

В.С. Дзюбан, С.А. Руссиян, О.В. Горохов

**АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ПРОМИСЛОВИХ ВИПРОБУВАНЬ У ЛАНЦІ РЕАГУЮЧОГО
ОРГАНУ АПАРАТА ЗАХИСТУ ВІД ВИТОКІВ СТРУМУ
НА ЗЕМЛЮ ТИПУ АЗУР-5**

Методика досліджень та обґрунтування структури і параметрів технічного засобу визначення оперативного параметру апарату АЗУР-5. Комп'ютерна модель дослідження впливу зовнішніх параметрів.

К л ю ч о в і с л о в а: витокі струму на землю, апарат захисту, оперативний параметр, структура технічного засобу, мережа з напругою 3300 В.

Методика исследований и обоснования структуры и параметров технического способа определения оперативного параметра аппарата АЗУР-5. Компьютерная модель исследования влияния внешних параметров.

К л ю ч е в ы е с л о в а: утечки тока на землю, аппарат защиты, оперативный параметр, структура технического средства, сеть с напряжением 3300 В.

Постановка проблеми. Існуюча тенденція щодо поступового підвищення номінальної потужності електроприладів технологічних установок шахти обумовлює доцільність переведення її дільничних електромереж на підвищені рівні номінальної лінійної напруги (з метою мінімізації втрат напруги в активно-індуктивних опорах комплектної трансформаторної підстанції (КТП) та кабелів при протіканні струму навантаження). Враховуючи на світовий досвід і рекомендовані потужності перспективних електроприладів гірничих машин та інших технологічних установок шахтної дільниці, слід передбачити, що наступним значенням номінальної діючої лінійної напруги шахтного дільничного електротехнічного комплексу буде 3,3 кВ [1].

