



УДК 681.5.033:622.24

QUALITY INDICATORS OF AUTOMATIC REGULATION SYSTEMS OF DRILLING MODES OF OIL AND GAS WELLS WITH ELECTRIC DRILLS ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН ЕЛЕКТРОБУРАМИ

Dmytryk T.V. / Дмитрик Т.В.

Shavranskyi M.V. / Шавранський М.В.

ORCID: 0000-0001-6636-1069

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. В роботі розглядаються системи автоматичного регулювання з регулятором подачі долота, призначеним для роботи при бурінні свердловин електробурами, що забезпечує підтримку заданого значення потужності на валі двигуна електробура з обмеженням навантаження на долото або підтримку заданого значення осьового навантаження на долото (сили ваги на гаку).

Ключові слова: автоматичне регулювання, електробур, буріння, осьове навантаження, показник якості, перехідний процес.

Вступ.

Науково-технічний прогрес в нафтогазовидобувній промисловості обумовлений підвищенням технічного рівня нафтової електроенергетики и подальшим розвитком автоматизованих систем керування технологічними процесами. Розробка і впровадження електробурів змінного струму для сучасних бурових установок, підвищення надійності експлуатації автоматизованих систем регулювання режимів буріння свердловин забезпечують значне підвищення продуктивності праці в бурінні нафтових і газових свердловин, у тому числі і на сланцевий газ.

Як показує проведений аналіз, сьогодні одним із засобів підвищення ефективності технологічного процесу буріння є використання автоматичних систем регулювання режимів буріння свердловин сучасними електробурами. Завдання проектування, експлуатації й автоматизації регулювання режимів буріння ведуть до необхідності вивчення такого складного питання як стійкість систем. Це обумовлено тим, що процес буріння нафтових і газових свердловин є нелінійним стохастично-хаотичним процесом, який здійснюється за умов апіорної та поточної невизначеності, розвивається в часі і перебуває під впливом різного типу адитивних и мультиплікативних завад.

Тому метою даної роботи є оцінка і порівняння показників якості системи автоматичного регулювання осьового навантаження на долото і системи автоматичного регулювання потужності на валі електробура E215-8м.

Основний текст.

У режимі буріння по потужності на валі й осьовому навантаженню на долото можна встановлювати два задані значення уставки – потужності на валі двигуна електробура або осьове навантаження на долото. Проте, при цьому можна підтримувати тільки один із параметрів, близький до заданого: в



енергомістких породах – потужність, а в не енергомістких – осьове навантаження на долото. Тобто система керування має змінну структуру (рисунок 1).

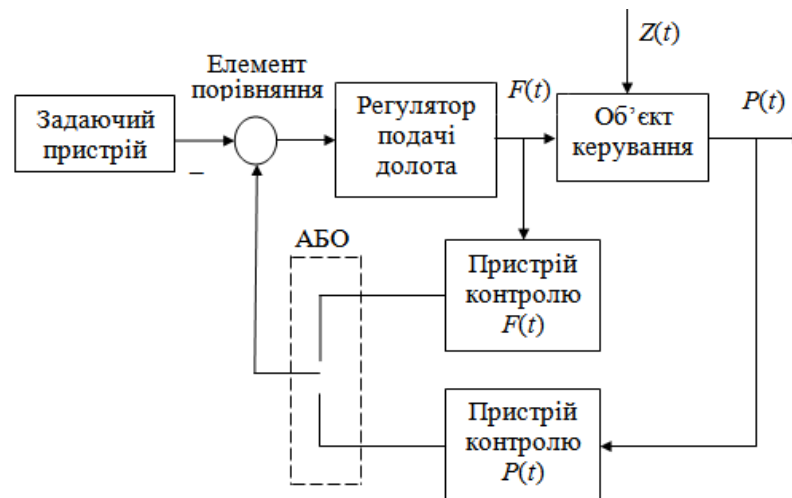


Рисунок 1 – Функціональна схема системи із змінною структурою для керування процесом буріння свердловин електробурами: $F(t)$ – осьове навантаження на долото; $P(t)$ – потужності на валі двигуна електробура; $Z(t)$ – збурення

Джерело: [2]

Принцип змінної структури дозволяє використовувати позитивні властивості кожної структури і отримати ефекти не властиві жодній із систем, що мають постійну структуру. В досліджуваній системі використано регулятор подачі долота АМС-2, давач осьового навантаження на долото типу ДВР-26 зі спостерегаючою системою на основі безконтактних сельсинів типу БД404А, система телеконтролю потужності на валі двигуна електробура на основі серійного давача активної потужності серії Е.

