



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **74583** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
G05D 9/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 01243	(72) Винахідник(и): Крутов Георгій Вікторович (UA), Осадчук Юрій Григорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.02.2012	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ", вул. XXII Партз'їзду, 11, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50027 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.11.2012	(74) Представник: Кривенко Юрій Юрійович, реєстр. №255
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.11.2012, Бюл.№ 21	

(54) СПОСІБ УПРАВЛІННЯ БАГАТОСТУПІНЧАТИМ ВОДОВІДЛИВОМ ШАХТ

(57) Реферат:

Спосіб управління багатоступінчатим водовідливом шахт полягає в тому, що в моменти часу міжпикового періоду вимірюють об'єм води в регульованій частині водозбірника і час, що залишився до початку наступного періоду максимуму енергосистеми, визначають їх відношення. Прогнозують природні водоприпливи в водозбірники нижнього і проміжних ступенів, задають крок дискретизації процесу регулювання, а також максимальні і мінімальні значення об'ємів води в регульованій частині водозбірників.

UA 74583 U

Корисна модель належить до управління водовідливними установками шахт в гірничорудній, вугільній та інших галузях з підземним способом видобутку корисних копалин.

Відомий спосіб управління водовідливними установками, який реалізується за допомогою апаратури автоматизації типу УАВ (Попов В.М. Рудничные водоотливные установки. 2-е изд., перераб. и доп. - М: Недра, 1983). Цей спосіб визначає моменти включення-відключення насосних агрегатів ступеня водовідливної установки при досягненні рівнем води в водозбірнику певних електродних датчиків, які розташовані на певних рівнях висоти водозбірника. Звичайна схема передбачає датчики нижнього, проміжного, верхнього і аварійного рівнів води. За даним способом передбачається включення певної визначеної кількості насосних агрегатів при досягненні рівнем води датчиків проміжного і верхнього рівнів. Решта насосів включаються на відкачку аварійного рівня води. При зменшенні об'єму води нижче датчика нижнього рівня всі насосні агрегати відключаються.

Недоліком цього способу є те, що він не забезпечує позапікове споживання електроенергії водовідливними установками, враховуючи існуючу диференціацію енерготарифів для часів максимуму енергосистеми (максимальний тариф) і міжпікового періоду (мінімальний тариф). Включення-відключення насосних агрегатів ніяк не пов'язано з астрономічним часом періодів максимуму і міжпікових, відносно яких застосовуються диференційовані тарифи енергоспоживання. Це призводить до завищення енерговитрат експлуатації водовідливних установок.

Найбільш близьким за змістом до заявленої корисної моделі є спосіб управління водовідливною установкою [А. с. СРСР № 1004988 кл. G05D 9/12], який полягає в тому, що в моменти часу міжпікового періоду вимірюють об'єм води в регульованій частині водозбірника і час, що залишився до початку наступного періоду максимуму енергосистеми, визначають їх відношення і порівнюють з заданим, а продуктивність установки регулюють шляхом включення (відключення) насосних агрегатів при відхиленні відношення вимірюваних величин від заданого над встановлений допуск.

Недоліком відомого способу є завищена потреба у встановленій потужності, а також зменшення терміну служби обладнання насосних агрегатів, пов'язане з тим, що за даним способом не враховується прогноз надходження води в водозбірник. Внаслідок цього для проміжних ступенів водовідливу, де природні водопрпливи, що надходять до проміжного водозбірника, значно менші за обсяги надходження води в цей водозбірник від насосів нижнього ступеня, маємо ефект, коли накопичення води в водозбірнику до початку міжпікового періоду незначне (насосні агрегати нижнього ступеня в передуючий піковий період не включались або працювали мінімально). За цих умов, згідно з відомим способом, насосні агрегати проміжного ступеня на початку міжпікового періоду включатися не будуть до того моменту, поки водозбірник не заповниться до обсягу, відповідного верхньому допуску для даного моменту часу, що призводить до втрати часу роботи в міжпіковий період, а відтак - до недовикористання наявних потужностей, завищенню потреби установки в насосних агрегатах. Крім того, при відхиленнях за межі встановленого допуску швидкості заповнення водозбірника, які можуть спричинитися тимчасовою зміною режиму роботи нижнього ступеня або випадковою тимчасовою зміною природного водопрпливу, за відомим способом управління зміниться продуктивність ступеня, що збільшить частоту включення-відключення агрегатів, а відтак буде зменшуватися їх термін служби.

