

області – електронейтральні. У макросередовищах процеси описуються несиметричною системою рівнянь електродинаміки.

1. Пеленський Р.А. Подвійні шари магнітних зарядів як носії інформації // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2006. – № 557. – С. 156–161. 2. Барьяхтар В.Г., Иванов Б.А. В мире магнитных доменов. – К.: Наук. думка, 1986. – 159 с. 3. Юхновський І.Р. Основи квантової механіки. – К.: Либідь, 2002. – 390 с. 4. Хайкин М.С. Магнитные поверхностные уровни // УФН. – 1968. – Т. 96. – С. 409. 5. Гуревич А.Г., Мелков Г.А. Магнитные колебания и волны. – М.: Наука, 1994. – 464 с. 6. Симонов И.М. Континуальная электродинамика. – К.: Техника, 2001. – 256 с. 7. Вакарчук І.О. Квантова механіка. Львів: Вид-во Нац. ун-ту ім. І. Франка, 2004. – 783 с. 8. Енциклопедія. Фізика твердого тіла. – К.: Наук. думка, 1996. – Т. 1. – 650 с. 9. Тамм И.Е. Основы теории электричества. – М.: Наука, 1966. – 624 с. 10. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. – М.: Мир, 1987. – 420 с. 11. Гриб Н.В., Берашевич Ю.А., Борисенко В.Е. Эквивалентная электрическая схема молекулы ДНК // Микроэлектроника. – 2006. – Т. 35, № 6. – С. 463–470.

УДК 628.518

В.М. Радченко\*, Ю.Л. Шелех

\*Придністровський державний університет ім. Т.Г.Шевченка,  
кафедра електропостачання,  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра ЕПМС

## ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ЄМНОСТІ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗРОБКИ СХЕМ З ПІДВИЩЕНИМ РІВНЕМ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ

© Радченко В.М., Шелех Ю.Л., 2007

Проведено експериментальні дослідження значень ємностей побутових електроприладів та квартирної електропроводки відносно “землі”. Визначено розрахункові ємності квартир. Отримані дані необхідно використовувати під час формулювання технічних вимог для створення комунально-побутової електромережі з підвищеним рівнем електричної безпеки.

Experimental researches of values of capacities of domestic electric devices and housing electric wiring are conducted in relation to “earth”. The calculation capacities of apartments are certain. It is necessary to use finding for formulation of technical requirements for creation of communal domestic electric networks with the promoted electric strength security.

**Постановка проблеми.** У [1] обґрунтовано, що типові побутові електромережі не гарантують необхідного рівня електробезпеки під час їх експлуатації. Там само запропоновано засади синтезу електричних мереж з підвищеним рівнем електробезпеки, та сформульовано критеріальні вимоги до параметрів таких мереж.

За умовами безпосереднього та посереднього дотиків (фаза – “земля”) людини в електроустановках з номінальною напругою  $U_{ном}$  більшою, ніж допустима для певної тривалості  $t$  дії напруга дотику  $U_{h\ доп}(t)$  [1], людина буде в безпеці, якщо

$$U_h(\vec{P}, t) \leq U_{h\ доп}(t), \quad (1)$$

де  $U_h(\vec{P}, t)$  – значення напруги дотику, що є функцією тривалості  $t$  дії напруги та параметричного вектора  $\vec{P}$ , компоненти якого – фізичні величини, що визначають значення напруги дотику, зокрема, еквівалентна ЕРС та внутрішній опір джерела живлення щодо точки дотику, опір тіла людини в конкретних умовах і обставинах ураження.

Визначальним параметром, що обумовлює конкретне значення внутрішнього опору джерела живлення відносно точки дотику є розрахункова ємність фази мережі з електроприймачами стосовно “землі” [2, 3]. Ця ємність визначається як сума ємностей окремих електроприймачів, окремих ділянок мережі. У зв’язку з тим, що в типових побутових мережах електроприймачі, підмикали завжди між фазним та нульовим проводами, а останній завжди має з’єднання з уземлювачем, ємності окремих електроприймачів відносно “землі” ніколи не вимірювали.