На першому етапі досліджено систему автоматичного регулювання осьового навантаження на долото, алгоритмічна структура якої наведена на рисунку 2. Бачимо, що у даному випадку, коли коефіцієнт передачі ланки «редуктор з барабаном лебідки – колона бурильних труб – канат» $K = 1$, тривалість перехідного процесу складає 6,5 с, перерегулювання 6,5 % і кількість періодів коливань $n = 1$. Із збільшенням глибини свердловини, що супроводжується зростанням коефіцієнта передачі, показники якості системи погіршуються (таблиця 1).

Графіки залежностей тривалості перехідного процесу t_p , кількості періодів коливань n і перерегулювання σ від величини коефіцієнта передачі ланки «редуктор з барабаном лебідки – колона бурильних труб – канат» наведено на рисунку 3. Бачимо, що при $K \rightarrow 5$ показники системи регулювання осьового навантаження на долото різко погіршуються. Тому доцільно змінити структуру системи регулювання і перейти до автоматичного регулювання потужності на валі електробура.

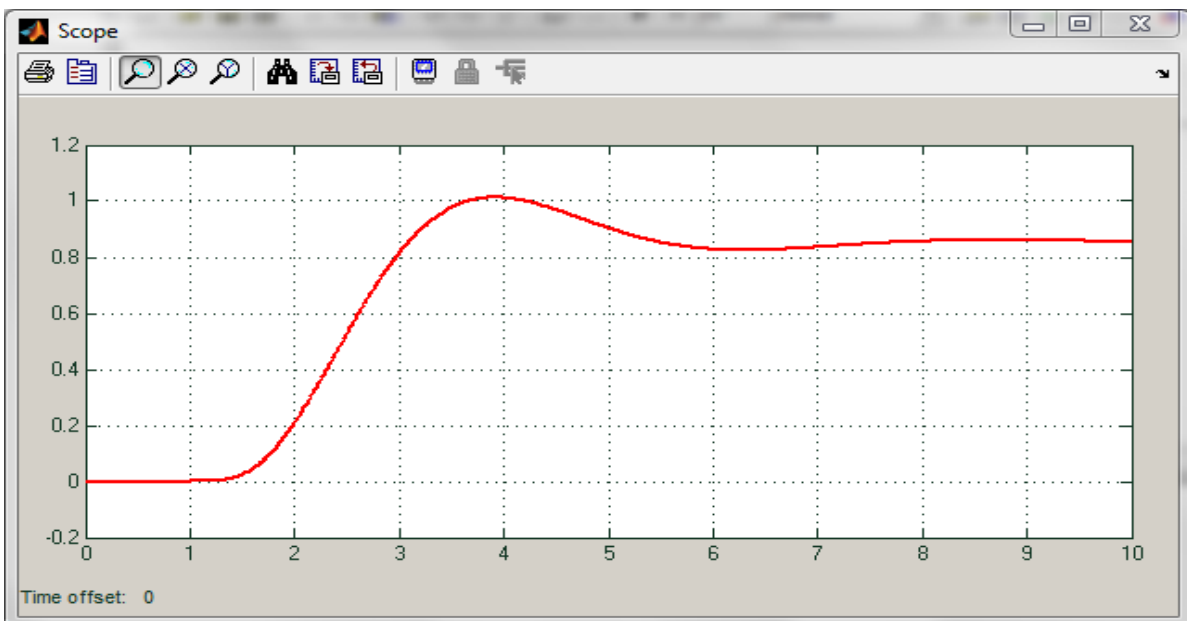
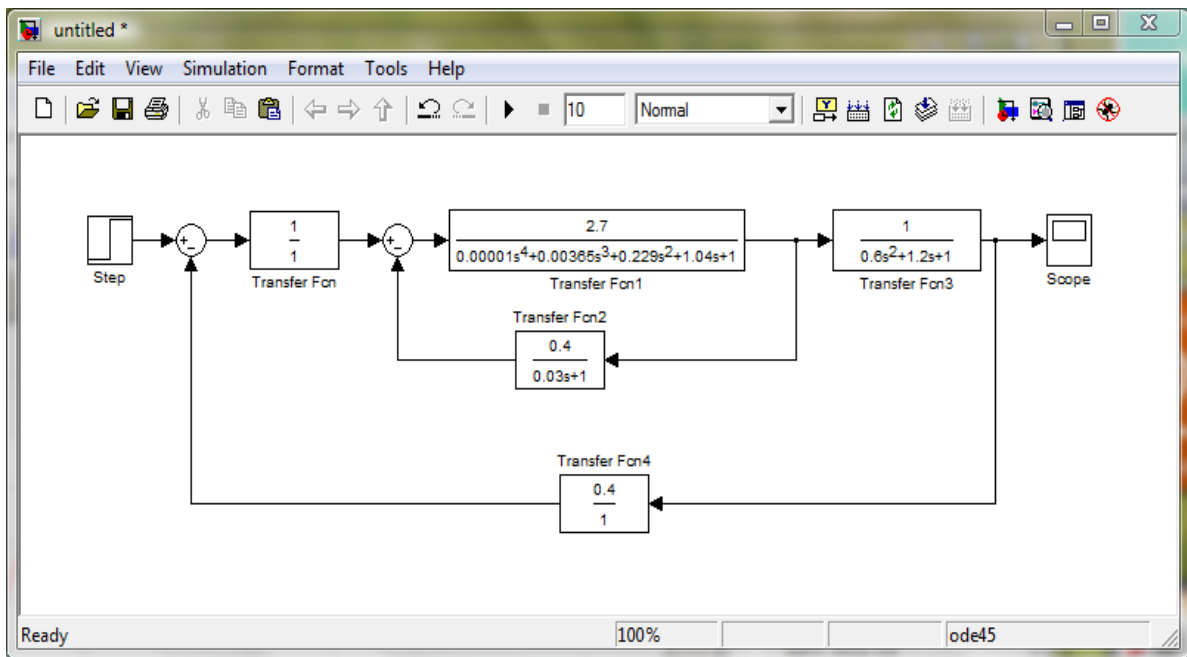


Рисунок 2 – Алгоритмічна структура системи автоматичного регулювання осевого навантаження на долото і перехідна характеристика

Джерело: [2]

Для порівняння показників якості перехідних процесів на рис. 4 наведено алгоритмічну структуру системи автоматичного регулювання потужності на валі двигуна електробура Е215-8м, яка відрізняється від системи, що зображена на рис. 2 лише зміною керованої величини. При цьому додатково в структуру введено функції передачі двигуна електробура:

$$W_1(s) = \frac{12,5}{0,86s + 1}$$

і давача активної потужності

$$W_2(s) = \frac{0,0005}{0,02s + 1}$$



Таблиця 1 – Показники якості системи автоматичного регулювання осьового навантаження на долото в залежності від коефіцієнта передачі ланки «редуктор з барабаном лебідки – колона бурильних труб – канат»

№	Коефіцієнт передачі ланки «редуктор з барабаном лебідки – колона бурильних труб – канат» (рб–кк)	Тривалість перехідного процесу, с	Перерегулювання, σ , %	Кількість періодів коливань n
1	1	6,5	7,5	1
2	2,2	10	37	2
3	2,8	14	50	3
4	3,4	17	47	4
5	4,4	30	71	7
6	4,8	35	77	8
7	5	45	85	13

