

7. The Physics of Solar cells [Текст] / Nelson J. — Imperial College Press, London. — 2003.
8. Shivaganaik H. Modeling and analysis of multi-junction solar cells [Текст] / Shivaganaik H., Jangamshetti S. H. // International Conference on Emerging Trends in Electrical and Computer Technology 2011. — ICETECT 2011. — pp. 174–179.
9. Солнечные элементы [Текст] : учеб. / под ред. М. М. Колтуна. — М. : Энергоатомиздат, 1987. — 280 с.
10. De Vos A. Photovoltaics in a single dimension [Текст] / De Vos A. // Solid-St. Electron. — 1987. — V. 30. — pp. 853–858.
11. Baruch P. On some thermodynamic aspects of photovoltaic solar energy conversion [Текст] / Baruch P., De Vos A., Landsberg P.T., Parrott J.E. // Solar Energy Materials and Solar Cells. — 1995. — V. 36. — pp. 201–222.
12. Green M. A. Solar cell efficiency tables (version 35) [Текст] / M. A. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta // Prog. Photovolt: Res. Appl. — 2010. — V. 18. — pp. 144–150.
13. Yerokhov V. Model conception of macroporous silicon surface for cost-effective solar cell textures [Текст] / V. Yerokhov, O. Tsisaruk, I. Semochko // International Conference on Porous Semiconductors: Science and Technology, ICPST-2000. — Spain, Madrid, 2000. — P. 34.
14. Polyakov V. I. Matrix solar cells for conversion of concentrated radiation [Текст] / V. I. Polyakov, D. S. Strebkov // Light and Engineering. — 2010. — V. 18(3). — pp. 5–8.

УДК: 621.331

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ «УМОВНИХ ВТРАТ» ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ТЯГОВІЙ МЕРЕЖІ

В. Г. Кузнецов

Кандидат технічних наук, доцент, докторант*

E-mail: vkuz@i.ua

Ю. М. Сергати́й

Начальник лабораторії

Дорожня електротехнічна лабораторія

Одеська залізниця

Вокзальний провулок, 2, м. Одеса, Україна, 65017

Контактний тел.: (048) 727 26 27

E-mail: sergatiy@ukr.net

Т. І. Кирилюк

Аспірантка*

E-mail: Tanya_kir@bigmir.net

*Кафедра «Електропостачання залізниць»

Дніпропетровський національний університет

залізничного транспорту імені акад. В. Лазаряна

вул. акад. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ, Україна, 49010

Контактний тел.: (0562) 33-19-11, (0562) 47-18-66

Розглянута природа появи умовних втрат. Проведено експериментальне дослідження «умовних втрат» електроенергії на ділянках Одеської залізниці. Дані рекомендації по зниженню «умовних втрат».

Ключові слова: витрати електроенергії, умовні втрати, тягова мережа, електрорухомий склад, лічильник.

Рассмотрена природа появления условных потерь. Проведено экспериментальное исследование «условных потерь» электроэнергии на участках Одесской железной дороги. Даны рекомендации по снижению «условных потерь».

Ключевые слова: расход электроэнергии, условные потери, тяговая сеть, электроподвижной состав, счетчик.

The nature of the emergence of conditional losses. An experimental study of «conditional loss» power to parts of the Odessa railway. Recommendations to reduce «contingent losses».

Keywords: energy consumption, Contingencies, losses, power train, of electro compound meter.

Вступ

Обсяг втрат електроенергії в електричних мережах — найважливіший показник економічності їхньої роботи, наочний індикатор стану системи обліку електроенергії, ефективності енергозбутової діяльності енергопостачальних організацій. Цей індикатор чітко свідчить про проблеми, які вимагають невідкладних рішень у розвитку, реконструкції і технічному переозброєнні електричних мереж, удосконаленні методів і засобів їхньої експлуатації й керування, у підвищенні точності обліку електроенергії, ефективності збору коштів за спо-

житу електроенергію тощо. Відносні втрати електроенергії при її передачі і розподілі в електричних мережах можна вважати задовільними, якщо вони не перевищують 4–5 %. Втрати електроенергії на рівні 10 % можна вважати максимально припустимими з погляду фізики передачі електроенергії мережами.