Задачею корисної моделі є удосконалення способу управління шахтним водовідливом за рахунок прогнозування природних водопрпливів в водозбірники, а також синхронізації режимів роботи окремих ступенів багатоступінчатого шахтного водовідливу шляхом введення в критерій визначення розрахункових параметрів діаграм прогнозних значень водопрпливу і очікуваних обсягів надходження води від насосів нижніх ступенів.

Технічний результат від використання корисної моделі полягає в тому, що за заявленим способом мінімізується кількість переключень в схемі роботи водовідливної установки, що сприяє збільшенню терміну служби обладнання, а також забезпечується більш ефективно використання наявних потужностей насосних агрегатів завдяки прогнозу водопрпливу і координації режимів роботи різних ступенів водовідливу.

Поставлена задача вирішується тим, що в моменти часу міжпікового періоду вимірюють об'єм води в регульованій частині водозбірника і час, що залишився до початку наступного періоду максимуму енергосистеми, визначають їх відношення, згідно з корисною моделлю, прогнозують природні водопрпливи в водозбірники нижнього і проміжних ступенів, задають крок дискретизації процесу регулювання, а також максимальні і мінімальні значення об'ємів води в регульованій частині водозбірників, одиничні продуктивності насосних агрегатів і параметр зони нечутливості і визначають умовну продуктивність кожного ступеня водовідливу,

яка дорівнює сумі прогнозного природного водоприпливу, відношення об'єму води в регульованій частині водозбірника до часу, що залишився до кінця поточного періоду максимуму енергосистеми і умовній продуктивності нижнього ступеня, а режим роботи ступеня задають на підставі умовно-потрібної кількості включених насосних агрегатів, яка дорівнює відношенню умовної продуктивності ступеня до одиничної продуктивності насосних агрегатів ступеня, при цьому на початку кожного періоду для кожного ступеня водовідливу визначають параметри оптимальної діаграми цього періоду, що складається із часу роботи більшої розрахункової кількості агрегатів, яка дорівнює більшому цілому умовно-потрібної кількості і часу роботи меншої розрахункової кількості агрегатів, яка дорівнює меншому цілому умовно-потрібної кількості, одночасно термін роботи більшої розрахункової кількості насосних агрегатів визначають як добуток загального часу поточного періоду на дробову частину умовно-потрібної кількості, а термін роботи меншої розрахункової кількості - як різницю між загальним часом поточного періоду і терміном роботи більшої розрахункової кількості насосних агрегатів, а режим роботи кожного ступеня регулюють шляхом включення-відключення насосних агрегатів в моменти часу, відповідні вибраному кроку дискретизації процесу регулювання, причому на початку поточного періоду включають більшу розрахункову кількість насосних агрегатів і на кожному кроці регулювання порівнюють поточний час від початку поточного періоду із потрібним розрахунковим часом переключення, який визначають рівним терміну роботи більшої розрахункової кількості насосних агрегатів, якщо в попередні часи поточного періоду кількість включених агрегатів не зменшувалася, і при досягненні поточним часом в межах поточного періоду цього значення розрахункового часу переключення, залишають включеними меншу розрахункову кількість агрегатів, а якщо в попередні часи поточного періоду відбулося зменшення кількості включених насосних агрегатів, то розрахунковий час переключення визначають як суму часу роботи меншої розрахункової кількості агрегатів і часу, що пройшов від початку поточного періоду до зменшення кількості включених агрегатів, і при досягненні часом в межах поточного періоду цього розрахункового часу переключення, залишають включеними більшу розрахункову кількість насосних агрегатів, крім того, при наближенні до кінця поточного періоду, а саме після досягнення часом в межах поточного періоду значення добутку загального часу поточного періоду на параметр нечутливості, переключень в схемі роботи насосних агрегатів до кінця поточного періоду не здійснюють, крім випадків зменшення об'єму води в регульованій частині водозбірника нижче заданого мінімального значення - відключають один насосний агрегат, а при досягненні заданого максимального значення включають додатково один насосний агрегат, а при роботі в періоді максимуму енергосистеми умовну продуктивність ступеня розраховують як суму прогнозного водоприпливу і відношення різниці між об'ємом води в регульованій частині водозбірника і заданим максимальним значенням об'єму до часу, що залишився до кінця поточного періоду максимуму енергосистеми, причому якщо умовно-потрібна кількість включених агрегатів є від'ємним значенням, то кількість включених насосних агрегатів вибирають рівною нулю.