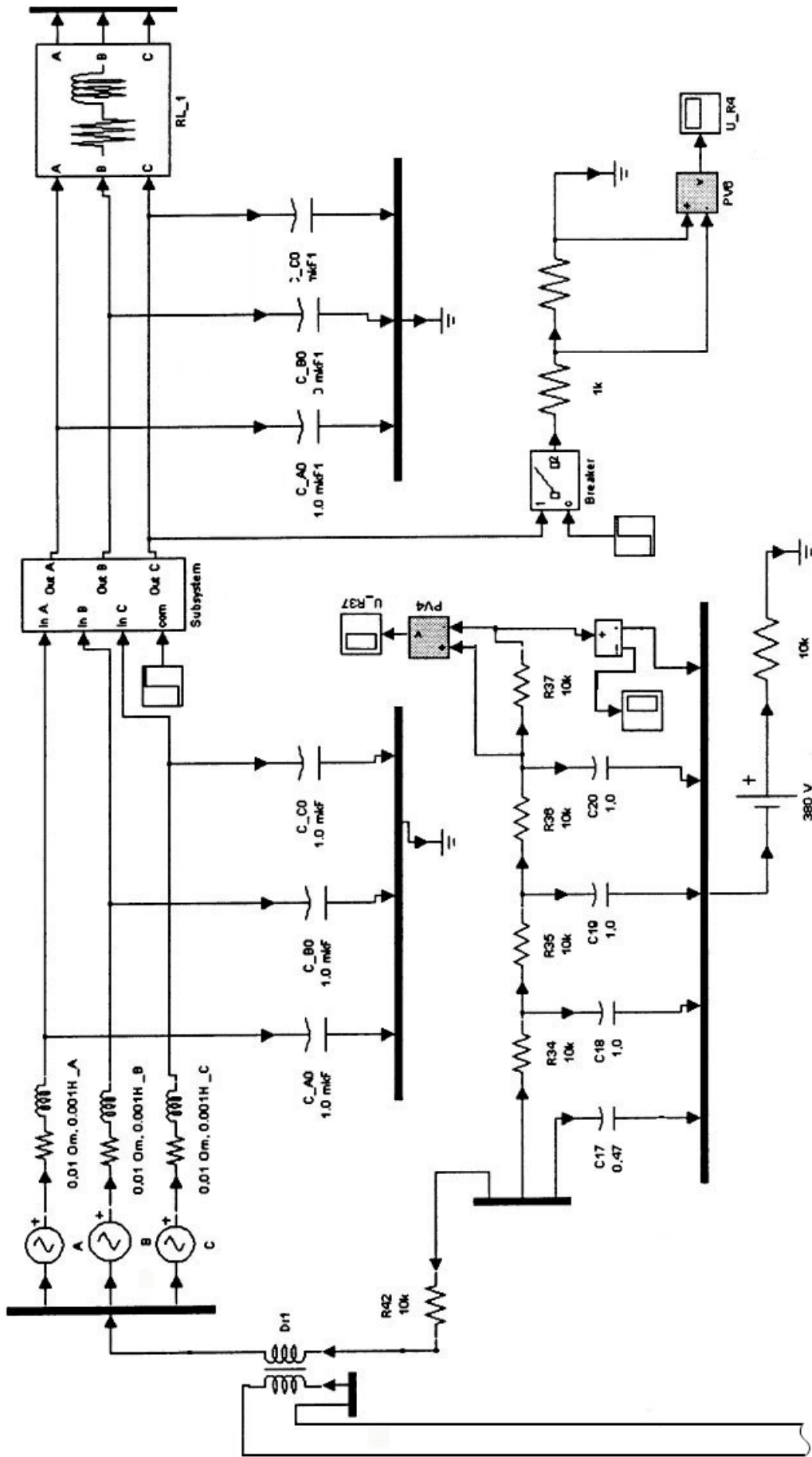
Аналіз досліджень і публікацій. Результати досліджень перехідних процесів у дільничних електричних мережах, що впливають на роботу апаратів захисту (АЗ) від витоків струму на землю, розглянуті в [2]. Ці дослідження проводилися стосовно до електричних мереж переважно при напрузі 660 В і з подальшого поширення на мережі з напругою 1140 В. При напрузі 3,3 кВ істотно змінилася система захисту та приєднання АЗ до мережі, зокрема комутаційний апарат АЗ підключається до обмоток трансфо-

рматора КТП. Це дозволяє підключити його до нульової точки трансформатора, а не до фаз мережі. Забезпечення необхідної швидкодії 50 мс вирішується запровадженням додаткового виконавчого органу [2]. У цілому створюється структура принципово нового засобу захисту від витоків струму на землю в шахтній дільничній мережі напругою 3,3 кВ – апарату АЗУР-5, схема якого має суттєві відмінності від схем АЗУР-1 та АЗУР-4 і потребує додаткових досліджень щодо впливу на неї комутаційних перехідних процесів дільничної мережі.

Мета статті. Аналіз особливості впливу факторів, обумовлених конфігурацією електромережі дільниці шахти, на зміну оперативного параметра АЗ від витоків струму на землю типу АЗУР-5 при комутації кабельного відгалуження.

Результати дослідження. В умовах застосування високої напруги (3,3 кВ) параметри швидкодії захисного знеструмлення дільничної мережі мають бути ще більш підвищені. Аналіз схемних рішень, запроваджених при проектуванні АЗУР-5, свідчить про раціональність застосування засобів прискореного виявлення стану витоків струму на землю на основі виміру швидкості його наростання. Розглянемо властивості схеми, основаної на вимірі першої похідної оперативного струму, перетвореного у випрямлену напругу пропорційного значення. Комп'ютерна модель вузла форсованого визначення стану витоків струму на землю в дільничній мережі (рисунок 1) запропонована з метою визначення його функціональних властивостей при застосуванні в складі схеми АЗ від витоків струму на землю в трифазній промисловій мережі напругою 3,3 кВ і передбачає перетворення параметра, пропорційного силі оперативного струму АЗ, у пропорційну за значенням випрямлену напругу з подальшою реакцією на швидкість її зміни. Звісно, модель передбачає відповідність значень активного і ємнісного опорів ізоляції мережі реальним, типовим для сучасних шахтних дільничних електромереж.