У зв'язку з малими інвестиціями у розвиток і технічне переозброєння електричних мереж, в удосконалювання систем керування їхніми режимами, в облік електроенергії, виникла низка тенденцій, що негативно впливають на рівень втрат у мережах, адже йдеться про: застаріле обладнання, фізичне й моральне зношування засобів обліку

електроенергії, невідповідність встановленого обладнання передаваній потужності.

На тлі змін що відбуваються у господарствах електропостачання залізниць проблема зниження втрат електроенергії в електричних мережах не тільки не втратила своєї актуальності, а навпаки стала одним із завдань забезпечення фінансової стабільності.

Мета статті

Експериментально дослідити рівень умовних втрат електроенергії на ділянках Одеської залізниці, надати рекомендації по зниженню умовних втрат.

Основна частина

Дослідженню умовних втрат електроенергії присвячено багато праць [1–3], але на сьогоднішній день це питання у достатній мірі не вирішено.

До складу «умовних» втрат енергії включають втрати в контактній мережі, а також втрати в агрегатах тягових підстанцій і в живлячих лініях. Умовні втрати в контактній мережі визначаються порівнянням витрати електроенергії за показниками лічильників електровозів і витратою електроенергії по тяговим підстанціям, норматив розраховує ЦТ. На рис. 1 приведена динаміка фактичних умовних втрат за період 1965–1971 р.р. та 1996–2008 р.р.

Поява умовних втрат на залізничному транспорті обумовлена похибкою розрахунків і вимірювань електроенергії. Похибка вимірювань електроенергії в загальному випадку може бути розбита на велику кількість складових. До основних складових похибок вимірювань електроенергії відносяться:

- 1) похибки вимірювань електроенергії в нормальних умовах роботи системи обліку, обумовлені класами точності трансформаторів струму, трансформаторів напруги, лічильників електроенергії;
- 2) додаткові похибки вимірювань електроенергії в реальних умовах експлуатації системи обліку, зумовлені:

- заниженим щодо нормативного коефіцієнтом потужності навантаження (додатковою кутовою похибкою);
 - впливом магнітних і електромагнітних полів різної частоти;
 - недовантаження і перевантаження трансформаторів струму, трансформаторів напруги і лічильників;
 - несиметрією і рівнем підведеної до системи обліку напруги;
 - роботою лічильників в неопалюваних приміщеннях з неприпустимо низькою температурою тощо;
 - недостатньою чутливістю лічильників при малих навантаженнях;
 - системними похибками, зумовленими наднормативними строками служби;
 - похибками, пов'язаними з неправильними схемами підключення, зокрема, порушеннями фазування підключення лічильників;
 - похибками, обумовленими несправними приладами обліку електроенергії;
- 3) похибки зняття показань електrolічильників через:
- помилки або навмисне перекручувань записів показань;
 - неодноразовість або невиконання встановлених термінів зняття показань лічильників, порушення графіків обходу лічильників;
 - помилки у визначенні коефіцієнтів при перерахунку показань лічильників в електроенергію.

Умовні витрати змінюються сезонно. Дослідження підтвердили припущення, що причинами посиленої сезонної зміни служать особливості формування споживаних обсягів енергії, характерних для залізниці [4].

Перша особливість полягає в тому, що від контактної мережі одержує живлення не тільки електрорухомий склад на лінії, а ще й електровози, які знаходяться у відстої. Крім того, деяка частина енергії йде на технологічні потреби депо та інших підрозділів.

Друга особливість пов'язана зі зміною характеру потоку поїздів. В окремі періоди співвідношення обсягів роботи, яка виконується локомотивами з навантаженими і порожніми поїздами, збільшується на користь навантажених. Співвідношення у них питомих витрат досягає 2–2,5 разів.