**Задача досліджень.** Встановити перелік електроприймачів, які найчастіше використовують в побуті, їх максимальну та мінімальну кількість, заміряти ємності електроприймачів відносно “землі” (по трьох фазах), та на їх підставі визначити розрахункові ємності квартири, поверху, під’їзду.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проведені на прикладі двох будинків у місті Тирасполі:

- перший – 60-квартирний п’ятиповерховий будинок, на кожному з поверхів якого знаходяться одна квартира однокімнатна, одна квартира двокімнатна та одна квартира трикімнатна;
- другий – 85-квартирний 17-поверховий будинок, на кожному з поверхів якого знаходяться одна квартира однокімнатна, дві квартири двокімнатні та дві квартири трикімнатні.

Замірювали ємності та активний опір ізоляції електропроводки та електроприймачів проводили з використанням приладу для вимірювання ємностей та індуктивностей “Mastech MY 6243@” (Японія), ампервольтметра UNIT M8906 (Японія), ємнісного моста Е 8-12 та мегомметра Ф 4102/1-1 М з напругою 2,5 кВ. Схема вимірювання показана на рис. 1. Значенням ємності між проводами електропроводки, що зашунтовані опором  $Z_{EP}$  електроприймача, нехтуємо.

Під час відімкненого SA вимірювали ємність  $C_1$ , коли SA увімкнений – ємність  $2(C_1 + C_2)$ . Значення активного опору ізоляції електропроводки коливались в межах від 100 кОм (підвальні приміщення) до 1 ГОм.

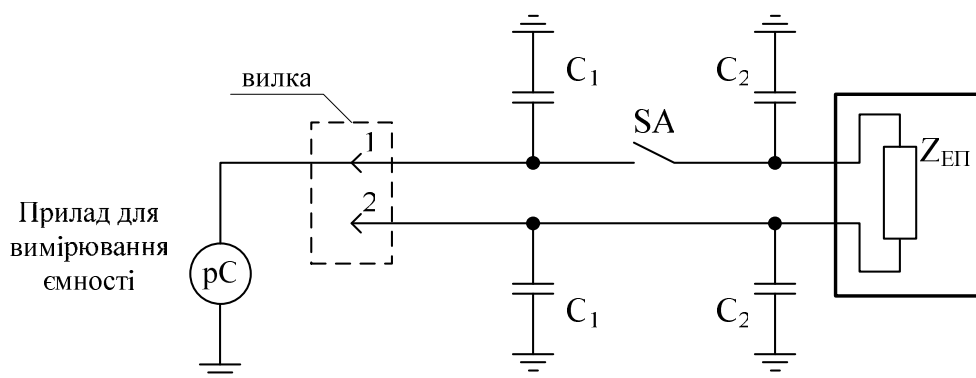


Рис. 1. Схема для вимірювання ємностей електроприймачів відносно “землі”:  
 $C_1$  – ємність одного живильного проводу електрообладнання; SA – вимкнений;  
 $2C_2$  – ємність електроприймача;  $Z_{EP}$  – повний опір електроприймача

Результати замірювань значень ємностей побутових електроприймачів відносно “землі” наведено в табл. 1.