Аналіз параметрів струму витоків на землю (при виникненні кола витоків в момент t_I , при опорі точці витоків $R_{ВИТ}=1$ кОм) та реакції схеми на утворення стану витоків струму на землю (рисунок 2) дозволяє зробити висновки про відповідність властивостей засобу форсування визначення стану витоків струму вимогам прискорення захисного знеструмлення мережі і наявності складової підвищеної частоти в параметрі напруги на компенсуючому дроселі. Це кореспондується з раніш прийнятими припущеннями про те, що імпульс впливу на резистор реагуючого органу апарату АЗУР-5 може бути представлений сукупністю гармонік напруги, частота яких перевищує 100 Гц [3].



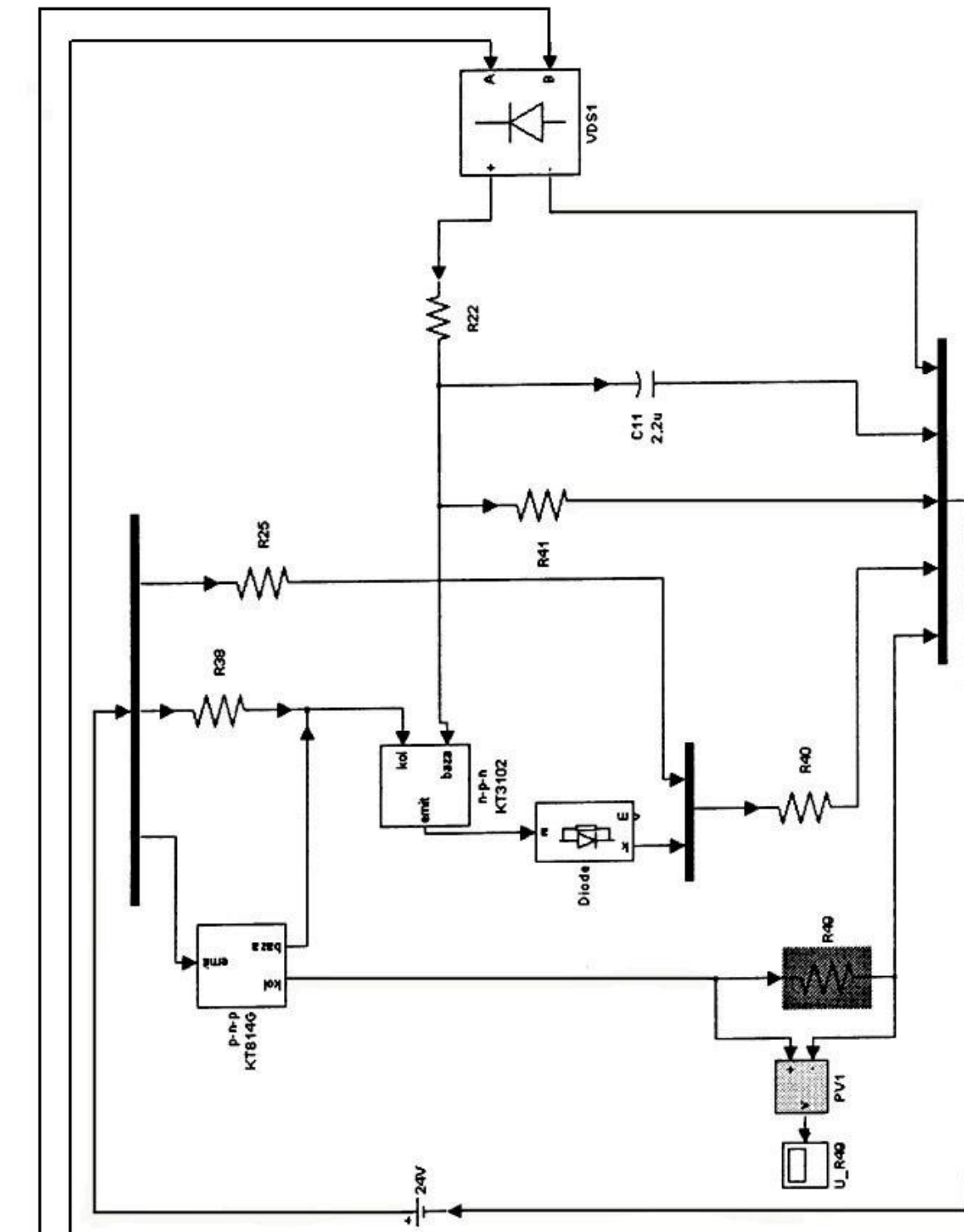


Рисунок – 1 Комп'ютерна модель вузла форсування та фільтру низької частоти, що полягає з чотирьох RC-секцій для визначення терміну захисного спрацювання АЗУР-5

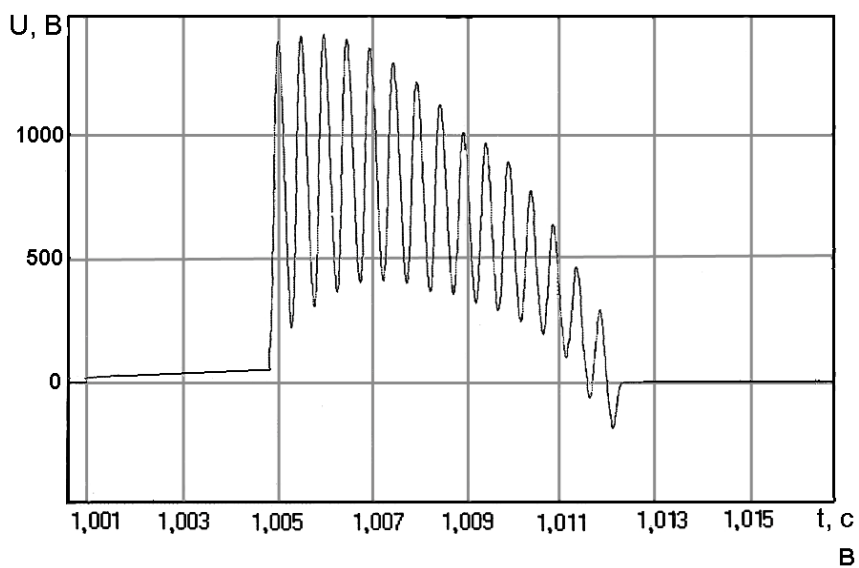
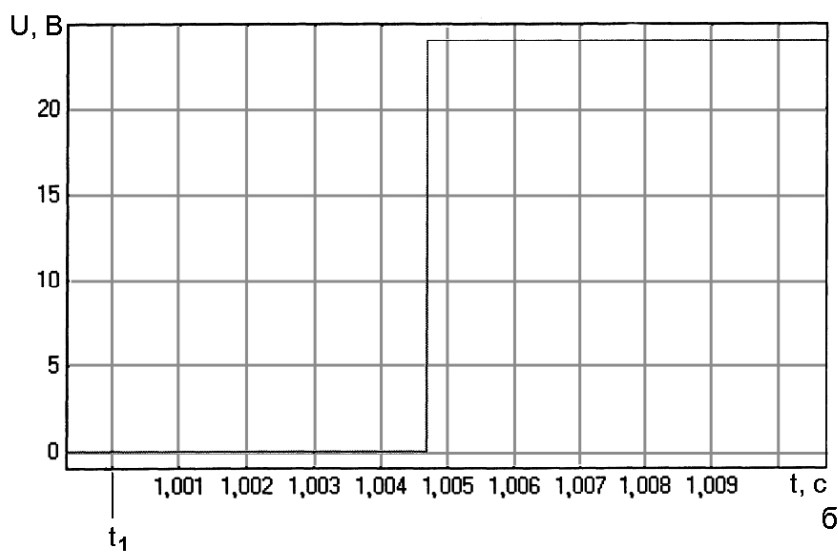
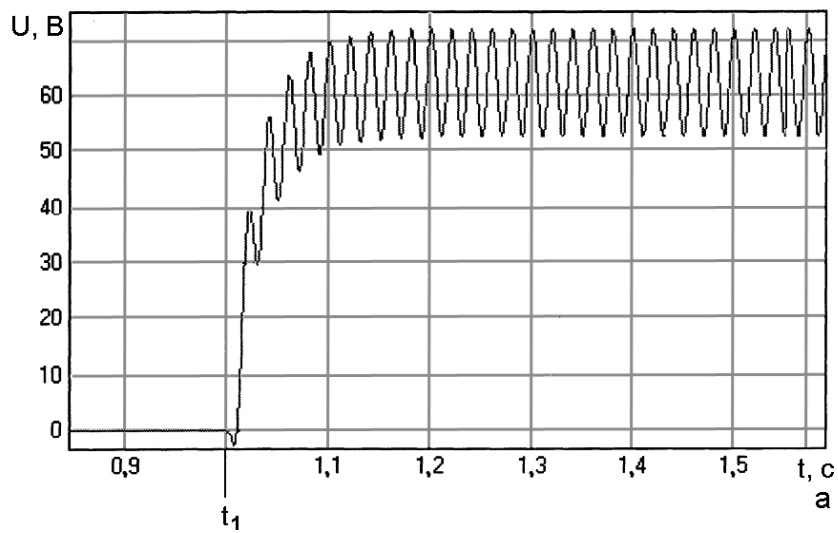