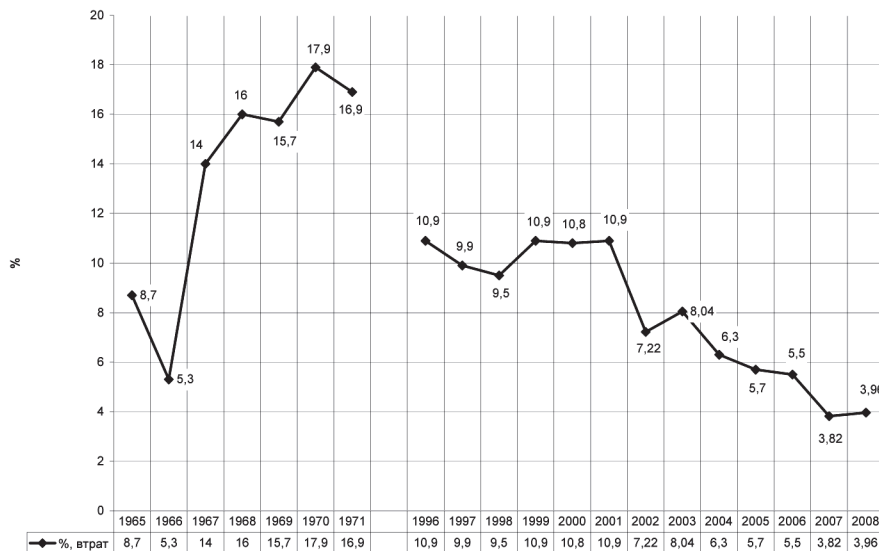


Рис. 1. Фактичні умовні втрати в тяговій мережі за період 1965–1971 р.р. та 1996–2008 р.р. по Одеській залізниці

Графіки зміни умовних втрат у різні періоди мають значні відхилення від прогнозованих. Так, у літній період щорічно спостерігається підвищена витрата для поїздів парного напрямку. Деякі місяці характеризуються стрибками показника питомого споживання.

Причиною зазначених відхилень, крім співвідношення навантажених і порожніх поїздів, є зміна умов пропуску потоку поїздів. У літній період спостерігаються ускладнення роботи через зростання вантажопотоку. Крім того, влітку великий обсяг колійних ремонтних робіт і, відповідно, вікон. Дільнична швидкість у цей період знижується, і питома витрата енергії зростає.

Подальші дослідження показали, що відбір енергії з контактної мережі для нетягових споживачів впливає на сезонні коливання.

Наведення порядку в обліку енергії, яка споживається на нетягові потреби, приведе до більш точної картини сезонної зміни споживання на електро-тязі, виключенню зростання показника умовних втрат в зимовий час. Знання її закономірності дозволить нормувати витрати електроенергії та прогнозувати об'єм споживання енергії.

На ділянці Одеської залізниці К. Б.—Б. Д. з метою експериментальної перевірки фактичного рівня умовних втрат в контактній мережі проведено порівняння кількості електроенергії, за показниками лічильників тягової підстанції Б. Д. та лічильниками електро-рухомого складу [4]. Для проведення експерименту було виділено ділянку К. Б.—Б. Д., живлення якої здійснювалось консольно від тягової підстанції Б. Д. фідером контактної мережі № 3 (рис. 2).

Ділянка одноколійна, довжиною 30 км, Контактний провід МФ-100, несучий трос ПБСМ-70. З метою визначення «чистої» витрати електроенергії на тягу поїздів на тяговій підстанції Б.Д. була зібрана схема роздільного живлення секцій шин 27,5 кВ. Від II секції шин (ТП-2) отримував живлення тільки фідер контактної мережі № 3, а фідера ДПР, ТСН і 10 кВ отримували живлення від I секції шин (ТП-1).

Облік електроенергії на тягу поїздів здійснюється лічильником «Альфа», встановленим на введенні 27,5 кВ тягового трансформатора № 2. З 10⁰⁰ 21 лютого до 10⁰⁰ 22 лютого по ділянці прослідувало 18 потягів, з них: 2 пасажирських, 8 електропоїздів та 8 вантажних.

За добу експерименту витрата активної електроенергії на тягу поїздів за показниками лічильника тягової підстанції складала (табл. 1):

Показання лічильника ТП-2 підстанції Б. Д.:

Таблиця 1

Показники лічильника тягової підстанції (Розрахунковий коефіцієнт: $K_{розр} = 33000$)

Дата та час	Показники лічильника
10 ⁰⁰ 21 лютого	0143,02
10 ⁰⁰ 22 лютого	0143,40

Електроенергія віддана в контактну мережу по лічильникам підстанції Б. Д.:

$$W_{п} = 0,38 \cdot 33000 = 12540 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрата електроенергії за лічильниками електро-рухомого складу (табл. 2) складала — 11433 кВт · год.