## Ємність побутових електроприймачів

| № з/п | Назва побутового приладу                                           | С(нФ)         | Стан SA         |
|-------|--------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| 1     | 2                                                                  | 3             | 4               |
| 1     | Магнітола "Panasonic"                                              | 0,08<br>4,10  | Вимк.<br>Увімк. |
| 2     | Кондиціонер побут. БК 1500, P=1200 Вт                              | 0,2<br>9600   | Вимк.<br>Увімк. |
| 3     | Чайник "Domotec" mod MC-3321, ФРН, P=2 кВт                         | 0,12          | Увімк.          |
| 4     | Праска "Keur" type HI 312, Сінгапур, P=1450 Вт                     | 0,109         | Увімк.          |
| 5     | Чайник побутовий, P=1000 Вт                                        | 0,12          | Увімк.          |
| 6     | Джерело живлення БЗ-30                                             | 0,2<br>3      | Вимк.<br>Увімк. |
| 7     | Ел.двигун побутового магнітофона КД-4, P=6 Вт                      | 0,10          | Увімк.          |
| 8     | Музичний центр "Panasonic" RX-E820                                 | 0,1<br>5,58   | Вимк.<br>Увімк. |
| 9     | Світильник побутовий 60 Вт, 220 В                                  | 0,1<br>0,122  | Вимк.<br>Увімк. |
| 10    | Вентилятор побутовий                                               | 0,1<br>0,365  | Вимк.<br>Увімк. |
| 11    | Подовжувач побутовий на 3 розетки                                  | 0,28-0,34     | Увімк.          |
| 12    | Блок живлення notebook Inspiro, імпульсний 220 В, 1,5 А            | 0,1<br>1,85   | Вимк.<br>Увімк. |
| 13    | Телевізор "Електрон 51" ТЦ-423 ДИ Джерело живлення імпульсне 75 Вт | 0,12<br>108   | Вимк.<br>Увімк. |
| 14    | Холодильник "Ardo" FOP 28A-2                                       | 0,3<br>0,55   | Вимк.<br>Увімк. |
| 15    | Пилосос "Bosch" BSA 220                                            | 0,08<br>0,5   | Вимк.<br>Увімк. |
| 16    | Лампа настільна                                                    | 0,08<br>0,14  | Вимк.<br>Увімк. |
| 17    | Комп'ютер "Celeron" (233) + монітор + блок живлення                | 0,75<br>5000  | Вимк.<br>Увімк. |
| 18    | Принтер "Canon"                                                    | 0,17<br>95,5  | Вимк.<br>Увімк. |
| 19    | Принтер "Oki"                                                      | 0,17<br>260   | Вимк.<br>Увімк. |
| 20    | Лампа настільна люмінесцентна                                      | 0,08<br>0,23  | Вимк.<br>Увімк. |
| 21    | Нагрівач спіральний (ел. камін) ЕК-1, потужн. 1000 Вт              | 0<br>0,13     | Вимк.<br>Увімк. |
| 22    | Електрочайник                                                      | 0,08<br>0,124 | Вимк.<br>Увімк. |
| 23    | Телевізор "LG@Golden Eye"                                          | 0,08<br>8450  | Вимк.<br>Увімк. |
| 24    | Відеомагнітофон "Goldstar"                                         | 0,1<br>0,8    | Вимк.<br>Увімк. |
| 25    | Самовар                                                            | 0,12<br>0,155 | Вимк.<br>Увімк. |
| 26    | Телевізор "Берізка" (37 см діагональ)                              | 0,1<br>238    | Вимк.<br>Увімк. |

| 1  | 2                                                                                | 3                               | 4                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 27 | Електроплита “Лисьва – 15” (3 Конфорки: 2 Конфорки – 1,8 кВт 1 конфорка – 1 кВт) | 0,12<br>0,190<br>0,136          | Вимк. усі<br>Увімк. освітл. духовки<br>Полож. дух 1 |
|    | 1 духовка, максимальна потужність 2,8 кВт).                                      | 0,208                           | 2                                                   |
|    |                                                                                  | 0,185                           | 3                                                   |
|    |                                                                                  | 0,318                           | 4                                                   |
|    | Конфорки потужністю 1,0 кВт –                                                    | 0,0360                          | Конф. полож. 1                                      |
|    |                                                                                  | 0,0940                          | 2                                                   |
|    |                                                                                  | 0,157                           | 3                                                   |
|    | Конфорки потужністю 1,8 кВт –                                                    | 0,182                           | 4                                                   |
|    |                                                                                  | 0,239                           | 5                                                   |
|    |                                                                                  | 0,308                           | 6                                                   |
|    |                                                                                  | 0,0520                          | Конф. полож. 1                                      |
|    |                                                                                  | 0,171                           | 2                                                   |
|    | Конфорки потужністю 1,8 кВт –                                                    | 0,229                           | 3                                                   |
|    |                                                                                  | 0,260                           | 4                                                   |
|    |                                                                                  | 0,307                           | 5                                                   |
|    |                                                                                  | 0,385                           | 6                                                   |
| 28 | Холодильник “Дніпро 2МС”                                                         | 0,13<br>0,3                     | Вимк.<br>Увімк.                                     |
| 29 | Бра                                                                              | 0,07<br>0,13                    | Вимк.<br>Увімк.                                     |
| 30 | Телевізор “Електрон 386Д”                                                        | 0,06<br>664                     | Вимк.<br>Увімк.                                     |
| 31 | Фен побутовий “Ciatronic”                                                        | 0,068<br>0,138<br>0,165         | Положення: Вимк. 0<br>1<br>2                        |
| 32 | Електрорушник                                                                    | 0,091<br>0,121                  | Вимк.<br>Увімк.                                     |
| 33 | Кип’ятильник – 0.6 кВт<br>1.0 кВт                                                | 0,122<br>0,13                   | Увімк.<br>Увімк.                                    |
| 34 | Плойка                                                                           | 0,06<br>0,135                   | Вимк.<br>Увімк.                                     |
| 35 | Бойлер “Тпегтех”                                                                 | 0,16<br>0,19                    | Вимк.<br>Увімк.                                     |
| 36 | Вентилятор “Crown”                                                               | 0,08<br>0,167<br>0,109<br>0,106 | Вимк.<br>Положення – 1<br>2<br>3                    |
| 37 | Пральна машина “Рига”                                                            | 0,27<br>0,34                    | Вимк.<br>Увімк.                                     |
| 38 | Електрокамін “Оріон” 1.2 кВт                                                     | 0,13<br>0,15<br>0,18<br>0,19    | Вимк.<br>Увімк. 1<br>2<br>1+2                       |
| 39 | Морозильник                                                                      | 0,12<br>0,37                    | Вимк.<br>Увімк.                                     |
| 40 | Електричний дзвоник                                                              | 0<br>0,12                       | Вимк.<br>Увімк.                                     |
| 41 | Посудомийна машина                                                               | 0,09<br>0,38                    | Вимк.<br>Увімк.                                     |