Рисунок 2 – Миттєві значення напруги при виникненні однофазного струму витoku на землю при $R_{вum}=1$ кОм на вимірювальному елементі АЗУР-5 (а), на реагуючому елементі блоку форсування (б) та на компенсуючому дроселі (в)

Електротехнічний комплекс як об'єкт промислових випробувань дослідного зразка АЗУР-5 представлений структурою стенда відповідно до схеми (рисунок 3), яка складається з типових компонентів:

- а) КТП типу ВСТП-КРУ1000-6,0-3,3;
- б) АЗ від витоків струму на землю АЗУР-5;
- в) двоканальний цифровий осцилограф TDS2002С;
- г) набір активних опорів і ємностей для імітації параметрів провідності ізоляції електричної мережі відносно землі (що визначається ГОСТ 22929-78, п.5.2).

В якості силового навантаження, що є об'єктом контакторної комутації, застосований асинхронний двигун M_1 з короткозамкненим ротором типу SG3 потужністю 200 кВт. Схема вторинної обмотки КТП забезпечує живлення її силового приєднання в режимі ізольованої нейтралі. Номінальна лінійна напруга мережі – 3,3 кВ, частота – 50 Гц, кількість фаз – 3.

Експериментальні дослідження мають на меті підтвердження адекватності теоретичних досліджень в мережі при застосуванні АЗУР-5 (дослідний зразок).

Експериментально отриманими осцилограмами (рисунок 4) підтверджена відповідність параметрів об'єкту дослідження результатам теоретичного дослідження, що дозволяє зробити висновок про раціональність прийнятих припущень, формалізації і побудови структури моделі дослідження електротехнічного комплексу з урахуванням функціонування схеми АЗ від витоків струму на землю типу АЗУР-5, призначеного для експлуатації в мережі 3,3 кВ.