«Умовні втрати» в контактній мережі склали:

$$\Delta W_{кв} = \frac{12540 - 11433}{12540} \cdot 100\% = 8,8\%.$$

На ділянці П-О з метою визначення фактичних втрат електроенергії в тяговій мережі протягом 10 годин

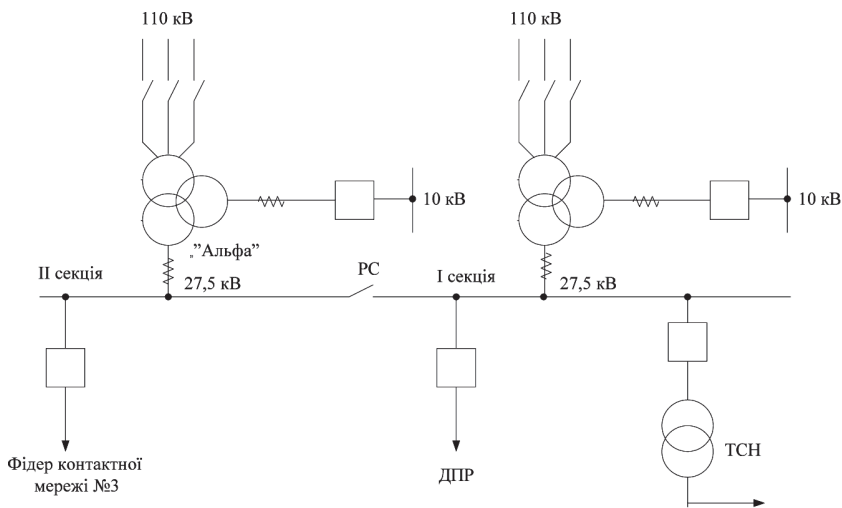


Рис. 2. Спрощена схема живлення контактної мережі на період проведення експерименту

Таблиця 2

Відомість споживання електроенергії ЕРС за період експерименту

№ потяга	№ електро-воза	Час проходження нейтральної вставки		Показання лічильника на нейтральній вставці		Витрата електро-енергії, кВт · год
		Туди	Назад	Туди	Назад	
685	1850	21.02	21.02	700510	700565	1200
3056	1850	16 ¹⁷	18 ⁴⁷	776980	777045	
3001	1060	21.02	21.02	904596	904702	2160
3058	1060	16 ⁵⁵	20 ²⁰	482966	483076	
4303	2040	22.02	22.02	404790	404790	1080
3052	2040	6 ⁵⁵	9 ⁵⁵	160695	160749	
3051	1850	22.02	22.02	700756	700838	1830
686	1850	2 ⁰⁰	5 ²⁶	777257	777358	
3057	1058	21.02	21.02	358044	358127	1440
3004	1058	18 ¹⁵	21 ⁰⁴	155638	155699	
6311	642	21.02	22.02	905691	905795	939,6
6344	642	22 ²⁵	8 ⁵³	110769	110878	
				448583	448696	
				711014	711122	
				397839	397971	861
6309	633	21.02	22.02	456655	456767	
6342		19 ²⁰	5 ⁵⁰	837625	837743	
				201245	201368	
				332785	332931	1049,12
6303	374	21.02	21.02	567057	567172	
6348		10 ³⁷	15 ³⁵	317991	318113	
				161317	161427	
				669602	669748	873,16
				637352	637491	
6305	634	21.02	21.02	193882	194022	
		13 ⁰⁰	18 ¹⁰	264773	264895	
				648377	648415	873,16
				192968	193085	
				817248	817365	

проведено порівняння кількості електроенергії, врахованої лічильниками тягових підстанцій О та П і лічильниками електровозів. Для цього експерименту планувалося зібрати консольну схему живлення контактної мережі від тягової підстанції П. В процесі експерименту у зв'язку зі скаргами машиністів на низьку напругу в районі станції О з 10⁰⁰ до 12²⁰ і з 16²⁸ до 20⁰⁰ здійснювалося паралельне підживлення контактної мережі фідерами № 4 (через ЗМВ) і № 5 підстанції О (рис. 3).