| 1  | 2                 | 3            | 4               |
|----|-------------------|--------------|-----------------|
| 42 | Електровафельниця | 0<br>0,12    | Вимк.<br>Увімк. |
| 43 | Паяльник          | 0<br>0,12    | Вимк.<br>Увімк. |
| 44 | Електрокофемолка  | 0,08<br>0,25 | Вимк.<br>Увімк. |
| 45 | Гладильний прес   | 0<br>0,13    | Вимк.<br>Увімк. |
| 46 | Мікрохвильова піч | 0<br>0,16    | Вимк.<br>Увімк. |

Результати аналізу кількісного та якісного складу побутових електроприймачів в квартирах наведено в табл. 2.

Таблиця 2

## Наявність побутових електроприймачів у квартирах

| № з/п | Назви приладів        | Трикімн. квартира |      | Двокімн. квартира |      | Однокімн. квартира |      |
|-------|-----------------------|-------------------|------|-------------------|------|--------------------|------|
|       |                       | макс.             | мін. | макс.             | мін. | макс.              | мін. |
| 1     | Кондиціонер           | 2                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 2     | Вентилятор"           | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 3     | Телевізор кольоровий  | 2                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 4     | Музичний центр        | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 5     | Електрокамін          | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 6     | Лампа настільна       | 3                 | 2    | 2                 | 1    | 1                  | 1    |
| 7     | Пилосос               | 1                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | 1    |
| 8     | Пральна машина        | 1                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | 1    |
| 9     | Бра                   | 3                 | 1    | 2                 | 1    | 1                  | 1    |
| 10    | Електрокавомолка      | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 11    | Електрофен            | 1                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | 1    |
| 12    | Паяльник              | 1                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | -    |
| 13    | Праска                | 1                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | 1    |
| 14    | Плойка                | 1                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | 1    |
| 15    | Бойлер                | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 16    | Мікрохвильова піч     | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 17    | Електроплита          | 1                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | 1    |
| 18    | Подовжувач            | 2                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | -    |
| 19    | Відеомагнітофон       | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 20    | Холодильник           | 2                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | 1    |
| 21    | Морозильник           | 1                 | -    | 1                 | -    |                    | -    |
| 22    | Електродзвінок        | 1                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | 1    |
| 23    | Комп'ютер             | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 24    | Кип'ятильник          | 1                 | 1    | 1                 | -    | 1                  | 1    |
| 25    | Принтер               | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 26    | Електровафельниця     | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 27    | Телевізор чорно-білий | 1                 | 1    | 1                 | 1    | 1                  | 1    |
| 28    | Самовар               | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 29    | Електрочайник         | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 30    | Посудомийна машина    | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |
| 31    | Гладильний прес       | 1                 | -    | 1                 | -    | 1                  | -    |

З врахуванням даних табл. 1–2 були визначені діапазони можливих ємностей побутових електроприймачів відносно “землі”, значення яких наведені в табл. 3. За максимум приймається найбільша можлива кількість електроприймачів у квартирах, відповідно за мінімум – найменша. П’ятиповерховий будинок відрізняється від 17-поверхового лише відсутністю електроплит, тобто наявністю газових плит.

