

Технічні науки

УДК 622.692.4

**Якимів Йосип Васильович**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтоосховищ*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Якимив Иосиф Васильевич**

*кандидат технических наук, доцент,*

*доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ*

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Yakymiv Yosyp**

*PhD, Associate Professor,*

*Associate Professor of the Department Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities*

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Бортняк Олена Михайлівна**

*кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтоосховищ*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Бортняк Елена Михайловна**

*кандидат технических наук,*

*доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ*

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Bortnyak Olena**

*PhD, Associate Professor of the*

*Department Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities*

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Люта Наталія Вікторівна**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтоосховищ*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Люта Наталия Викторовна**

*кандидат технических наук, доцент,*

*доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ*

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Liuta Natalia**

*PhD, Associate Professor,*

*Associate Professor of the Department Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities*

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ  
ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВІДІВ ЗА  
РЕАЛІЗАЦІЇ ПЕРІОДИЧНИХ ПІДКАЧУВАНЬ ЧАСТИНИ  
НАФТОВОГО ПОТОКУ  
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ  
РЕАЛИЗАЦИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПОДКАЧЕК ЧАСТИ  
НЕФТЯНОГО ПОТОКА  
RESEARCH OF ENERGY EFFICIENT REGIMES OPERATION OF  
MAIN OIL PIPELINES BY IMPLEMENTATION OF PERIODIC  
PUMPING OF THE PART OIL FLOW**

*Анотація.* Досліджено вплив періодичних підкачувань частини нафти на енергоефективність роботи магістральних нафтопроводів. Проаналізовано вплив величини підкачувань на витрати потужності при перекачуванні нафти в системі магістрального нафтопроводу.

**Ключові слова:** періодичні підкачування, магістральний нафтопровід, лімітуючий перегін, пропускна здатність, витрати потужності, енергоефективність.

**Анотація.** Исследовано влияние периодических подкачек части нефти на энергоэффективность работы магистральных нефтепроводов. Проанализировано влияние величины подкачек на затраты мощности при перекачке нефти в системе магистрального нефтепровода.

**Ключевые слова:** периодические подкачки, магистральный нефтепровод, лимитирующий перегон, пропускная способность, расход мощности, энергоэффективность.

**Summary.** The influence of periodic pumping of a part of oil on energy efficiency of work of main oil pipelines was investigated. The influence of the amount of pumping on the power consumption during oil pumping in the main oil pipeline system was analyzed.

**Key words:** periodic pumping, main oil pipeline, limiting stage, capacity, power consumption, energy efficiency.

Нафтотранспортна система України характеризується потужною інфраструктурою надходження вуглеводневої сировини як внутрішньому споживачу так і за межі країни і, завдяки розгалуженій мережі нафтопроводів, яка охоплює практично усю територію країни, володіє потенціалом диверсифікації маршрутів постачання. Досить часто виникає необхідність у реалізації підкачування частини нафтових потоків у діючі нафтотранспортні системи. Зважаючи, що одним з основних завдань нафтотранспортних підприємств, окрім забезпечення якості транспортованої сировини і безпеки процесів її постачання, є необхідність мінімізації затрат електроенергії на перекачування, актуальними залишаються питання вибору та реалізації енергоефективних режимів

експлуатації систем магістрального транспорту нафти. Нафтоперекачувальні станції (НПС) більшості магістральних трубопроводів оснащені різнотипними насосами, напірні та енергетичні характеристики яких різняться. Це дає змогу реалізувати значну кількість режимів експлуатації нафтотранспортної системи і відповідно вибрати серед них найбільш економічно доцільні. Зміна режиму роботи обладнання тієї чи іншої НПС нафтопроводу неодмінно викликає зміни у гідродинамічних процесах, які мають місце в його лінійній частині, відповідно гідравлічний опір окремих перегонів між станціями може відрізнятись. В такому випадку лімітуючим може бути не той перегін, в кінці якого здійснюється підкачування нафти, а будь-який інший.

Вибір та реалізація найбільш ефективного з мінімальними енергетичними затратами способу регулювання режимів роботи нафтопроводів, на яких організоване підкачування частини нафти, у кожному конкретному випадку, потребує визначення відповідних режимних параметрів роботи кожної нафтоперекачувальної станції, розташованої на трубопроводі. З метою проведення аналізу залежності витрати рідини в магістральному нафтопроводі та величини підпору на вході в станції від величини витрати підкачування розроблене програмне забезпечення, яке дає змогу на основі отриманих результатів розрахунку оцінити транспортні можливості нафтопроводу і запропонувати найбільш ефективну технологію перекачування нафти [1; 2].