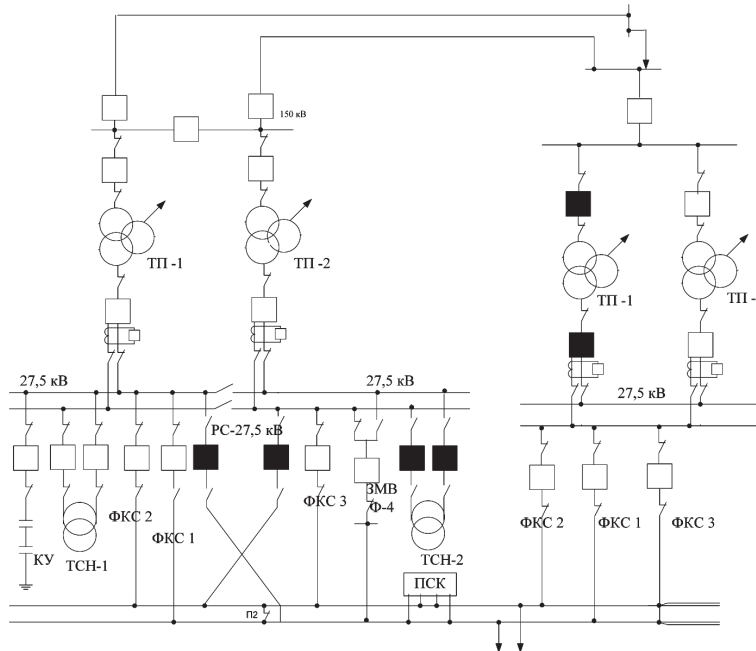


Рис. 3. Спрощена схема живлення дослідної ділянки

Ділянка двоколійна з включеним постом секціонування по станції Щ і роз'єднувачем «П2» станції О.

Лічильники комерційного обліку підключені на вводах 27,5 кВ.

З 10⁰⁰ до 20⁰⁰ 25 квітня 2001 р. по вказаній ділянці прослідувало 54 потяги. Потяги супроводжувалися працівниками дистанцій електропостачання, які спільно з локомотивними бригадами записували показання лічильників на початку і кінці ділянки, час проходження нейтральних вставок. За час експерименту витрата електроенергії на тягу поїздів за показниками лічильника тягової підстанції складала (табл. 3):

Таблиця 3

Показники лічильника тягової підстанції П
(Розрахунковий коефіцієнт: $K_{тр} = 1000/5 = 200$;
 $K_{тн} = 27500/127 = 216,53$; $K_{расч} = 200 \cdot 216,53 = 43307,09$)

Час	Показники лічильника
10 ⁰⁰	61,142
20 ⁰⁰	62,736

Витрати електроенергії, яка віддана в контактну мережу по лічильниках підстанції П:

$$W_{п} = 1,594 \cdot 43307,09 = 69031,5 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Показники лічильника ТП-2 підстанції О представлені в табл. 4.

Таблиця 4

Показники лічильника тягової підстанції О
(Розрахунковий коефіцієнт: $K_{тр} = 750/5 = 150$;
 $K_{тн} = 27500/100 = 275$; $K_{расч} = 150 \cdot 275 = 41250$)

Час	Показники лічильника
10 ⁰⁰	102,152
20 ⁰⁰	102,482

Витрати електроенергії, яка віддана в контактну мережу по лічильниках підстанції О:

$$W_{о} = 0,33 \cdot 41250 = 13612,5 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Сумарні витрати електроенергії ТП П. та О.

$$W_{\Sigma} = 69031,5 + 13612,5 = 82644,0 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

У зв'язку з тим, що до контактної мережі підключені ще й нетягові споживачі — від загальної витрати електроенергії по тяговим підстанціям віднімається споживання сторонніх споживачів за 10 годин — 208,36 кВт · год.

Тоді витрати електроенергії:

$$W_{т} = 82644 - 208,36 = 82435,64 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Проаналізуємо витрату електроенергії. Витрата електроенергії на тягу поїздів за показниками лічильників комерційного обліку становить 82435,64 кВт · год. не враховуючи втрати в тягових трансформаторах, а витрата електроенергії за лічильниками електровозів складала — 76430 кВт · год. Тоді втрати в контактній мережі складають:

$$\Delta W_{кв} = \frac{82435,64 - 76430}{82435,64} \cdot 100\% = 7,28\%.$$

З врахуванням втрат в трансформаторах отримаємо [5]:

■ по підстанції П. втрати в трансформаторі ТП-2 складають 0,86 %, тоді фактичне споживання дорівнює:

$$W_{н} = \frac{69031,5 \cdot 0,86}{100} + 69031,5 = 69625,17 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

■ в трансформаторі ТП-2 на підстанції О втрати складають 1,5 %, тоді фактичне споживання дорівнює:

$$W_{н} = \frac{13612,5 \cdot 1,5}{100} + 13612,5 = 13816,69 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Сума витрат електроенергії обох підстанцій на тягу поїздів без врахування сторонніх споживачів складе

$$W_{\Sigma} = 69625,17 + 13816,69 - 208,36 = 83233,5 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

