



УДК 681.511.46:681.515.622.24

**IMPROVEMENT OF THE MANAGEMENT SYSTEM SYNTHESIS
PROCESS****УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ****Zvarych H. / Зварич Г.Г.**

ORCID: 0000-0002-7866-542X

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,**Ivano-Frankivsk, Karpatskaya, 15,76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,**Івано-Франківськ, вул.Карпатська,15,76019*

Анотація. Розглядається питання підвищення експлуатаційної надійності систем управління складними об'єктами на основі аналізування параметричної стійкості на стадії технічного проектування системи. В основу аналізу параметричної стійкості покладено характеристичне рівняння системи. Запропоновано новий підхід до процесу синтезу систем управління, що ґрунтується на додатковому аналізі параметричної стійкості системи з урахуванням змін коефіцієнтів характеристичного рівняння системи в умовах експлуатації.

Ключові слова: система управління, параметрична стійкість, складний об'єкт, синтез системи управління.

Вступ.

У сучасних умовах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій управління зростає роль достовірності і надійності комп'ютерних обчислень стійкості системи управління не тільки на стадії проектування, але й під час експлуатації з урахуванням обмеженої точності вихідних даних. Вирішення цієї проблеми може надати потужний поштовх для підвищення стійкості систем управління, що експлуатуються багато років на виробництві. Це важливо для нафтогазових компаній України, які експлуатують надзвичайно складні автоматизовані установки для буріння свердловин, видобування нафти і газу, транспортування вуглеводнів і їх переробки.

Аналіз основних досліджень і публікацій.

Методи вибору регуляторів та аналізу стійкості системи управління розглядаються як невід'ємна складова процесу синтезу системи управління, що є унікальним прикладом технічного проектування [1÷7 та ін.]. Метою такого проектування є визначення конфігурації системи вимог, які вона повинна задовольняти та завдання основних параметрів, що задовольняють певним вимогам [4]. Проте, не приділялося достатньо уваги аналізуванню параметричної стійкості систем управління. Це призводить до аварій і катастроф під час експлуатації складних об'єктів керування [1,2]. Вперше такі аварії були зафіксовані наприкінці минулого століття – аварії з пасажирськими літаками, аеробусами [2], великими спортивними спорудами, мостами [1,2] та іншими об'єктами. Це означає, що при неминучих малих «дрейфах» параметрів об'єкта, давачів або виконавчих механізмів у ході експлуатації система може у будь-який час втратити стійкість і стати причиною аварії.

Відзначимо, що випробування виготовленої системи малих запасів стійкості виявити не можуть. Величину запасу стійкості можна встановити



лише розрахунком [2]. Ще 1991 року [2] була доведена неповнота традиційних методів розрахунку параметричної стійкості і величини запасу стійкості систем. Особливо це стосується систем управління бурінням свердловин, коли параметри об'єкта керування у процесі поглиблення свердловин змінюються незалежно від параметрів регулятора [5,6,7], оскільки це різні технічні пристрої. Однак дослідженню цього питання не приділялося достатньої уваги. Це призводить до створення передаварійних ситуацій та ускладнень у процесі буріння, що спричинює кількісні та якісні втрати.

Метою статті є підвищення експлуатаційної надійності систем управління бурінням свердловин на основі використання додаткових розрахунків параметричної стійкості систем під час їх технічного проектування.

Основні результати дослідження.

Результати буріння свердловин значною мірою залежать від того, наскільки надійно функціонує система управління, склад якої наведено на рисунку 1.

Для системи з такою формальною моделлю можна побудувати необмежену кількість змістовних моделей, залежно від цілей моделювання та рівня знань того, хто будує модель.

Деякі питання динаміки системи можна спрощено продемонструвати, якщо представити модель системи у вигляді оператора, який перетворює вхідні величини $x(t)$ у вихідні $y(t)$

$$y(t) = A[x(t)],$$

де A – оператор системи, який діє на вхідну величину $x(t)$.

Величина $x(t)$ може розглядатись, як одна одновимірна величина бо як вектор, тобто сукупність величин

$$x_1(t), x_2(t), x_3(t) \dots x_i(t).$$

Це ж відноситься і до вихідної величини $y(t)$, яка залежить тільки від значення вхідної величини в кожний момент часу t .

Більш складно є залежність

$$y(t) = A[x(t), m],$$

Яка описує дещо складнішу стаціонарну систему, вихідна величина якої залежить не тільки від вхідної, але й від параметра системи m .

Рівняння $y(t) = A[x(t), m(t)]$ описує нестационарну систему, вихідна величина якої залежить від вхідної $x(t)$ і вихідного параметра системи $m(t)$, який змінюється протягом часу.

Рівняння більш складної динамічної системи можна записати так

$$y(t) = A[x(t, t - \Delta t), m(t)].$$

Це нестационарна інерційна система (система з пам'яттю), в якій вихідна величина залежить від вхідної величини не тільки в даний час, але і від попередніх значень. Коефіцієнти m математичної моделі знаходяться всередині інтервалу $m_i(1 \pm d_i)$, тобто

$$m_i(1 - d_i) \leq \bar{m}_i \leq m_i(1 + d_i),$$

де m_i – номінальні значення коефіцієнтів, що прийняті при розрахунках,

d_i – числа, які є меншими одиниці $d_i < 1$.