Таблиця 3

**Діапазон значень сумарних ємностей побутових електроприймачів у квартирах будинків**

| Кількість кімнат<br>у квартирі | Ємність, нФ |         | Примітка<br><br>2(C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub> ) |
|--------------------------------|-------------|---------|----------------------------------------------------|
|                                | макс.       | мін.    |                                                    |
| 17-ти поверховий будинок       |             |         |                                                    |
| 3                              | 41610,563   | 240,894 | С <sub>прийм.</sub> 17-3                           |
| 2                              | 23559,683   | 240,754 | С <sub>прийм.</sub> 17-2                           |
| 1                              | 23559,043   | 240,324 | С <sub>прийм.</sub> 17-1                           |
| 5-ти поверховий будинок        |             |         |                                                    |
| 3                              | 41610,178   | 240,509 | С <sub>прийм.</sub> 5-3                            |
| 2                              | 23559,298   | 240,369 | С <sub>прийм.</sub> 5-2                            |
| 1                              | 23558,658   | 239,939 | С <sub>прийм.</sub> 5-1                            |

Примітка: С<sub>прийм.</sub> – сумарна ємність електроприймачів у квартирі відносно “землі”, перша цифра – тип будинку (кількість поверхів), друга цифра – кількість кімнат у квартирі.

Окремо замірювали ємності електропроводки квартир (від щитка на поверсі). У 17-поверховому будинку через різну віддачу від щитка є ближні і дальні три- та двокімнатні квартири. Дані наведено в табл. 4.

Таблиця 4

**Сумарні ємності електропроводки відносно “землі” квартир будинків, нФ**

| 17-поверховий будинок   |             |        |             |        |              |
|-------------------------|-------------|--------|-------------|--------|--------------|
|                         | трикімнатна |        | двокімнатна |        | однокімнатна |
| Розміщення              | ближня      | дальня | Ближня      | дальня |              |
| Плити                   | 0,95        | 1,48   | 0,85        | 1,8    | 0,9          |
| Розетки                 | 4,5         | 4,8    | 3,3         | 3,5    | 2,6          |
| Освітлення              | 3,5         | 3,8    | 2,7         | 3,0    | 1,9          |
| Разом по квартирах      | 8,95        | 10,08  | 6,85        | 8,3    | 5,4          |
| п’ятиповерховий будинок |             |        |             |        |              |
| Розетки                 | 4,53        |        | 4,06        |        | 3,43         |
| Освітлення              | 3,6         |        | 3,2         |        | 2,6          |
| Разом по квартирах      | 8,13        |        | 7,26        |        | 6,03         |

Наведені вище дані дозволили скласти підсумкову таблицю (табл. 5) можливого діапазону ємностей загалом для різних квартир з їх електропроводкою (надалі – ємність квартири).

**Сумарна ємність поверху житлового будинку (С<sub>п</sub>, далі ємність поверху) дорівнюватиме:**

Для 17-поверхового будинку:

$$C_{П17\max} = C_{17-1\max} + 2C_{17-2\max} + 2C_{17-3\max}$$

$$C_{П17\min} = C_{17-1\min} + 2C_{17-2\min} + 2C_{17-3\min}$$

Для п’ятиповерхового будинку:

$$C_{П5\max} = C_{5-1\max} + C_{5-2\max} + C_{5-3\max}$$

$$C_{П5\min} = C_{5-1\min} + C_{5-2\min} + C_{5-3\min}$$

Таблиця 5

## Діапазон сумарних ємностей відносно “землі” квартир будинків

| Кількість кімнат<br>у квартирі | Ємність, нФ             |           |         |         | Примітка          |
|--------------------------------|-------------------------|-----------|---------|---------|-------------------|
|                                | 17-поверховий будинок   |           |         |         |                   |
|                                | макс.                   |           | мін.    |         |                   |
|                                | ближня                  | дальня    | Ближня  | дальня  |                   |
| 3                              | 41619,513               | 41620,643 | 249,844 | 250,974 | C <sub>17-3</sub> |
| 2                              | 23566,533               | 23567,983 | 247,604 | 249,054 | C <sub>17-2</sub> |
| 1                              | 23564,443               |           | 245,724 |         | C <sub>17-1</sub> |
|                                | п'ятиповерховий будинок |           |         |         |                   |
|                                | макс.                   |           | мін.    |         |                   |
| 3                              | 41618,308               |           | 248,639 |         | C <sub>5-3</sub>  |
| 2                              | 23566,558               |           | 247,629 |         | C <sub>5-2</sub>  |
| 1                              | 23564,688               |           | 245,969 |         | C <sub>5-1</sub>  |

Ємність поверху наведена в табл. 6.