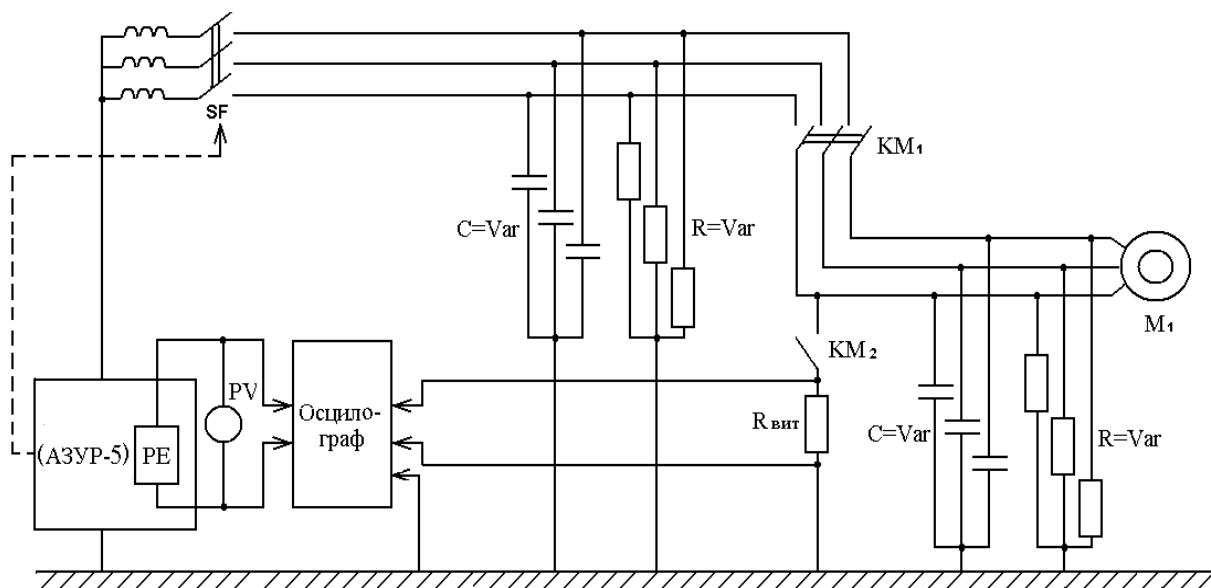
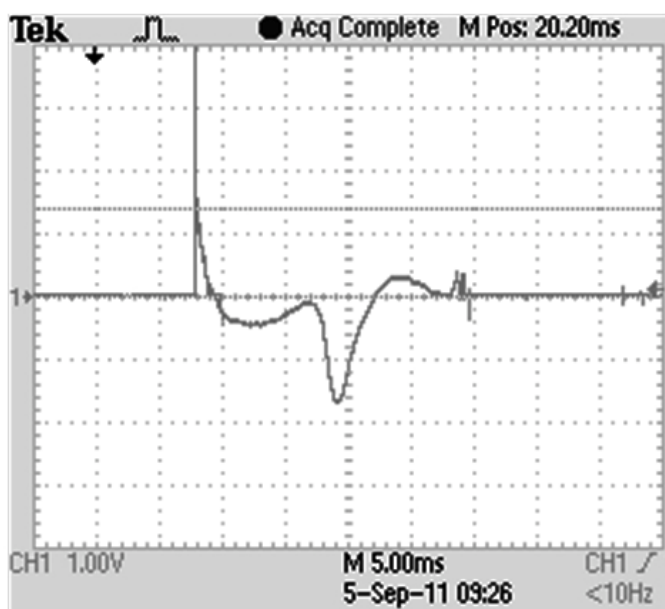
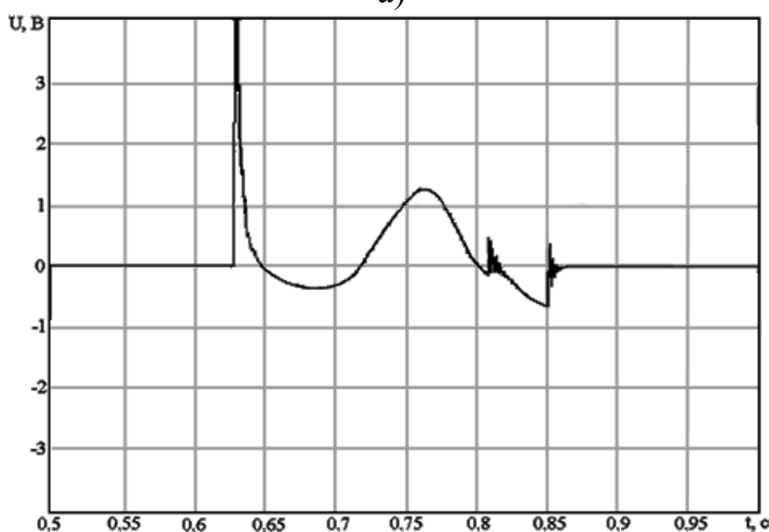