Авторська розробка

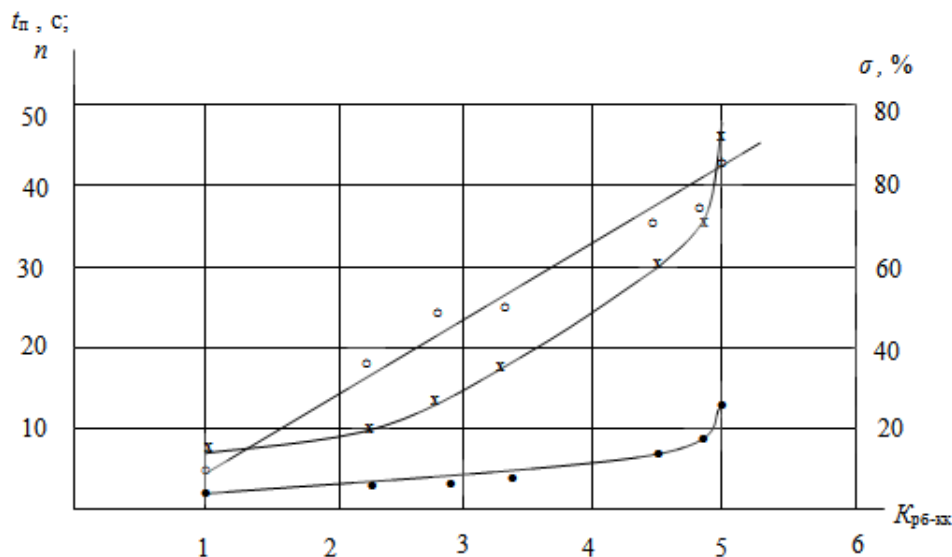


Рисунок 3 – Графіки залежностей тривалості перехідного процесу t_p , кількості періодів коливань n і перерегулювання σ від коефіцієнта:

* – тривалість перехідного процесу; • – кількість періодів коливань; ° – перерегулювання передачі ланки «редуктор з барабаном лебідки – колона бурильних труб – канат»

Джерело: [3]

Бачимо, що показники якості у цьому випадку значно покращилися. Вони зберігаються і при більш високих значеннях коефіцієнта передачі механічної ланки «редуктор з барабаном лебідки – колона бурильних труб – канат» (рисунок 5, рисунок 6).