Склад автоматизованої системи управління технологічним процесом буріння свердловин на вуглеводні

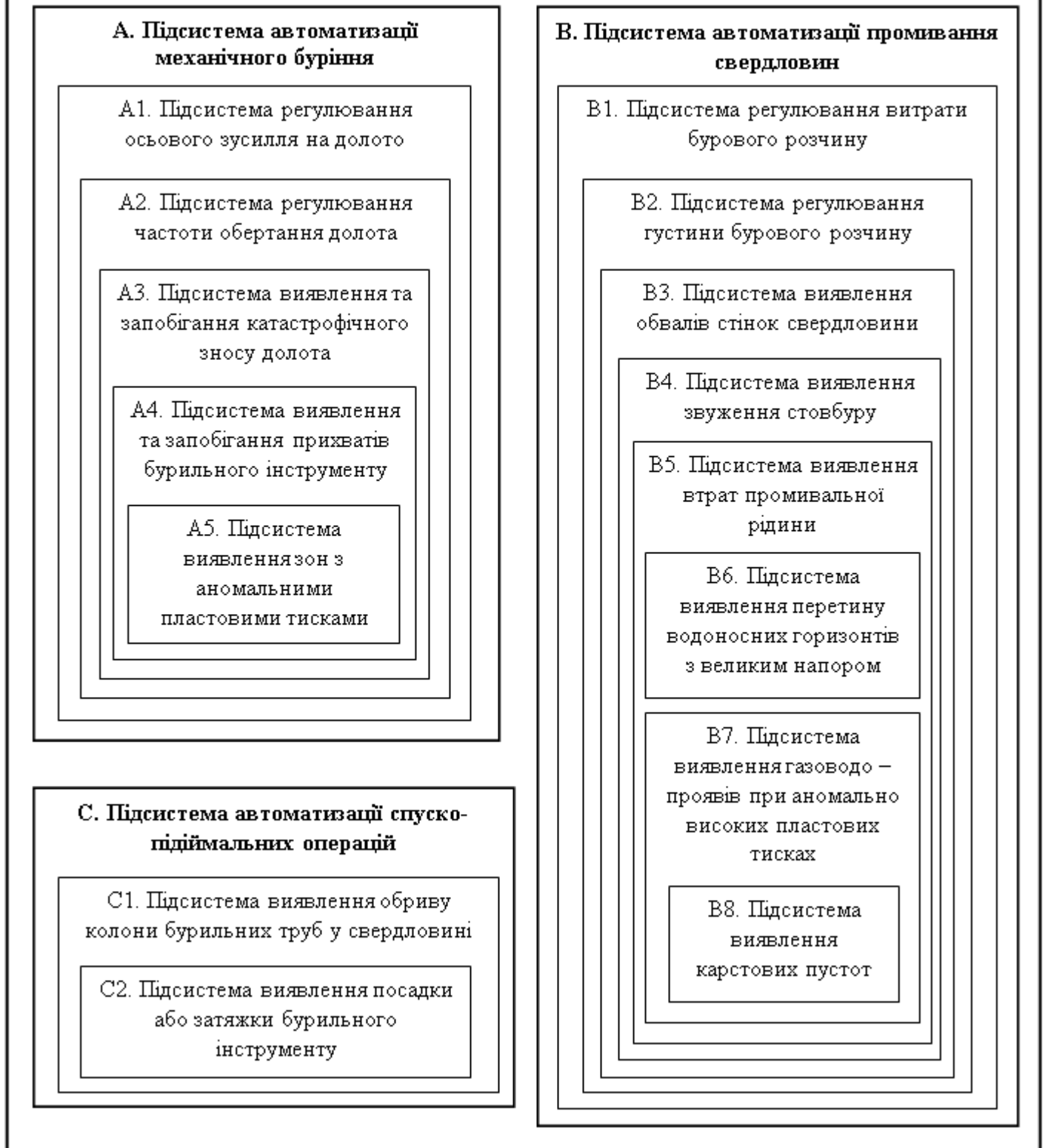


Рисунок 1. Формальна модель «Склад системи АСУТП – буріння»

Джерело: складено автором на основі [8÷11]



Конкретні значення d_i визначають в залежності від конкретного процесу поглиблення свердловини, що аналізується. Кількість коефіцієнтів m_i визначається порядком характеристичного рівняння системи, а кількість розрахунків параметричної стійкості системи дорівнює 2^i . Наприклад, якщо порядок характеристичного рівня дорівнює 4, то кількість рівнянь, які підлягають аналізу, дорівнює 16. Комбінація коефіцієнтів у цих рівняннях визначається за допомогою двійкового комплектного коду. Оскільки значення d_i використовують як додатні, так і від'ємні, то кількість рівнянь, що аналізуються дорівнюватиме 32. Ця процедура має бути додатково виконана в процесі синтезу системи управління.

