

Find the width of the flexible wheel:

$$l \geq (1 \dots 1,25)D \quad (17)$$

References:

1. Konovaliuk D. M. Detali mashyn: pidruchnyk dlia studentiv vyshchych navchalnykh zakladiv mashynobudivnoho profilu / D. M. Konovaliuk, R. M. Kovalchuk // Kyiv: Kondor, 2021. – 582 p.: fig. i tabl. ISBN 966798222X.
2. Malashchenko V. O. Praktychne proektuvannia i konstruiuvannia detalei mashyn : navchalnyi posibnyk / V. O. Malashchenko, V. M. Strilets, M. M. Koziar, O. R. Strilets; Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy, Natsionalnyi universytet vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia // Rivne NUVHP, 2020. – 145 p.: fig. i tabl. ISBN 9789663274614.

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАСОСНОЇ ВОДОВІДЛИВНОЇ УСТАНОВКИ ЗАЛІЗОРУДНОЇ ШАХТИ

Власюк Валентин Павлович

аспірант, «Криворізький національний університет»

ORCID ID 0000-0003-3202-8967

Ціллю даної статті є: вивчення та дослідження можливостей модернізації діючої системи управління насосної водовідливної установки залізорудної шахти та оцінка подальшої можливості удосконалення алгоритмів плавного її регулювання у критичному режимі, а також перевірки коректності відпрацювання зовнішніх впливів у синтезованому регуляторі.

Вступ

Технічно – економічний розрахунок різноманітних варіантів електропостачання залізорудних шахт для підвищення їх енергоефективності. Для підвищення прогнозування рівнів енергоспоживання у гірничо – металургійній промисловості та керування режимами роботи у водовідливній установці шахти здійснюється за допомогою математичних методів моделювання у програмному середовищі Matlab Simulink. Розроблення нових сучасних й економічних систем керування критичним режимом насосної водовідливної установки залізорудної шахти є актуальним у сучасній гірничо – металургійній та електроенергетичній галузі промисловості.

Для приводного механізму у сучасних циркуляційних насосів використовуються асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором. Питання плавності подачі носів у водовідливній установці шахти необхідно ставити у відповідність з поточним тиском гідравлічної мережі для системи автоматичного управління.

Аналізуючи виконані на даний момент статті з даної тематики постає актуальна проблема створення автоматизованої системи управління насосною водовідливною установкою залізничної шахти, котра буде мати високу електроенергоефективність та підвищену точність її регулювання.

Безвідмовна та економічно вигідний режим роботи водовідливної установки залізничної шахти є можливою при застосуванні довершеної системи автоматики, яка знизить кількість аварійних відключень у декілька разів та забезпечить безперервний процес відкачування води – дозволивши знизити витрати ЕЕ (електроенергії) та скоротити амортизаційні витрати на обладнання, що є у складі водовідливної установки.

Для подальшого розгляду та модифікації водовідливної установки розглянемо її схему електропостачання зображену на рис. 1.