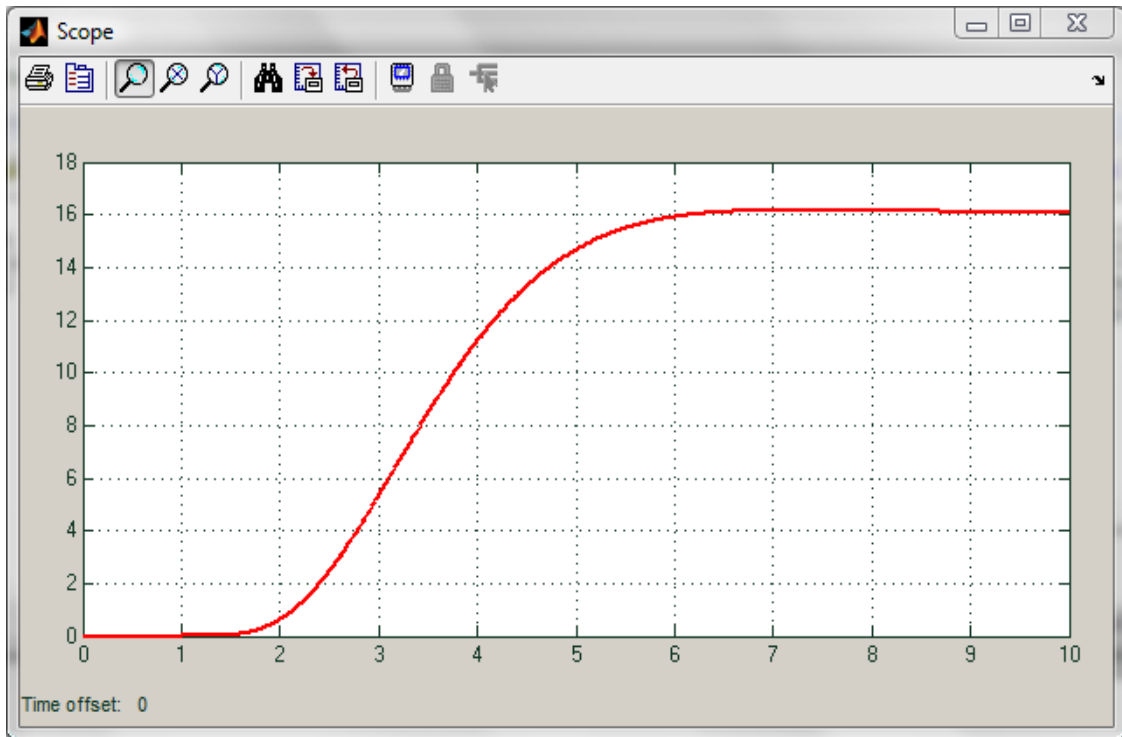
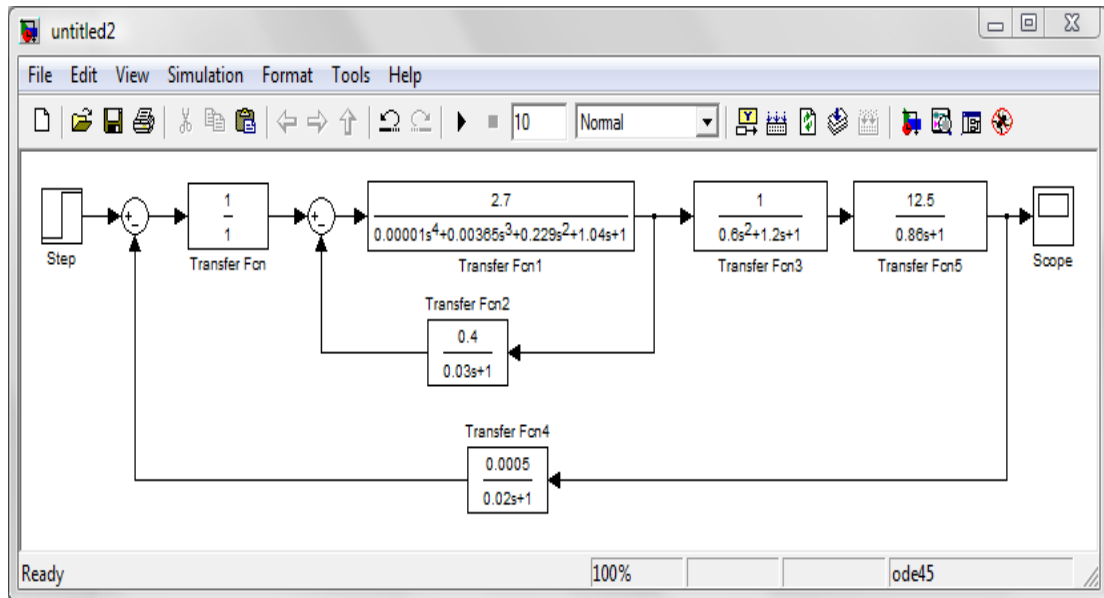


Рисунок 4 – Алгоритмічна структура системи автоматичного регулювання потужності на валі двигуна електробура E215-8 м ($K_{p6-kk}=1, K_e=12,5$)