Першим кроком процесу синтезу систем є визначення призначення системи і мети управління. Як правило, для об'єктів керування процесу буріння нафтових і газових свердловин, метою керування є підтримання заданого значення керованої величини. Другим кроком є вибір керованих змінних. Це – осьове зусилля на долото, швидкість його обертання, тиск бурового розчину на вході в свердловину та ін.. Для вибору керованої величини треба скористатися моделлю об'єкта керування типу «вхід – вихід». На третьому етапі формуються вимоги до точності, з якою необхідно підтримувати керовану величину. Останнє визначає вибір давача, за допомогою якого вимірюється змінна, що підлягає керуванню. Слід зазначити, що для параметрів, контрольованих у процесі буріння, граничне значення допустимої основної приведенної похибки коливається у межах $\pm 1,0\% \div \pm 2,5\%$, а для крутного моменту на роторі до $\pm 5,0\%$.

Слід зазначити, що технологічний процес буріння свердловини є нелінійним стохастично-хаотичним не відтворюваним процесом, який здійснюється за умов апріорної та поточної невизначеності, розвивається в часі і перебуває під впливом різного типу адитивних і мультиплікативних завад. Головними збурювальними впливами, що діють на керований об'єкт є фізико-механічні й абразивні властивості гірських порід, зокрема такий комплексний чинник як буримість гірських порід.

Наступним етапом синтезу є створення конфігурації системи з бажаними показниками якості і стійкості. Типова конфігурація системи управління містить давач, об'єкт керування, виконавчий механізм і регулятор. Для кожного із елементів має бути математична модель. Важливим і відповідальним кроком є вибір регулятора, згідно відомих методик [3].

Процедура синтезу, як правило, завершується налаштуванням параметрів системи, які повинні забезпечити бажані показники якості. Після цього оформляється робоча технічна документація. Проте, ця процедура не враховує зміну параметрів об'єкта керування у процесі експлуатації систем, тобто не перевіряється параметрична стійкість системи. А це означає, що при змінах параметрів під час експлуатації система може у будь-яку мить втратити стійкість і стати причиною аварії. Тому процес синтезу системи управління бурінням запропоновано доповнити розрахунками параметричної стійкості системи з урахуванням умов експлуатації.



Висновки.

Для заданої мети керування, а також моделі об'єкта керування разом з давачем і виконавчим механізмом задачею синтезу регулятора є вибір відповідного регулятора, що забезпечує параметричну стійкість системи в умовах тривалої експлуатації системи.

Література:

1. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы; пер.с англ.. Б.И.Копылова. М.: Лаборатория Базовых Знаний. 2004. 832 с.
2. Петров Ю.П. Обеспечение достоверности и надежности компьютерных расчетов. Санкт-Петербург: ЕХВ-Петербург. 2008. 160 с.
3. Семенцов Г.Н. Автоматизация непрерывных технологических процессов. Регуляторы: [навч. посібн.]. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. 2016. 201 с.
4. Busher V., Aldairi A. Synthesis and technical realization of control systems with discrete fractional integral-differentiating controller [Text]/ Eastern/European Journal of Enterprise Technologies. ISSN 1729-3774. Industry Control System. Kharkov: PC Technology Center, 2018. Vol/2, № 4(94). 2018. P. 63-71.
5. Денисенко В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации. Ч2 / Современные технологии автоматизации. 2006. №1. С. 78-88.
6. Лагойда А.І. Використання багатопараметричного регулятора для складних технологічних об'єктів / Нафтогазова нерететика. 2014. №1(21). С. 94-100.
7. Демків Л.І. Дослідження впливу методу агрегації на характеристики системи з нечітким регулятором Такагі-Сугено / Вісник НТУ «ХП», серія «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика». 2013. № 36(1009). С.120-121.
8. Alread W., Buorque S., Mannering V.,m Chapmen C., Castel B. Drilling automation / Oilfield Review. 2012. № 2. P. 18-27.
9. Pirovolou D. Drilling automation: An automatic trajectory-control system / JPT. Desember 2011. P. 84-87. Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.2118/1211-0084-JPT>.
10. Алимбеков Р.И., Васильев В.И., Нугаев И.Ф.и др. Компьютеризированные технологии управления бурением наклонно направленных скважин / Нефтяное хозяйство. 2000. № 12. С. 120-122.

Abstract. The issue of increasing the operational reliability of control systems for complex objects based on the analysis of parametric stability at the stage of technical design of the system is considered. The analysis of parametric stability is based on the characteristic equation of the system. A new approach to the process of synthesis of control systems is proposed, which is based on an additional analysis of the parametric stability of the system taking into account changes in the coefficients of the characteristic equation of the system under operating conditions.

Keywords: control system, parametric stability, complex object, synthesis of control system.

Стаття відправлена: 30.04.2021 р.

© Зварич Г.Г.