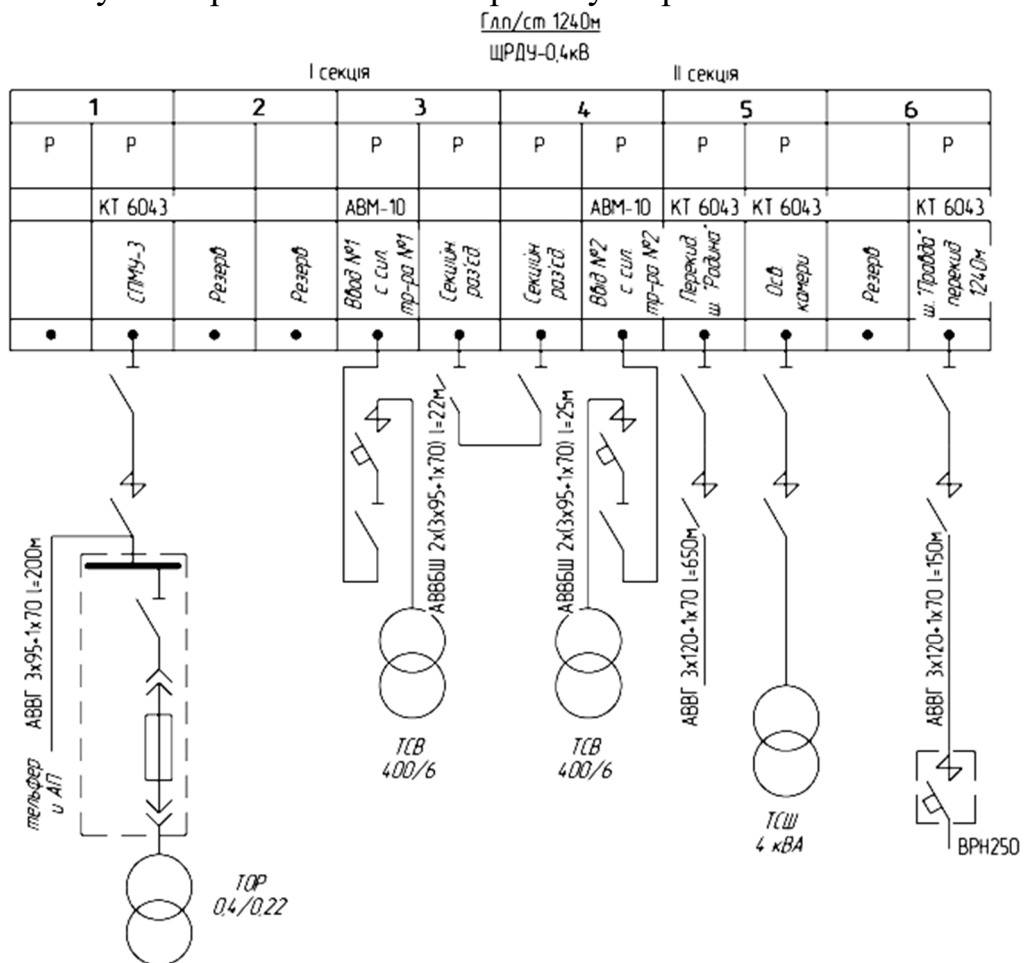


Рис. 1 «Схема електропостачання водовідливної установки на гор. 1240»

Для подальшого налаштування контурів регулювання попередньо оброблений масив даних для запису передатних функцій динамічних ланок для системи автоматичного регулювання.

Слід розділяти 2 різноманітних режими роботи перетворювача частоти: виконується підтримувати вхідної частоти та стабілізація зовнішнього параметру. Для сучасних ПЧ у даному випадку застосовують метод векторного керування насосною водовідливною установкою залізорудної шахти. При даному відбувається збільшення точності частотного регулювання, а також підтримка на певному рівні моменту на валу двигуна при низькій швидкості його обертання й забезпеченість стабілізації швидкості при сплесках навантаження. На перетворювач частоти подається сигнал завдання тиску. Система управління визначає дельту між дійсним і заданим значенням тиску і виробляє необхідний вихідний вплив (значення вихідної частоти) відповідно до заданого параметром закону регулювання. Як робочий параметр може також використовуватися витрата рідини, тиск, температура. Значення уставки встановлюється з пульта оператора, зовнішнього аналогового входу чи сукупністю сигналів дискретних виходах.



Рис. №1 «Використання ПІД – регулятора у системі керування насосною водовідливною установкою залізорудної шахти»

Основним показником якості регулювання є передатна функція. Для даної системи регулювання використовуємо налаштування на технічний оптимум.

Запишемо передатну функцію регулятора у наступному вигляді:

$$W_{рег}(p) = \frac{T_m \cdot T_H \cdot p^2 + T_H \cdot p + 1}{2 \cdot T_m \cdot K_{ПЧ} \cdot K_H \cdot K_{ДТ} \cdot p} \quad (1)$$

Із наведеної вище формули (1), дана ПФ є ПД – регулятором з розрахунковими коефіцієнтами підсилення.

Визначаємо коефіцієнти ПД – регулятора для формули (1):

$$K_{\Pi} = \frac{T_m}{2 \cdot K_{\text{ПЧ}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{нас}} \cdot K_{\text{ДН}}} = \frac{0.057}{2 \cdot 4 \cdot 3.14 \cdot 0.75 \cdot 0.197} = 0.015 \quad (2)$$

$$K_I = \frac{1}{2 \cdot T_{\mu} \cdot K_{\text{ПЧ}} \cdot K_{\text{нас}} \cdot K_{\text{ДН}}} = \frac{1}{2 \cdot 0.1 \cdot 4 \cdot 0.75 \cdot 0.197} = 8.621 \quad (3)$$

$$K_{\text{Д}} = \frac{T_m \cdot T_H}{2 \cdot T_{\mu} \cdot K_{\text{ПЧ}} \cdot K_{\text{нас}} \cdot K_{\text{ДН}}} = \frac{0.057 \cdot 0.029}{2 \cdot 0.1 \cdot 4 \cdot 0.75 \cdot 0.197} = 0.016 \quad (4)$$

де: K_{Π} , K_I та $K_{\text{Д}}$ - відповідно пропорційний, інтегральний та диференціальний коефіцієнти, які необхідні для побудови регулятора для системи регулювання тиску у середовищі Matlab Simulink.