«Умовні втрати» електроенергії на дослідній ділянці з урахуванням втрат в трансформаторах склали

$$\Delta W_{тс} = \frac{83233,5 - 76430}{83233,5} \cdot 100\% = 8,17\%.$$

Висновки

З експериментального дослідження рівня умовних втрат електроенергії на дослідній ділянці можна запропонувати наступні рішення:

1. Для снижения рівня втрат необхідно один раз в квартал складати електробаланс і виявляти тенденцію в зміні витрати енергії на кожній ділянці живлення.
2. Усунути можливість несанкціонованого доступу до кіл обліку електроенергії на ЕРС.
3. Поетапно замінити інерційні лічильники електро-рухомого складу на мікропроцесорні.

Література

1. Черемисин В. Т. Контроль удельного расхода и «условных» потерь электроэнергии [Текст] / В. Т. Черемисин, С. И. Петров, А. Г. Зверев // Железнодорожный транспорт. — 2010. — № 10. — С. 47–50.
2. Броерская Н. А. О нормировании потерь электроэнергии в электрических сетях [Текст] / Н. А. Броерская,

Г. Л. Штейнбух // Электрические станции. — 2003. — № 4. — С. 24–29.

3. Хацкевич А. А. Повысить точность измерений расхода электроэнергии [Текст] / А. А. Хацкевич, Б. Д. Никифоров // Локомотив. — 2003. — № 5. — С. 39–41.
4. Кузнецов В. Г. Экспериментальная проверка величин «условных потерь» электроэнергии в контактной сети [Текст] / В. Г. Кузнецов, Ю. Н. Сергатый // Материалы II Международной научно-практической конференции «Энергосбережение на железнодорожном транспорте». — 2011. — С. 38–40.
5. Інструкція розрахунку технологічних втрат електроенергії в пристроях тягового електропостачання. Затв.: Наказ Укрзалізниці 29.05.2003 № 342-ЦЗ [Текст] / Міністерство транспорту та зв'язку України. — К., 2003. — 52 с.

У даній статті наведена інформація стосовно нового технічного рішення, що розширює діапазон параметрів насосів типу «Turo», наведені дані про результати його використання.

Ключові слова: вільновихровий насос, колесо, відвід, характеристика.

В данной статье представлена информация по новому техническому решению, расширяющему диапазон параметров насосов типа «Turo», приводятся данные о результатах его использования.

Ключевые слова: свободновихревой насос, колесо, отвод, характеристика.

This article provides information on new technical solutions that extend the range of parameters pumps «Turo», shows the results of its use.

Keywords: torque flow pump, impeller, outlet, characteristic.

ПОИСК ПУТЕЙ РАСШИРЕНИЯ ДИАПАЗОНА РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ СВОБODНОВИХРЕВЫХ НАСОСОВ ТИПА «TURO»

УДК 621.65

В. Ф. Герман

Кандидат технічних наук, доцент*

А. Г. Гусак

Кандидат технічних наук, доцент*

А. А. Евтушенко

Кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри*

В. О. Панченко

Асистент*

*Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

Сумський державний університет

вул. Римського-Корсакова 2, м. Суми, Україна, 40007

Контактний тел.: 066-296-65-29

E-mail: pan_va@mail.ru

1. Введение

Сложившаяся практика эксплуатации насосов диктует необходимость (массогабаритные характеристики, КПД, срок службы, возможность исключения режимов неустойчивой работы) внедрения динамических насосов для перекачивания различных гидросмесей. Сферы применения: жилищно-коммунальное хозяйство, горно-обогатительные и химические производства, пищевая промышленность и др.

Ниже под гидросмесью понимается: смесь технической чистой воды с газом (газожидкостная смесь — ГЖС);

смесь технической чистой воды с твердыми включениями разных размеров, видов и свойств (смесь жидкости с твердыми включениями — ТЖС). Транспортировка гидросмесей приводит к ряду нежелательных явлений при эксплуатации насосов:

При перекачивании ГЖС:

- срыв параметров насоса при превышении объемного содержания газа в смеси больше некоторой критической величины ($\beta_{кр}$);
- изменение паспортной характеристики динамического насоса под влиянием наличия газа в перекачиваемой среде.