Таблиця 6

## Діапазон ємності поверху

| Кількість поверхів будинку | Ємність, нФ |         | Примітка         |
|----------------------------|-------------|---------|------------------|
|                            | макс.       | мін.    |                  |
| 17-типоверховий            | 153939,115  | 1243,2  | C <sub>П17</sub> |
| п'ятиповерховий            | 88749,554   | 742,237 | C <sub>П5</sub>  |

**Сумарна ємність квартир під'їзду** (C<sub>під</sub>, далі ємність під'їзду) дорівнюватиме сумі ємності поверхів з врахуванням ємності електропроводки, яка живить щитки на поверхах.

На ділянках від ВРП (ввідний розподільчий пристрій) до щитка на поверсі, де не було можливості замірювати, ємність електропроводів відносно “землі” визначали за погонною ємністю (нФ/м). Погонну ємність визначали в лабораторних умовах за схемою рис. 2 для кожного типу і перерізу проводів, якими виконаний електромонтаж. Була зроблена перевірка дослідних даних за формулою [4]

$$C \cong \frac{2\pi\epsilon \cdot l}{\ln \frac{l}{a} - 0.3069 - \frac{0.1775}{\ln \frac{l}{a}} - \frac{0.5519}{\left(\ln \frac{l}{a}\right)^2}}, \quad (2)$$

де  $l$  – довжина проводу;  $a$  – радіус жили проводу;  $\epsilon$  – діелектрична проникність повітря.

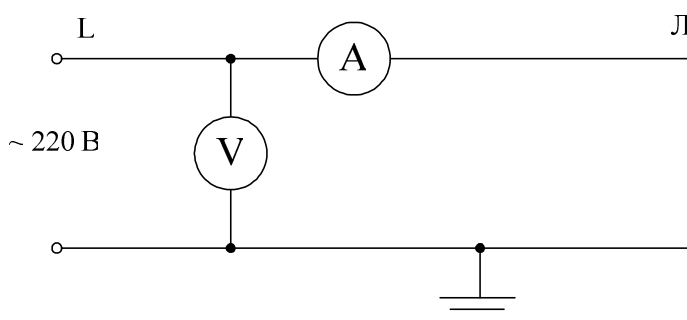


Рис. 2. Схема ввімкнення вимірювачів: мікроамперметр РА і вольтметра PV під час вимірювання ємності електропроводки відносно “землі”

Погонні ємності для електропроводів різного перерізу наведені в табл. 7.

Таблиця 7

**Погонні ємності електропроводів**

| Переріз проводу, мм <sup>2</sup>        | 1,5   | 2,5   | 4,0   | 6,0  | 10,0 | 16,0 | 25,0  | 35,0  | 50,0  | 70,0  |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Погонна ємність (C <sub>0</sub> ), пФ/м | 8,008 | 8,318 | 8,803 | 8,91 | 9,29 | 9,9  | 10,06 | 10,39 | 10,75 | 11,11 |

**Ємність на виводі з ВРП в будинок**

*17-поверховий будинок.*

Електропостачання будинку здійснюється чотирипроводною мережею з глухим заземленням нейтралі. Є два робочі вводи. Один для живлення електроприймачів квартир. Другий – живлення загальнобудинкових навантажень. На вході в будинок розташований груповий щиток ГРЩ (ВРП-1-14-20). Були заміряні ємності за схемою рис. 2 відносно “землі” всіх живильних електропроводів від ВРП-1 до електроприймачів. Отримані дані для кожної живильної лінії (ЖЛ) наведені в табл. 8.