Для побудови математичної моделі насосу для водовідливної установки залізорудної шахти та його трубопроводу розрахуємо значення фіктивного напору та опору гідравлічної мережі насосу за формулами (5) та (6):

$$S_{\Gamma} = \frac{H_1 - H_2}{Q_1^2 - Q_2^2} = \frac{225 - 180}{45^2 - 24.3^2} = 0.032 \quad (5)$$

$$H_{\phi} = H_1 + S_{\Gamma} Q_1^2 = 225 + 0.032 \cdot 45^2 = 290 \text{ м} \quad (6)$$

Графіки ККД та характеристик насосу водовідливної установки залізорудної шахти зображені на Рис. №2 та №3.

290
289.8
289.2
288.2
286.8
285
282.8
280.2
277.2
273.8
270
265.8
261.2
256.2
250.8

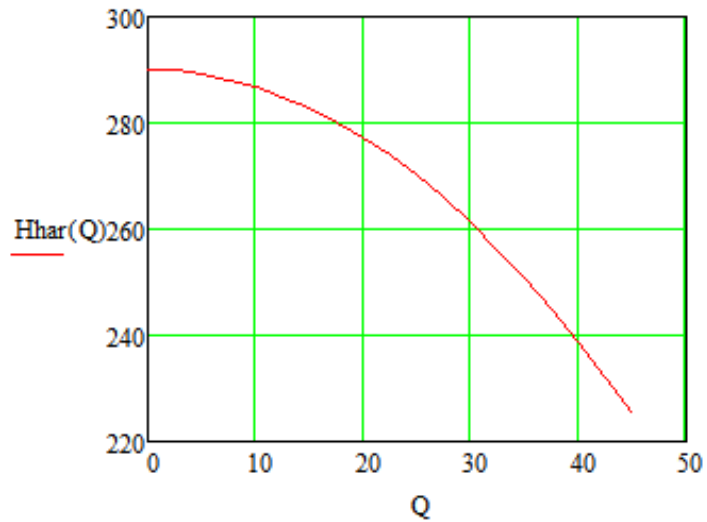


Рис. №2 «Номінальні характеристики насоса водовідливної установки залізорудної шахти»

$$\eta(Q) := Hf \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{nom}} \right)^2 - Sg \cdot Q^2$$

$\eta(Q) =$

82.489
82.289
81.689
80.689
79.289
77.489
75.289
72.689
69.689
66.289
62.489
58.289
53.689
48.689
43.289

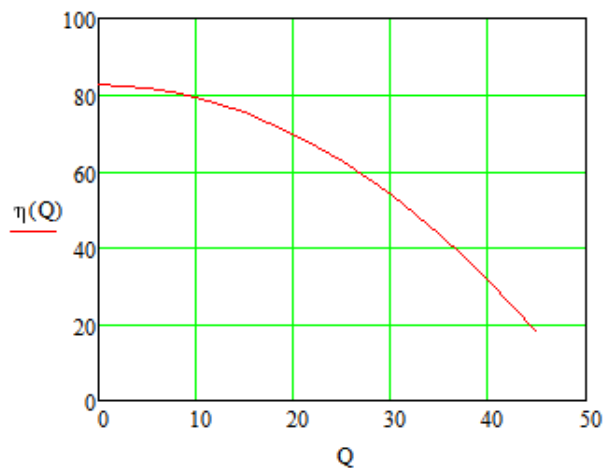


Рис. №3 «ККД насоса водовідливної установки залізорудної шахти»

В подальшому проведемо моделювання даної системи регулювання насоса водовідливної установки залізорудної шахти за допомогою програмного середовища Matlab Simulink (Рис. №4):