Заявлена корисна модель ілюструється схемами, де на фіг. 1 показано блок-схему способу управління, а на фіг. 2 - діаграми роботи насосних агрегатів ступеня водовідливу.

Спосіб управління багатоступінчастим водовідливом шахт реалізується наступним чином.

Блок-схема складається із двох укрупнених блоків: блок 1 - технологічна схема багатоступінчатого водовідливу (ТС), блок 2 - система управління (СУ). Кожен із перелічених укрупнених блоків містить внутрішні блоки.

Блок 1 (ТС) складається із трьох блоків 3, 4 і 5, які представляють відповідно нижній, I-й проміжний і II-й проміжний ступені шахтного водовідливу. Відкачування води відбувається за допомогою насосних агрегатів на кожному ступені водовідливу, загальна кількість яких визначається на основі норм технологічного проектування і вибирається з урахуванням необхідного резерву і можливого ремонту агрегатів. Насосні агрегати відкачують воду із водозбірника нижнього за схемою ступеня до проміжного (наступного за схемою) ступеня водовідливу. Насосні агрегати останнього за схемою (II-го проміжного ступеня) відкачують воду на поверхню. Водозбірники кожного ступеня акумулюють воду, що дрениється в гірничих виробітках, розташованих вище рівня водозбірника (природний водоприплив). В умовах експлуатації шахт, як правило, максимальний природний водоприплив надходить до водозбірника нижнього ступеня. До водозбірників проміжних ступенів надходить вода від перекачування насосними агрегатами попереднього за схемою ступеня, яка разом із природним водоприпливом відкачується в водозбірник верхнього ступеня або на поверхню.

Блок 2 (СУ) містить три блоки 6, 7 і 8. Блоки 6, 7 і 8 являють собою I-й, II-й і III-й блоки управління, які керують роботою нижнього, I-го проміжного і II-го проміжного ступеню водовідливу відповідно.

Всі блоки управління (6, 7 і 8) є однотипними і мають по два інформаційних входи (1-й і 2-й номери) і по два інформаційних виходи (3-й і 4-й номери кожного блока). На 1-й вхід кожного блока управління (6, 7 і 8) надходить інформація про прогнозний об'єм води, що надійде з попереднього за схемою ступеня водовідливу впродовж поточного періоду. На блок 6 (блок управління нижнього ступеня) по входу 1 надходить нульовий сигнал. По 2-му входу кожного блока управління (6, 7 і 8) надходить інформація про фактичний об'єм води в водозбірнику відповідного ступеня водовідливу. По 3-му інформаційному виходу кожного блока управління (6, 7 і 8) відбувається управління роботою насосних агрегатів ступеня: включення або відключення агрегатів здійснюється у визначені кроком дискретизації моменти часу за умов відповідності (невідповідності) фактичної кількості включених насосних агрегатів в поточний момент часу визначений в блоці управління (6, 7 або 8) заданий кількості. В блоках управління 6 і 7 4-ий інформаційний вихід, зв'язаний з 1-им входом наступного за схемою водовідливу блока управління (відповідно блоки 7 і 8), здійснює передачу інформації про прогнозні об'єми відкачування води до водозбірника наступного ступеня. По 4-му інформаційному виходу блока 8 здійснюється передача інформації про прогнозні об'єми відкачування води на поверхню до інформаційної системи підприємства вищого рівня. Крім того, система управління (блок 2) здійснює відлік астрономічного часу і забезпечує фіксацію часу початку кожного поточного періоду (максимуму енергосистеми або міжпікового), а також відлік часу з моменту початку цього поточного періоду.