Таблиця 8

**Ємності живильних ліній**

| № ПЛ | Електроприймачі                                                         | Ємність, нФ |
|------|-------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1    | Дві двокімнатні і одна однокімнатна квартира на 2–9 поверхах            | 6,82        |
| 2    | Дві двокімнатні і одна однокімнатна квартира на 10–17 поверхах          | 8,32        |
| 3    | Усі квартири першого поверху і дві трикімнатні квартири на 2–9 поверхах | 6,82        |
| 4    | Дві трикімнатні квартири на 10–17 поверхах                              | 8,32        |
| 5    | Машинний зал пасажирського ліфта                                        | 10,06       |
| 6    | Машинний зал вантажного ліфта                                           | 10,06       |
| 7    | Горище                                                                  | 8,56        |
| 8    | Освітлення балкона і вхідного тамбура                                   | 11,1        |
| 9    | Освітлення приміщення для сміттєзбиральника                             | 9,9         |
| 10   | Освітлення коридору (1-го)                                              | 8,96        |
| 11   | Освітлення коридору (2-го)                                              | 10,06       |
| 12   | Освітлення коридору (3-го)                                              | 8,7         |
| 13   | Освітлення сходової клітки                                              | 6,56        |
| 14   | Підсилювальна станція                                                   | 5,78        |
| 15   | Освітлення електрощитової                                               | 3,4         |
| 16   | Освітлення тех. підвалу                                                 | 28,2        |
| 17   | Аварійне освітлення сходової клітки                                     | 6,82        |
| 18   | Аварійне освітлення балкона і тамбура                                   | 5,54        |
| 19   | Аварійне освітлення коридору і електрощитової                           | 8,3         |
|      | ПІДСУМОК, C <sub>ЖЛ17-1</sub>                                           | 172,28      |

*П'ятиповерховий будинок.*

Електропостачання під'їзду від ввідного розподільного пристрою (шафи типу ВРП-1–25) встановленого на першому поверсі сходової клітки третього під'їзду здійснюється чотирма електропроводами АПВ-25 (живлення електроприймачів квартири) і двома проводами АПВ-2,5 (освітлення сходових майданчиків і підвалу). Ємність електропроводів від ВРП до під'їзду і по під'їзду наведена в табл. 9.

Таблиця 9

## Сумарна ємність електропроводки відносно “землі” по під’їзду

| № під’їзду  | Ємність, нФ      |                                        |        | Примітка<br>(2-га цифра – номер під’їзду) |
|-------------|------------------|----------------------------------------|--------|-------------------------------------------|
|             | Живлення квартир | Живлення освітлення поверхів і підвалу | Всього |                                           |
| Під’їзд № 1 | 0,473            | 0,399                                  | 0,872  | C <sub>ЖЛ15-1</sub>                       |
| Під’їзд № 2 | 0,282            | 0,399                                  | 0,681  | C <sub>ЖЛ15-2</sub>                       |
| Під’їзд № 3 | 0,12             | 0,399                                  | 0,519  | C <sub>ЖЛ15-3</sub>                       |
| Під’їзд № 4 | 0,272            | 0,399                                  | 0,671  | C <sub>ЖЛ15-4</sub>                       |

Сумарна ємність під’їзду (де і – номер під’їзду):

$$C_{\text{ПД17}} = C_{\text{П17}} \cdot 17 + C_{\text{ЖЛ17-1}}$$

$$C_{\text{ПД5-i}} = C_{\text{П5}} \cdot 5 + C_{\text{ЖЛ15-i}}$$

Таблиця 10

## Діапазон сумарних ємностей під’їзду

| Кількість поверхів будинку      | Ємність, нФ |          | Примітка           |
|---------------------------------|-------------|----------|--------------------|
|                                 | макс.       | мін.     |                    |
| 17-поверховий                   | 2616964,955 | 21134,4  | C <sub>ПД17</sub>  |
| п’ятиповерховий,<br>1-й під’їзд | 443748,642  | 3712,057 | C <sub>ПД5-1</sub> |
| 2-й під’їзд                     | 443748,451  | 3711,866 | C <sub>ПД5-2</sub> |
| 3-й під’їзд                     | 443748,289  | 3711,704 | C <sub>ПД5-3</sub> |
| 4-й під’їзд                     | 443748,441  | 3711,856 | C <sub>ПД5-4</sub> |

Сумарна ємність на шинах ВРП дорівнюватиме сумі ємностей під’їздів

$$C_{17} = C_{\text{ПД17}},$$

$$C_5 = C_{\text{ПД5-1}} + C_{\text{ПД5-2}} + C_{\text{ПД5-3}} + C_{\text{ПД5-4}}.$$

Таблиця 11

## Сумарні розрахункові ємності відносно “землі” досліджуваних мереж

| Кількість поверхів будинку | Ємність, нФ |           |
|----------------------------|-------------|-----------|
|                            | макс.       | мін.      |
| 17-поверховий              | 2617137,235 | 21306,68  |
| п’ятиповерховий            | 1774993,823 | 14847,483 |

Обов’язково потрібно врахувати, що сумарна розрахункова ємність (табл. 11) наведена для трьох фаз електричної мережі. Під час моделювання шестипровідної електричної мережі з гарантованим рівнем електробезпеки необхідно брати 1/6 розрахункової ємності для кожного дроту.