Авторська розробка

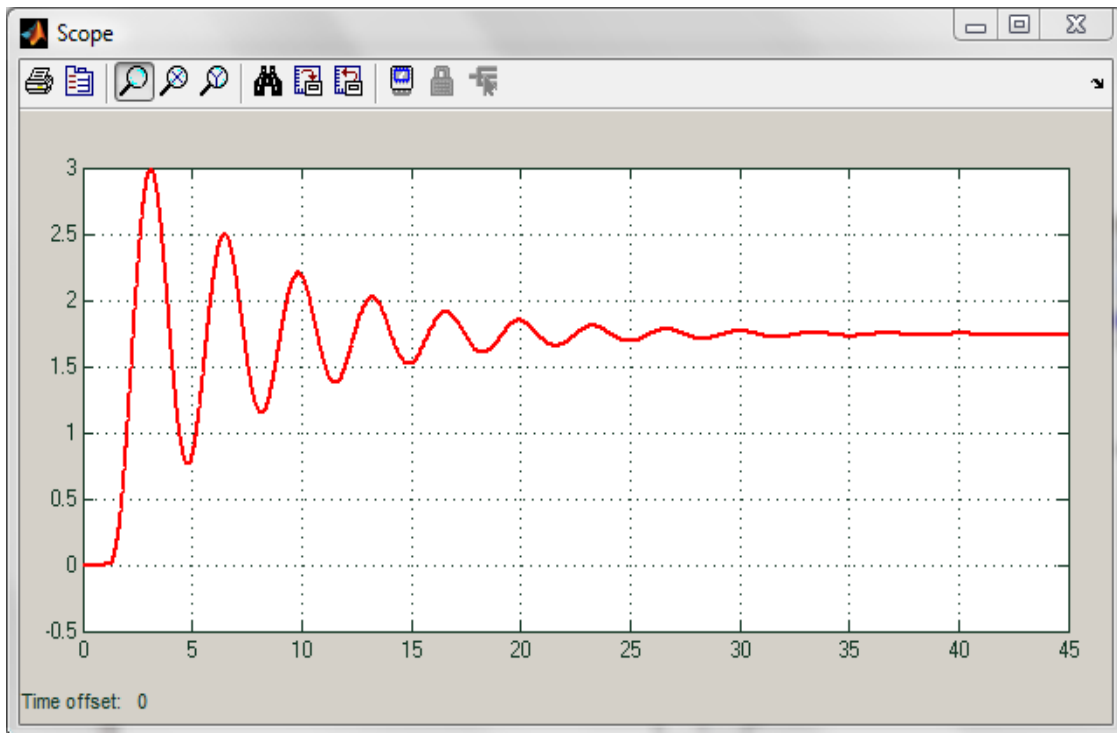
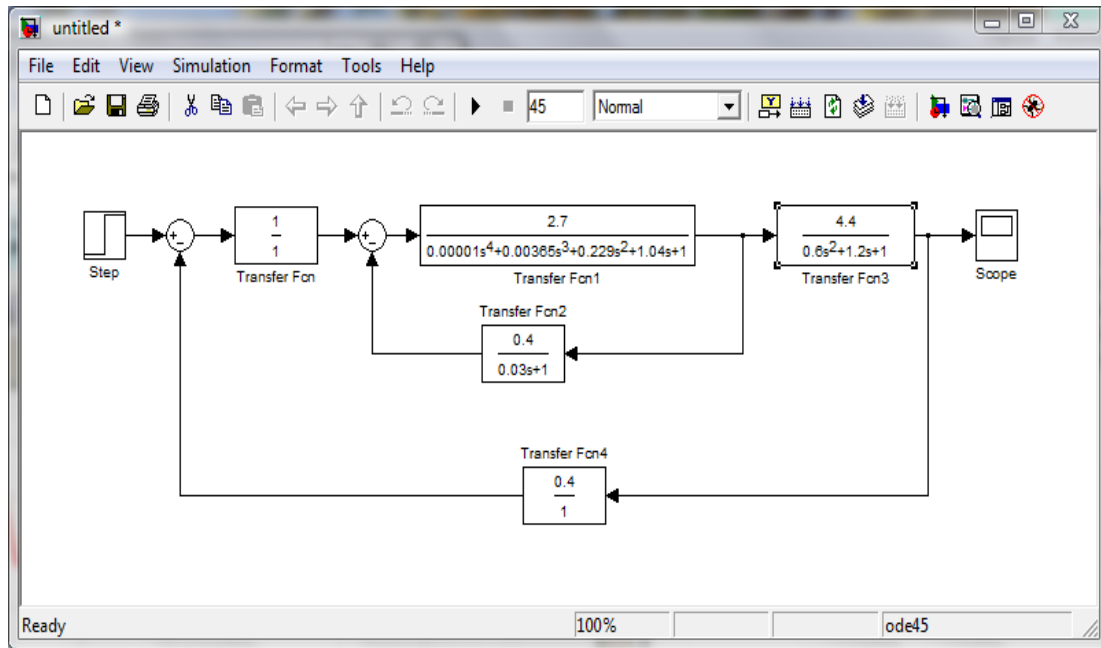