Основним критерієм регулювання в міжпікові часи є максимально можливе відкачування води з водозбірників до початку періоду максимуму енергосистеми. Виходячи з цього, загальний об'єм води, який необхідно відкачати з водозбірника до початку періоду максимуму енергосистеми, має три складові:

$$V_{i \text{ відк.}} = q_i T_{\text{м.п.}} + V_{i \text{ факт.}} + V_{i-1 \text{ відк.}}$$

де q_i - природний водоприплив до водозбірника i -го ступеня;

$T_{\text{м.п.}}$ - тривалість міжпікового періоду;

$V_{i \text{ факт.}}$ - фактичний об'єм води, що знаходиться в водозбірнику на момент початку міжпікового періоду;

$V_{i-1 \text{ відк.}}$ - об'єм води, який надійде з $(i-1)$ -го (нижнього за схемою) ступеня водовідливу до початку періоду максимуму енергосистеми.

Тоді умовна (середня) продуктивність i -го ступеня Q_i повинна забезпечити відкачування цього об'єму води впродовж часу $T_{\text{м.п.}}$:

$$Q_i = V_{i \text{ відк.}} / T_{\text{м.п.}} = q_i + V_{i \text{ факт.}} / T_{\text{м.п.}} + Q_{i-1},$$

де Q_{i-1} - умовна продуктивність $(i-1)$ -го (попереднього за схемою) ступеня водовідливу.

Регулювання продуктивності відкачування води водовідливними установками здійснюється зазвичай шляхом включення-відключення насосних агрегатів. Таким чином з метою забезпечення умовної продуктивності впродовж поточного періоду будемо мати ступінчасту діаграму роботи насосів (діаграма 9 на фіг. 2), в якій умовна (середня за час $T_{\text{м.п.}}$) продуктивність забезпечується регулюванням часу роботи більшої і часу роботи меншої кількості включених насосних агрегатів в межах поточного періоду.

Якщо одинична продуктивність насосного агрегату i -го ступеня складає $P_{i \text{ од.}}$ то умовно-потрібна кількість насосних агрегатів, що забезпечить відкачування об'єму $V_{i \text{ відк.}}$, буде дорівнювати:

$$n_{i \text{ умовн.}} = Q_i / P_{i \text{ од.}}$$

Оптимальною діаграмою з точки зору мінімізації переключень агрегатів впродовж поточного періоду буде діаграма роботи (n_i+1) - більшої розрахункової кількості включених агрегатів і n_i - меншої розрахункової кількості включених агрегатів. Терміни ділянок діаграми з (n_i+1) та n_i включеними агрегатами можна визначити за умов забезпечення необхідної умовної продуктивності ступеня Q_i :

$$Q_i T_{\text{м.п.}} = P_{i \text{ од.}} (n_i+1) \Delta T_{i \text{ б}} + P_{i \text{ од.}} n_i \Delta T_{i \text{ м}};$$

де $\Delta T_{i \text{ б}}$ та $\Delta T_{i \text{ м}}$ - терміни роботи більшої розрахункової кількості (n_i+1) і меншої розрахункової кількості n_i включених насосних агрегатів відповідно.

Враховуючи, що в межах міжпікового періоду $\Delta T_{i \text{ б}} + \Delta T_{i \text{ м}} = T_{\text{м.п.}}$, для термінів ділянок діаграми будемо мати:

$$\Delta T_{i \text{ б}} = T_{\text{м.п.}} (Q_i / P_{i \text{ од.}} - n_i);$$

$$\Delta T_{i \text{ м}} = T_{\text{м.п.}} - \Delta T_{i \text{ б}} = T_{\text{м.п.}} (n_i+1 - Q_i / P_{i \text{ од.}}).$$

Вираз $(Q_i / P_{i \text{ од.}} - n_i)$ - є дробовою частиною умовно-потрібної кількості $n_{i \text{ умовн.}}$, оскільки $n_{i \text{ умовн.}} = Q_i / P_{i \text{ од.}}$ - не є цілим числом. Вирази в дужках не повинні бути від'ємними, оскільки за змістом $\Delta T_{i \text{ б}} > 0$; $\Delta T_{i \text{ м}} > 0$, а відтак

$$n_i < n_{i \text{ умовн.}} < (n_i+1).$$

З метою найбільш повного використання встановлених потужностей на початку міжпікового періоду включають більшу розрахункову кількість насосних агрегатів (n_i+1). Якщо впродовж часу $\Delta T_{i\delta}$ кількість включених насосних агрегатів не змінюється, то для дотримання умов діаграми в момент часу $t_{i\text{перекл.}}$ (по закінченні терміну $\Delta T_{i\delta}$ від початку міжпікового періоду), згідно з заявленим способом, система управління відключить один насосний агрегат, і до закінчення міжпікового періоду впродовж часу ΔT_{im} кількість включених насосних агрегатів дорівнює n_i . Така діаграма повинна забезпечити зменшення об'єму води в водозбірнику до мінімального значення перед початком періоду максимуму енергосистеми.