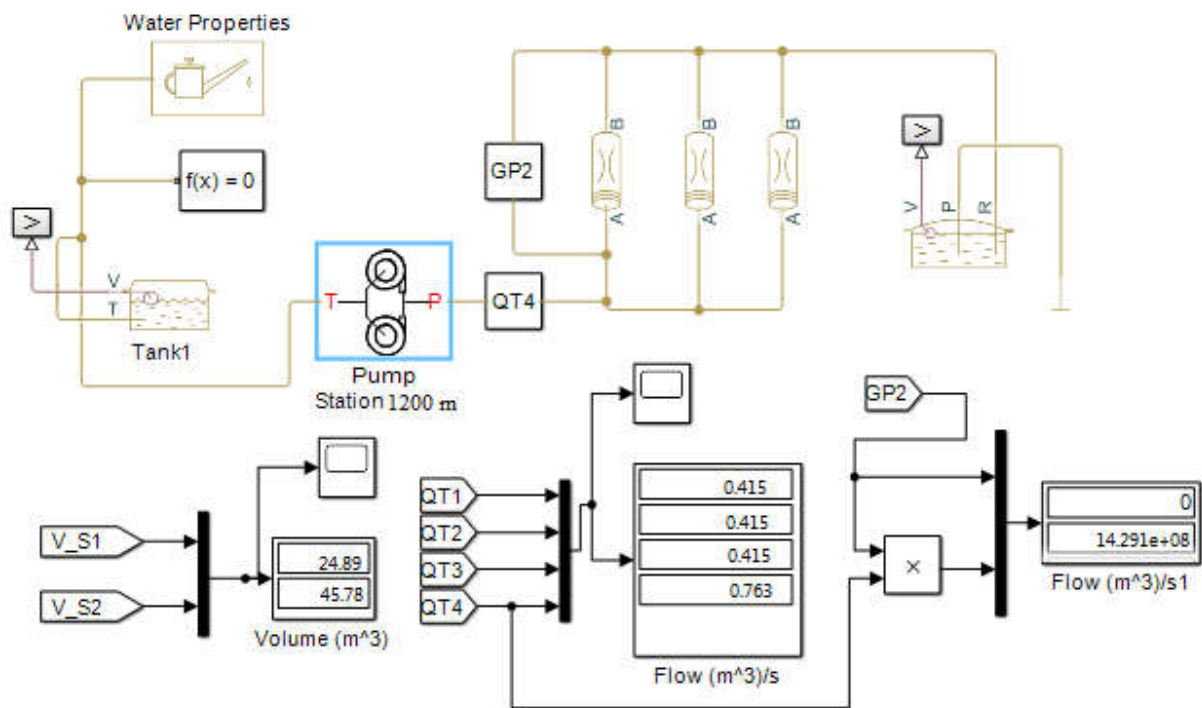


Рис. №4 «Схема моделі САК насосної водовідливної установки залізорудної шахти»

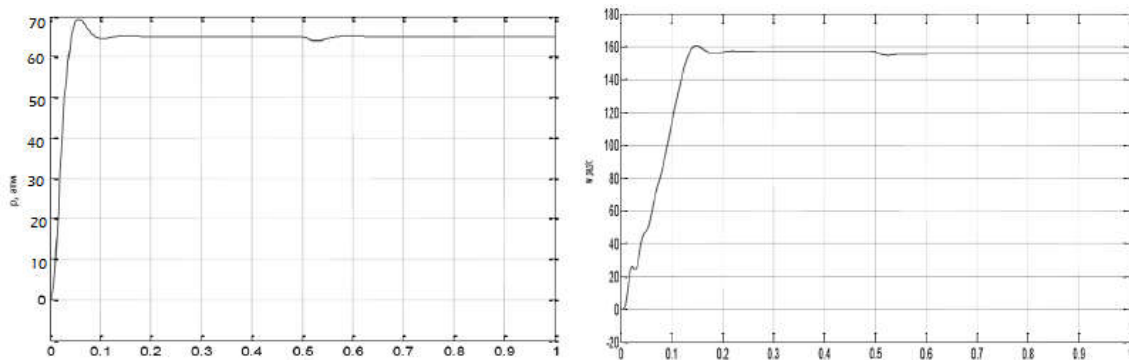


Рис. №5 «Графіки зміни тиску та швидкості при накиді навантаження на насос водовідливної установки залізорудної шахти»