Рисунок 3 – Схема стенда для дослідження впливу комутаційних перехідних процесів на параметри контрольованого сигналу в схемі АЗУР-5

У ході досліджень виконувалась контакторна комутація відгалуження мережі при різній ємності ізоляції її невідключеної частини, а ємність відключеної частини рівнялась $0,15 \text{ мкФ/фазу}$. При цьому аналізувався та порівнювався характер перехідних процесів, отриманих теоретично та експериментально (рисунок 4). Порівняльний аналіз осцилограм перехідних процесів у колі оперативного струму АЗ при комутації відгалуження мережі показав їхню якісну подібність із аналогічними часовими залежностями, отриманими при математичному моделюванні. Деяка різниця між експериментальними та теоретичними осцилограмами обумовлена тим, що у ході математичного моделювання маємо можливість приймати найбільш критичні параметри.



а)



б)

Рисунок 4 – Осцилограми падіння напруги на резисторі $R_{ш}$ в ланцюзі струму витоку, отримані експериментально (а) та теоретично (б) при ємності невідключеної частини мережі $0,15 \text{ мкФ/фазу}$

Зокрема, момент виникнення струму витoku на землю відбувається, коли синусоїда напруги заряду ємності на відповідній фазі досягає свого максимуму (що експериментально перевірити досить важко). Цим створюється можливість дослідження процесів при найбільш критичних умовах комутації для АЗ від струмів витoku на землю.

Висновки:

1. Виконано аналіз особливості впливу факторів, обумовлених конфігурацією електромережі на зміну оперативного параметру АЗ від витоків струму на землю типу АЗУР-5.

2. Запропонована методика дослідження і обґрунтування структури і параметрів технічного засобу визначення вказаного оперативного параметру, запроваджені у промисловості при проектуванні схеми і визначенні параметрів АЗУР-5.

3. Обґрунтовано комп'ютерна модель дослідження впливу зовнішніх параметрів при експлуатації дільничного електротехнічного комплексу на утворення інформаційного сигналу в пристрої визначення оперативного параметру апарата АЗУР-5.

Список літератури

1. Дзюбан В.С. Требования к взрывозащищённому электрооборудованию в системах электроснабжения горных машин на напряжение 3 (3,3) кВ / В.С. Дзюбан, Н.М. Басов // Взрывозащищённое электрооборудование: сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк: ООО «АИР», 2009. – С.209-213.

2. Дзюбан В.С. Вплив параметрів дільничної електромережі шахти на стійкість роботи апарата АЗУР-5 при комутації кабельного відгалуження / В.С. Дзюбан, О.В. Горохов, С.А. Руссиян // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія гірничо-електромеханічна.– Донецьк: ДонНТУ, 2011. – Вип. 21 (189). – С. 59-64.

3. Руссиян С.А. Математичне моделювання перехідних процесів у ланці реагуючого органу апарата захисту від витоків струму на землю типу АЗУР-5/ С.А. Руссиян // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія гірничо-електромеханічна.– Донецьк: ДонНТУ, 2012. – Вип. 2(24).– С.198-206.