Система управління на кожному кроці дискретизації контролює фактичний об'єм води у водозбірнику, і якщо за випадкових технологічних умов фактичний об'єм $V_{i\text{факт.}}$ зменшиться до рівня мінімального значення ще до початку періоду максимуму, то система управління відключить один насосний агрегат. Якщо на наступному кроці умови мінімального об'єму зберігаються, то відключиться ще один насосний агрегат і т.д. Це не впливає на загальну кількість переключень в водовідливній установці, оскільки ці насосні агрегати за умов розрахункової діаграми були б також відключені з початком періоду максимуму енергосистеми.

Для проміжних ступенів водовідливу маємо технологічні умови, за яких надходження води до водозбірника не є рівномірним внаслідок ступінчатої діаграми роботи насосних агрегатів попереднього (нижнього) ступеня. За таких умов можливі випадки, коли ще до завершення часу $\Delta T_{i\delta}$ роботи більшої кількості (n_i+1) агрегатів об'єм в регульованій частині водозбірника зменшується до мінімального значення. Згідно з заявленим способом, в цей момент часу ($t_{i\text{прим.}}$) система управління відключить один насосний агрегат, тобто система примусово переходить до ділянки діаграми з n_i ключеними насосними агрегатами. З метою забезпечення необхідних обсягів відкачування води в міжпіковий період після «відпрацювання» ділянки діаграми з n_i включеними насосними агрегатами необхідно «доопрацювати» в межах поточного періоду з (n_i+1) включеними насосними агрегатами. Таким чином, згідно з заявленим способом, система управління визначає скоригований момент переключення $t_{i\text{перекл.}}^*$, який в межах поточного періоду дорівнює:

$$t_{i\text{перекл.}}^* = t_{i\text{прим.}} + \Delta T_{im}.$$

В цей момент система управління включає додатково один насосний агрегат і «доопрацьовує» діаграму в межах поточного періоду (діаграма 10 на фіг. 2).

В періоди максимуму енергосистеми основним критерієм регулювання є мінімізація енергоспоживання насосними агрегатами водовідливної установки, оскільки вартість електроенергії в ці часи є максимальною. Мінімізація енергоспоживання означає мінімально можливу продуктивність ступенів водовідливної установки в період максимуму енергосистеми. Враховуючи акумулюючи властивість водозбірника в період максимуму енергосистеми, водовідливна установка може бути або відключеною або працювати з мінімально необхідною продуктивністю, а отже і енергоспоживанням. Іншими словами, якщо очікуваний на кінець періоду максимуму енергосистеми об'єм води в водозбірнику не перевищує максимального значення $V_{i\text{макс.}}$ при відключених насосних агрегатах, то на початку періоду максимуму енергосистеми всі насосні агрегати відключаються. Якщо очікуваний об'єм води перевищує $V_{i\text{макс.}}$, то умовна продуктивність ступеня повинна забезпечити відкачування води в кількості, що перевищує $V_{i\text{макс.}}$.

$$V_{i\text{відк.}}^* = q_i T_n + V_{i\text{факт.}} - V_{i\text{макс.}} + V_{i-1\text{відк.}}^*;$$

де $V_{i\text{відк.}}^*$ - необхідний впродовж періоду максимуму енергосистеми об'єм відкачування води і-м ступенем водовідливу;

T_n - тривалість пікового періоду (максимуму енергосистеми). Необхідна мінімальна продуктивність і-го ступеню дорівнює:

$$Q_i^* = V_{i\text{відк.}}^* / T_n = q_i + (V_{i\text{факт.}} - V_{i\text{макс.}}) / T_n + Q_{i-1}^*.$$

Умовно-потрібна кількість насосних агрегатів впродовж пікового періоду складає:

$$n_{i\text{умовн.}}^* = Q_i^* / P_{i\text{од.}}$$

Якщо величина $n_{i\text{умовн.}}^*$ є від'ємною, то згідно з заявленим способом система управління відключить на початку періоду максимуму енергосистеми всі насосні агрегати, а якщо $n_{i\text{умовн.}}^* > 0$, то розрахунок і реалізація діаграми відкачування аналогічні алгоритму в міжпіковий період.