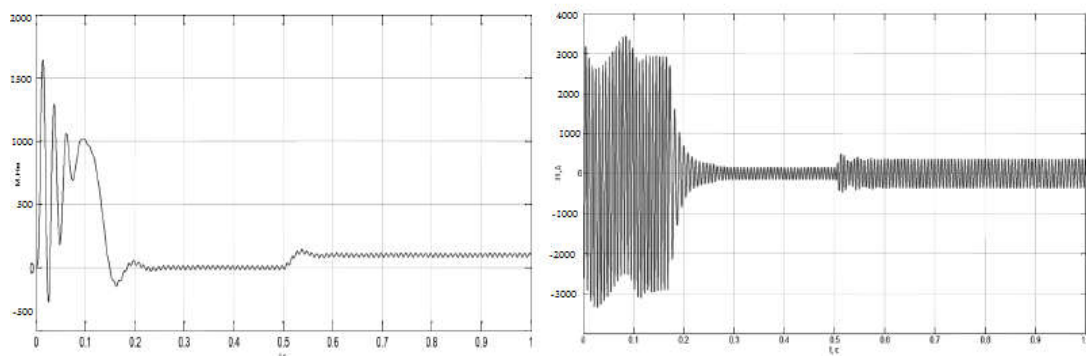


Рис. №6 «Графіки зміни моменту та струму фази при накиді

За отриманими результатами моделювання у програмному середовищі Matlab Simulink, дана модель достатньо швидко відпрацьовує заданий збурюючий вплив й повертається у нормальний стійкий стан, таким чином синтез ПД – регулятора та аналіз динамічних показників системи проведено вірно [1-5].

Висновки

Виконавши аналіз сучасних методик керування насосом водовідливної установки залізорудної шахти, було встановлено, що частотне керування може бути використано у системах водопостачання залізорудної шахти, так як при цьому забезпечується захист насоса водовідливної установки та плавне управління процесом відкачування зайвої води.

1. Для аналізованої системи управління насосами було складено математичну модель. Вона дозволяє досліджувати систему та визначити її ефективність до початку проектування.

2. При моделюванні у додатку MATLAB Simulink було проведено дослідження роботи насосів у критичних режимах, під час якого отримано графіки перехідних процесів у системі управління та перевірено правильність синтезу регулятора та динамічних показників системи.

3. Було зроблено синтезовану систему управління та фізично реалізовані датчики.

Список використаних джерел:

1. Combinative Control Method of Centrifugal Pump Based on Variable Frequency Drive and Auto Back Flow Control Valve / W. G. Zhang, W. D. Yang, F. X. Dou, L. J. Wang // Petrochemical Equipment. – 2016. – Vol. 45. – № 6. – P. 73-76. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7466.2016.06.016;
2. Ke, L. Modeling and Simulation of Variable Frequency Pump Control Fatigue Test Machine / L. Ke, Y.C. Liu // International Journal of Engineering, Transactions A: Basics. – 2016. – Vol. 29. – № 1. – P. 92-102. DOI: 10.5829/idosi.ije.2016.29.01a.13;
3. Theodoridis, D. C. A new adaptive neuro-fuzzy controller for trajectory tracking of robot manipulators / D. C. Theodoridis, Y. S. Boutalis, M. A. Christodoulou //

International Journal of Robotics and Automation. – 2011. – Vol. 26, № 1. – P. 64-75;

4. Masood, M. K. Review of anfis-based control of induction motors / M. K. Masood, W. P. Hew, N. A. Rahim // Journal of Intelligent and Fuzzy Systems. – 2012. – Vol. 23, № 4. – P. 143-158.

5. https://www.mathworks.com/solutions.html?s_tid=gn_sol

Науковий керівник: Сінчук Олег Миколайович, доктор технічних наук, професор, Криворізький національний університет

ОБГРУНТУВАННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ

Гришук Олег Анатолійович

судовий експерт відділу автотехнічних та криміналістичного дослідження транспортних засобів Вінницького НДЕКЦ МВС України

Характер визначення безпеки дорожнього руху є багатограним і багатofакторним, що призводить до такої ж кількості технологічних рішень. Всі особливості аналізу факторів, що визначають рівень безпеки дорожнього руху, розпочинається із взаємозв'язків матеріальних складових різного рівня якості в енергетичному агрегаті, елементами якого є автотранспорт, люди, дорожні умови та навколишнє середовище. Таким чином, існуючі технологічні розробки у сфері підвищення безпеки руху транспортних потоків не враховують повністю ці фактори. Лише при використанні об'єктивних показників оцінки існує інформаційна база для відповідного контролю впливу на різні частини дорожньої мережі [1, 2].

Якісний та кількісний аналіз відомих енергетичних характеристик руху показує, що характер кінематичних змін транспортного засобу відображається без урахування динаміки змін стану енергії руху, що свідчить про обмежену можливість об'єктивної оцінки безпеки руху. Якість заходів безпеки дорожнього руху, зокрема, відомий і найпоширеніший на практиці метод оцінки ймовірності дорожніх пригод відображається як коефіцієнта безпеки дорожнього руху та швидкості в окремих регіонах, проте він має