**Висновки.** Вперше детально проаналізовано значення ємностей побутових електроприймачів. Результати проведених експериментальних досліджень є базою для формулювання вимог до схем та параметрів елементів побутової електричної мережі з гарантованим рівнем електробезпеки.

1. Маліновський А.А. Безпека взаємодії людини з електричними установками. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2004. – 188 с. 2. Гутаревич О.Т., Маліновський А.А., Никоненко Л.О., Шелех Ю.Л. Обґрунтування параметрів мережі з гарантованим рівнем електробезпеки за умовами аварійного режиму електроустановок // Енергетика і електрифікація. – 2002. – № 7. – С. 40–44. 3. Гутаревич О.Т., Маліновський А.А., Никоненко Л.О., Шелех Ю.Л. Обґрунтування параметрів мережі з гарантованим рівнем електробезпеки напругою до 1000 В за умови безпечного

дотику до струмовідних частин у нормальному режимі установки // *Енергетика і електрифікація*. – 2002. – № 8. – С. 47–51. 4. Иосель Ю.Я., Кочанов Э.С., Струнский М.Г. *Расчёт электрической ёмкости*. – М.: Энергия, 1969.

УДК 621.313

Й.Р. Селепина

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра ТЗЕ

## ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА З НЕЛІНІЙНОСТЯМИ В КОЛІ СТАТОРА

© Селепина Й.Р., 2007

**Розглянуто характеристики асинхронного електропривода на базі асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором і включенням у роз’єднання спільної точки статора несиметричного мостового випрямляча.**

**In this article are considered the characteristics of the electric drive on the basis of the asynchronous engine with a short-circuited rotor, with the asymmetrical bridge rectifier, which is included in the disconnected general point of stator.**

**Постановка проблеми.** У технічних пристроях автоматики технологічних механізмів використовують асинхронні двигуни (АД) з короткозамкненим ротором, що працюють у короткотривалих режимах роботи як виконавчі механізми. Для підвищення техніко-економічних показників роботи пристроїв їх частота обертання (частота обертання ротора АД) повинна бути керованою. Регулювання частоти обертання АД з короткозамкненим ротором здійснюють, використовуючи різні способи, зокрема, застосуванням перетворювачів частоти на базі транзисторних інверторів з регулюванням напруги і частоти статора двигуна за заданим законом, застосуванням регуляторів змінної напруги статора тощо. Одним із засобів регулювання частоти обертання ротора в діапазоні від нуля до номінального значення є включення нелінійних опорів (діодів та тиристорів), з’єднаних у вигляді шестипульсної схеми, вхід якої з’єднується з кінцями обмотки статора, а вихід закорочується через тиристор або резистор (включення моста в роз’єднання загальної точки статора). Проблема регулювання частоти в технологічних пристроях є актуальним завданням, тому що дозволяє покращити режими роботи всього технологічного обладнання, з яким працює такий АД, та зменшує втрати енергії у всій системі. Тому дуже актуальним є дослідження характеристик АД при різних способах регулювання частоти обертання його ротора з урахуванням вартості, складності перетворювачів і техніко-економічних показників роботи всієї системи.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Процеси в електромашинних системах з напівпровідниковими перетворювачами ґрунтовно досліджені в роботах О.Г. Плахтини. Спеціальні режими роботи асинхронних двигунів досліджували в роботах Л.П. Петрова, П.Ф. Вербоного, А.П. Заболотного. Проте ці дослідження стосуються роботи електромашинних систем у тривалих режимах роботи під час застосування автономних перетворювачів зі складними системами керування або стосуються досліджень тільки пускових чи спеціальних режимів АД. У виконавчих електропроводах автоматики, що працюють у короткочасному режимі, необхідно мати прості, надійні схеми, які дозволяють здійснювати не тільки пуск двигуна, але й регулювання частоти обертання до заданого значення (нижче від номінального чи такого, що дорівнює номінальному).