Якщо за випадкових технологічних умов фактичний об'єм $V_{i\text{факт.}}$ зросте до рівня максимального значення $V_{i\text{макс.}}$, то система управління, згідно з заявленим способом, включити додатково один насосний агрегат. Якщо на наступному кроці умови максимального об'єму зберігаються, то включиться ще один насосний агрегат і т.д. Це не впливає на загальну кількість переключень в водовідливній установці, оскільки ці насосні агрегати за умов реалізації розрахункової діаграми були б також включені з початком міжпікового періоду.

З метою запобігання можливих додаткових (холостих) переключень в схемі роботи агрегатів з наближенням до закінчення поточного періоду (максимуму енергосистеми або міжпікового періоду) заявленим способом управління передбачено зону нечутливості. При наближенні до кінця поточного періоду в визначеній зоні нечутливості умови «відпрацювання» розрахункової

5 діаграми анулюються і регулювання здійснюється на стабілізацію режиму відкачування, тобто якщо об'єм води в водозбірнику не виходить за межі визначених мінімального і максимального рівнів, то переключень в схемі роботи агрегатів не відбувається. Якщо ж в зоні нечутливості на певному кроці управління ці умови не витримуються, система управління буде включати або відключати на цьому кроці додатково один насосний агрегат, незалежно від параметрів

10 розрахункової діаграми. «Доопрацювання» в зоні нечутливості буде здійснюватись тією кількістю насосних агрегатів, яка була визначена в попередні кроки управління умовами мінімального та максимального об'ємів в водозбірнику або параметрами розрахункової діаграми поза зоною нечутливості. Такий підхід є прийнятним, оскільки регулювання циклів заповнення-відкачування води з водозбірників не потребує високої точності, а економія енерговитрат

15 досягається за рахунок цілеспрямованості регулювання в пікові та позапікові часи і визначається не стільки точністю регулювання, скільки співвідношенням параметрів водоприпливів, загальної ємності водозбірників, а також резервом продуктивності насосних агрегатів і тривалістю періодів максимуму енергосистеми.

Настроювання системи управління багатоступінчатим шахтним водовідливом здійснюється шляхом вибору параметрів управління, специфічних для конкретних технологічних умов: кроку дискретизації процесу управління, коефіцієнтів мінімального і максимального об'ємів в межах регульованої частини водозбірника (у відношенні до загальної ємності водозбірника), параметра нечутливості. Спосіб управління не є критичним до невеликих похибок визначення водоприпливів, одиничних продуктивностей агрегатів і виміру фактичного об'єму води в водозбірниках. Ці похибки можуть вплинути на точність регулювання, яка не має вирішального

25 значення ні з погляду технологічного процесу, ні для умов регулювання енерговитрат. А можливе накопичення похибки корегується, згідно з заявленим способом, зміною режиму роботи в залежності від моменту часу досягнення мінімального або максимального об'ємів води в межах регульованої частини водозбірника.

Визначена задача вирішується прогнозуванням надходження води в водозбірник як від природного водопритоку, так і від роботи насосних агрегатів нижнього ступеня і координацією роботи ступенів багатоступінчатого шахтного водовідливу, що дає можливість більш ефективного використання наявних потужностей насосних агрегатів. Умови переключень в схемах роботи насосних агрегатів по реалізації розрахункової діаграми, згідно з заявленим

35 способом, передбачають максимально можливу стабілізацію режиму роботи ступенів всередині визначених періодів (максимуму енергосистеми і міжпікових), тобто мінімальну кількість переключень, що підвищує термін служби обладнання насосних агрегатів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб управління багатоступінчатим водовідливом шахт, що полягає в тому, що в моменти часу міжпікового періоду вимірюють об'єм води в регульованій частині водозбірника і час, що залишився до початку наступного періоду максимуму енергосистеми, визначають їх відношення, який **відрізняється** тим, що прогнозують природні водоприпливи в водозбірники