Рисунок 5 – Алгоритмічна структура системи автоматичного регулювання осьового навантаження на долото і її перехідна характеристика ($K_{рб-кк} = 4$)

Авторська розробка

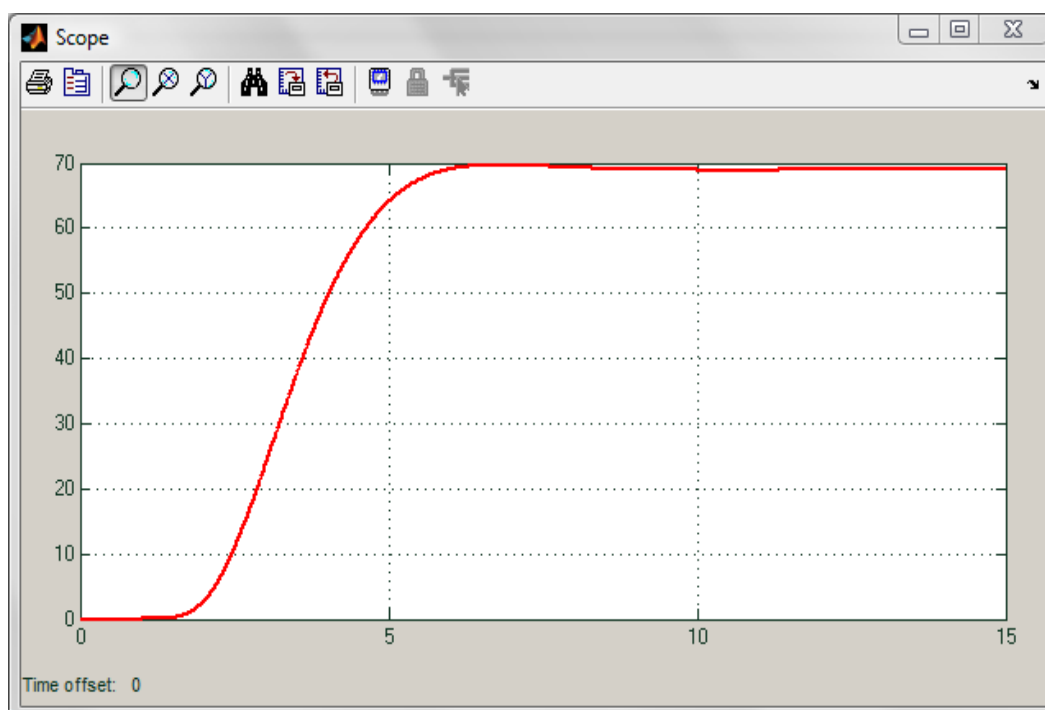
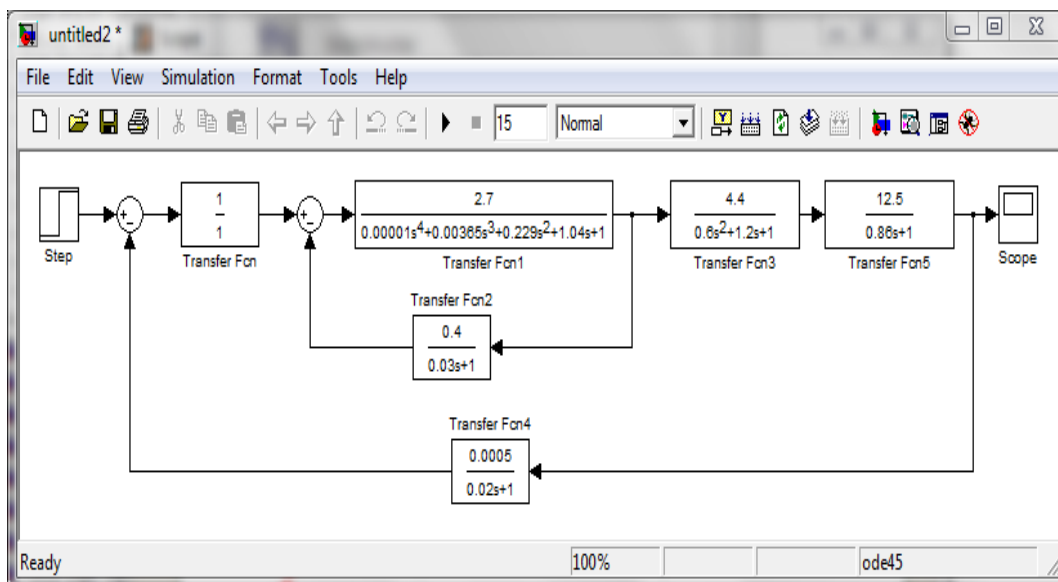