Запропонований алгоритм розрахунку апробований для магістрального нафтопроводу «Дружба» на ділянці Мозир-Броди-Тухольський перевал із підкачуванням частини нафти на ЛВДС «Броди», яка може подаватись в трубопровід із залізничного наливного пункту станції або надходити нафтопроводом Одеса-Броди. На зазначеній ділянці нафтопроводу внутрішнім діаметром 702 мм, довжиною 602,4 км розташовано вісім нафтоперекачувальних станцій. На вході п'ятої станції,

що розташована на 394,4 км, можуть проводитись підкачування частини нафти. Дослідження проводились для випадку перекачування нафти густиною 877,2 кг/м<sup>3</sup>, кінематичною в'язкістю 34,7 сСт за температури перекачування 6,3 °С.

Для аналізу впливу величини періодичних підкачувань на пропускну здатність та енерговитратність ділянки магістрального нафтопроводу проведені розрахунки для декількох схем включення в роботу насосів на станціях (таблиця 1). На основі отриманих результатів встановлено, що із збільшенням величини підкачування продуктивність трубопроводу на ділянці до пункту підкачування зменшується. Залежно від величини витрати підкачування лімітуючий перегін може змінюватись.

Таблиця 1

**Результати розрахунків з визначення пропускну здатності та енерговитратності магістрального нафтопроводу за періодичних підкачувань частини нафти**

Параметр	Витрата підкачування, м <sup>3</sup> /год							
	0	100	200	300	400	500	600	700
Режим П,1-1-1-1-1-1,2-1,2								
Витрата до пункту підкачування, м <sup>3</sup> /год	1664,6	1642,5	1613,6	1583,1	1552,1	1520,1	1487,3	1436,7
Лімітуючий перегін	3	6	6	6	6	6	6	7
Витрати потужності, кВт	15978	16086	16169	16246	16319	16388	16452	16512
Питомі витрати потужності, кВт.год/(1000 т км)	18,17	18,54	18,97	19,43	19,90	20,41	20,94	21,68
Режим П,1,2-Транзит-1-1-1-1-1,2-1,2								
Витрата до пункту підкачування, м <sup>3</sup> /год	1551,1	1551,1	1551,1	1541,3	1509,3	1476,3	1442,5	1406,3
Лімітуючий перегін	1	1	1	5	5	5	5	6
Витрати потужності, кВт	15111	15300	15486	15637	15710	15778	15843	15899

Питомі витрати потужності, кВт.год/(1000 т км)	18,44	18,67	1890	19,21	19,70	20,23	20,79	21,40
Режим П,1,2-1-Транзит-1-1-1-1,2-1,2								
Витрата до пункту підкачування, м <sup>3</sup> /год	1528,5	1528,5	1528,5	1505,7	1466,5	1426,3	1384,9	1342,5
Лімітуючий перегін	2	2	2	5	5	5	5	5
Витрати потужності, кВт	13908	14098	14285	14340	14462	14521	14574	14624
Питомі витрати потужності, кВт.год/(1000 т км)	17,23	17,46	17,69	18,10	18,67	19,27	19,92	20,62

Зменшення продуктивності характерно тільки тоді, коли лімітуючий перегін трубопроводу знаходиться після пункту підкачування. Якщо такий перегін виявиться на ділянці трубопроводу до пункту підкачування, то збільшення витрати підкачування не впливає на продуктивність на початковій ділянці трубопроводу. За сталої величини витрати підкачування пропускна здатність нафтопроводу залежить від того, які насоси включаються в роботу. Виявлено, що не завжди перегін, перед яким здійснюється підкачування частини нафти, є лімітуючим. Відповідно до даних таблиці 1, очевидно, що для будь-якої схеми включення насосів на станціях із збільшенням витрати підкачування питомі витрати електроенергії зростають. За питомими витратами електроенергії можна вибрати найбільш ефективний режим перекачування за однакової величини підкачування.

Наукова новизна результатів досліджень полягає у виявленні закономірностей впливу величини періодичного підкачування частини нафтового потоку на режимні та енергетичні параметри експлуатації нафтотранспортних систем за фактичного розташування перекачувальних станцій.

### **Література**

1. Якимів Й. В. Енергоефективність роботи магістральних трубопроводів за періодичних підкачувань частини нафти / Й.В. Якимів, О. М. Бортняк, Н.В. Люта // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". 2021. № 6 (106).
2. До питання енергоефективної експлуатації магістральних трубопроводів за періодичних підкачувань частини нафти / О. М. Бортняк, Я. Ю. Колос // Modernization of today's science: experience and trends: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the I International Scientific and Theoretical Conference, May 21. Singapore, Republic of Singapore: European Scientific Platform. 2021. Vol. 2. P 13-14.