др. Приоритет изобретения 01.04.85г. № 3875725; Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 15.07 1986г.
9. А.С. № 1270323 (СССР) Способ автоматического управления очистным комбайном по гипсометрии пласта и система для его осуществления Каганюк А.К., Евстафьев Д.И. и др. Приоритет изобретения 22.04.85г. № 3908263; Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 15.07 1986г.
10. Core H/R/ Philosophy and future developments of ROLF. – The Mining Engineering 1965g/ V/125, №62.
11. Патент. 1.187.374(Анг.). Improvements in underframe for cool cutting machines/ L.I. Madden. Заявлено 08.04.70.кл. E21c.