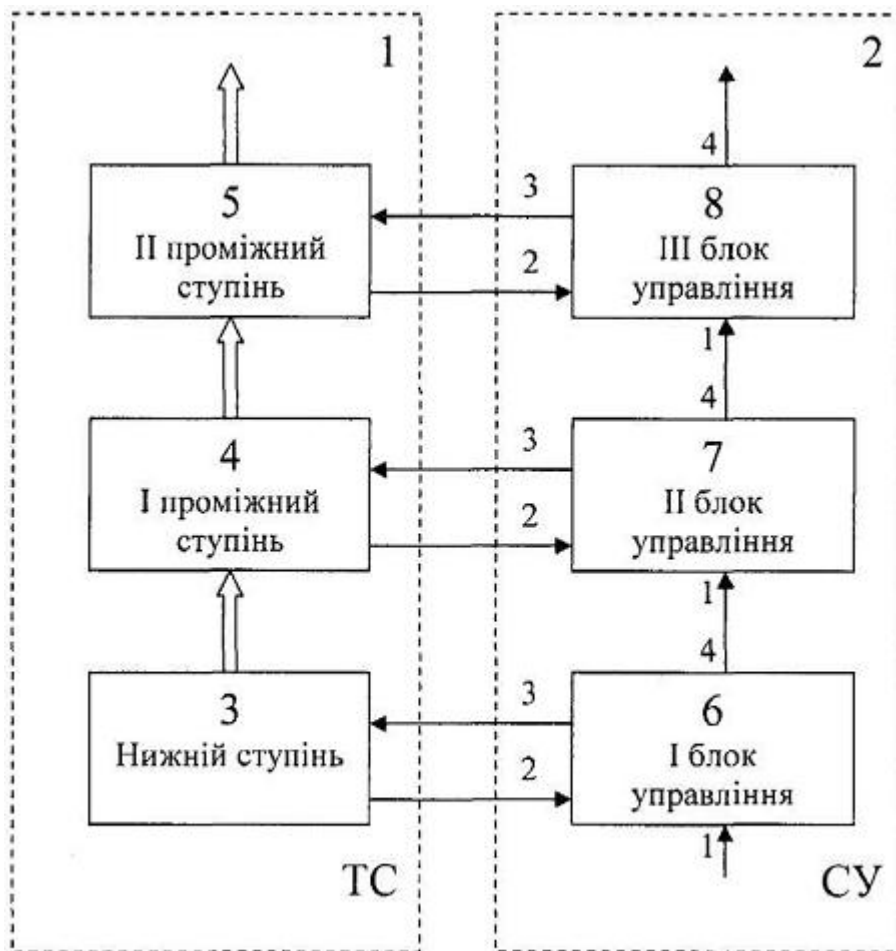
45 нижнього і проміжних ступенів, задають крок дискретизації процесу регулювання, а також максимальні і мінімальні значення об'ємів води в регульованій частині водозбірників, одиничні продуктивності насосних агрегатів і параметр зони нечутливості і визначають умовну продуктивність кожного ступеня водовідливу, яка дорівнює сумі прогнозного природного водоприпливу, відношення об'єму води в регульованій частині водозбірника до часу, що

50 залишився до кінця поточного періоду максимуму енергосистеми і умовній продуктивності нижнього ступеня, а режим роботи ступеня задають на підставі умовно-потрібної кількості включених насосних агрегатів, яка дорівнює відношенню умовної продуктивності ступеня до одиничної продуктивності насосних агрегатів ступеня, при цьому на початку кожного періоду для кожного ступеня водовідливу визначають параметри оптимальної діаграми цього періоду,