Рисунок 6 – Алгоритмічна структура системи автоматичного регулювання потужності на валі двигуна електробура E215-8 м ($K_{рб-кк} = 4,4, K_e = 12,5$)

Авторська розробка

Отож, при збільшенні глибини свердловини, коли коефіцієнт передачі $K_{рб-кк}$ наближається до 5 доцільно змінити структуру системи автоматичного регулювання і перейти на автоматичне регулювання потужності на валі двигуна електробура.

Висновок. Було досліджено показники якості системи автоматичного регулювання осьового навантаження на долото і потужності на валі двигуна електробура. Це дало змогу зробити висновок про доцільність із збільшенням глибини свердловини переходу на автоматичне регулювання потужності на валі двигуна електробура, замість регулювання осьового навантаження на долото.

**Література:**

1. Діхтяренко К.В. Перспектива відродження електробуріння / К.В.Діхтяренко, В.П.Червінський // Нафта і газ України: матеріали 9-ої міжнар. наук.-практич. конф. «Нафта і газ України – 2013», м. Яремча, 4-6 вересня 2013 р. – Л.: «Центр Європи», 2013. – С.59-60.
2. Бунчак З. Електробур. Парадокси і реальність / З.Бунчак, О.Дудар, О.Кекот, О.Турянський. – Електроінформ. – 2003. – № 4. – С. 8-11.
3. Горбійчук М.І. Оптимізація процесу буріння глибоких свердловин / М.І. Горбійчук, Г.Н. Семенцов. – Івано-Франківськ: Нова Зоря, 2003. – 493 с.
4. Електробури. Загальні технічні умови. ДСТУ 3258-12. К.: Держстандарт України, 2012. – 25 с.

Abstract. *This work analyzes automatic regulation systems, which include a bit feed regulator, designed for efficient operation of electric drills during well drilling. The main purpose of the system is to maintain the specified power value on the electric drill motor shaft while simultaneously limiting the load on the bit, as well as ensuring a stable axial load (weight force on the hook).*

The principles of operation of regulators, their impact on drilling efficiency, as well as the possibilities of optimizing processes thanks to the use of automated technologies are considered in detail. In addition to the technical aspects, the work also analyzes the benefits of automation, including increased control accuracy, reduced overload risks and improved overall drilling productivity. The results of the research are important for the further improvement of drilling rigs and can serve as a basis for the development of new technological solutions in the field of drilling.

Key words: *automatic adjustment, electric drill, drilling, axial load, quality indicator, transition process.*

Стаття відправлена: 17.10.2024 г.
© Дмитрик Т.Б., Шавранський М.В.