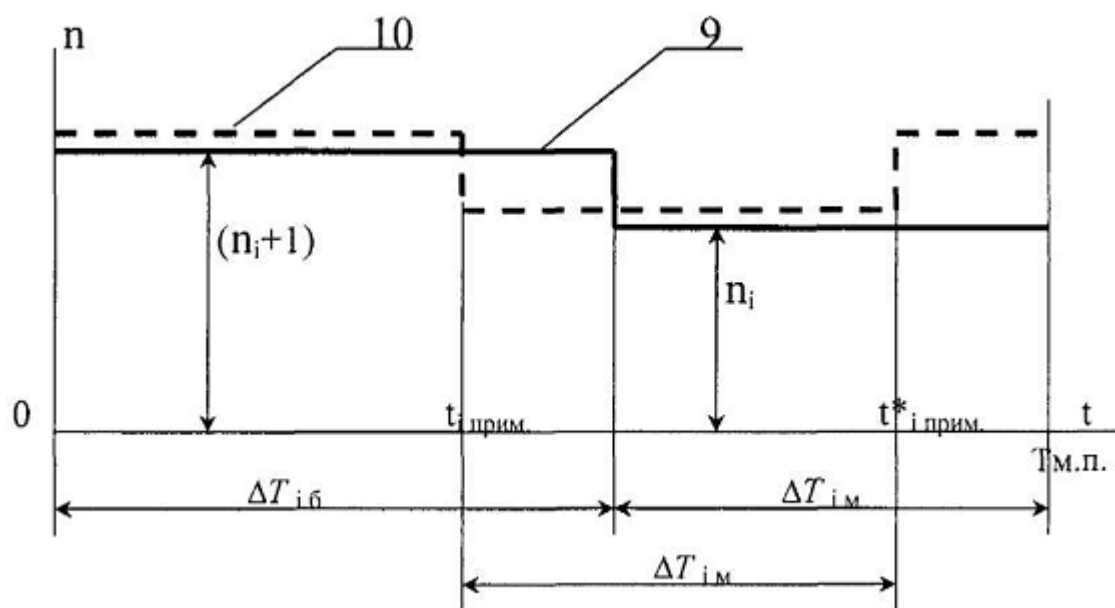
55 що складається із часу роботи більшої розрахункової кількості агрегатів, яка дорівнює більшому цілому умовно-потрібної кількості і часу роботи меншої розрахункової кількості агрегатів, яка дорівнює меншому цілому умовно-потрібної кількості, одночасно термін роботи більшої розрахункової кількості насосних агрегатів визначають як добуток загального часу поточного періоду на дробову частину умовно-потрібної кількості, а термін роботи меншої розрахункової

60 кількості - як різницю між загальним часом поточного періоду і терміном роботи більшої

розрахункової кількості насосних агрегатів, а режим роботи кожного ступеня регулюють шляхом включення-відключення насосних агрегатів в моменти часу, відповідні вибраному кроку дискретизації процесу регулювання, причому на початку поточного періоду включають більшу розрахункову кількість насосних агрегатів і на кожному кроці регулювання порівнюють поточний час від початку поточного періоду із потрібним розрахунковим часом переключення, який визначають рівним терміну роботи більшої розрахункової кількості насосних агрегатів, якщо в попередні часи поточного періоду кількість включених агрегатів не зменшувалася, і при досягненні поточним часом в межах поточного періоду цього значення розрахункового часу переключення, залишають включеними меншу розрахункову кількість агрегатів, а якщо в попередні часи поточного періоду відбулося зменшення кількості включених насосних агрегатів, то розрахунковий час переключення визначають як суму часу роботи меншої розрахункової кількості агрегатів і часу, що пройшов від початку поточного періоду до зменшення кількості включених агрегатів, і при досягненні часом в межах поточного періоду цього розрахункового часу переключення, залишають включеними більшу розрахункову кількість насосних агрегатів, крім того, при наблизенні до кінця поточного періоду, а саме після досягнення часом в межах поточного періоду значення добутку загального часу поточного періоду на параметр нечутливості, переключень в схемі роботи насосних агрегатів до кінця поточного періоду не здійснюють, крім випадків зменшення об'єму води в регульованій частині водозбірника нижче заданого мінімального значення - відключають один насосний агрегат, а при досягненні заданого максимального значення включають додатково один насосний агрегат, а при роботі в періоди максимуму енергосистеми умовну продуктивність ступеня розраховують як суму прогнозного водоприпливу і відношення різниці між об'ємом води в регульованій частині водозбірника і заданим максимальним значенням об'єму до часу, що залишився до кінця поточного періоду максимуму енергосистеми, причому якщо умовно-потрібна кількість включених агрегатів є від'ємним значенням, то кількість включених насосних агрегатів вибирають рівною нулю.



Фіг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601