

## **ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2024**

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ НА СИЛОВО ЗАХРАНВАНЕ НА БЛОК 5 В ТЕЦ МАРИЦА ИЗТОК 2**

Николай Бойчев

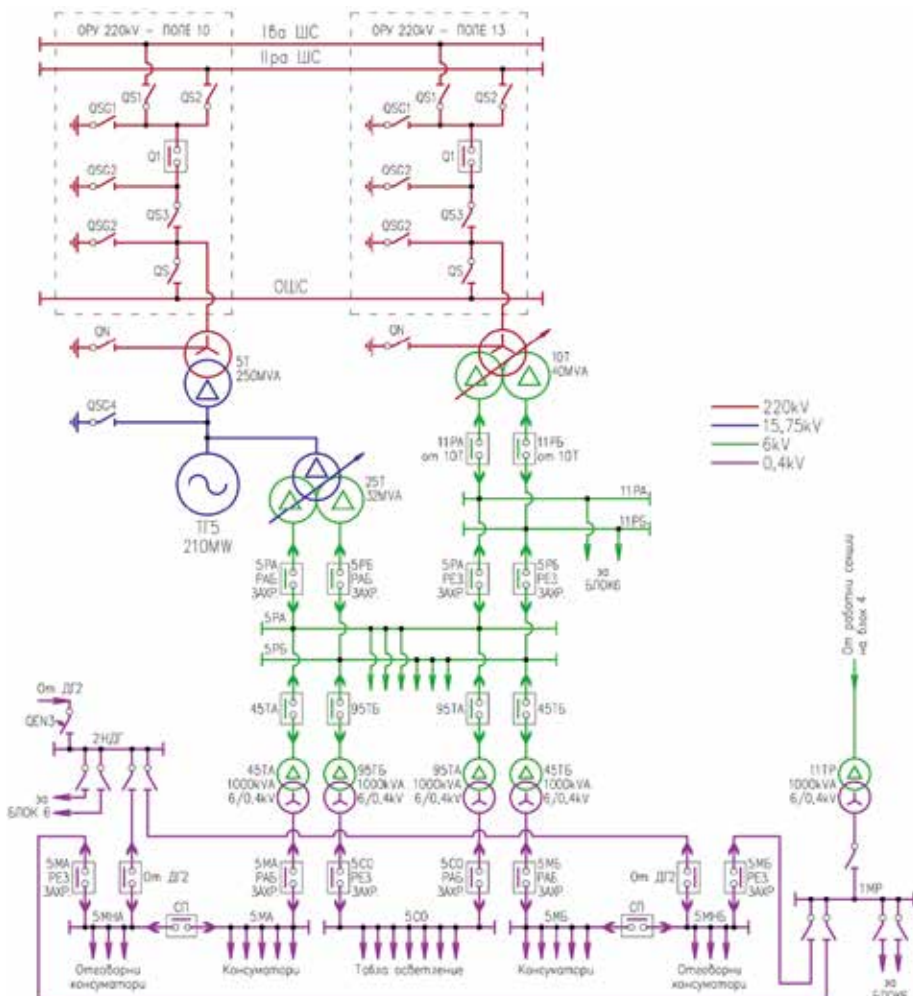
This is a report in which there are represented changes made over the years to satisfy the increasing power for the electric needs of Unit 5 in „TPP Maritsa East 2“, as well as activities to increase the reliability in these power supplies. Good and often maintenance leads to an increase in operational period of the equipment, but ultimately this can't go forever. Modern technology gives us equipment that has significantly better technical specifications. One of the most important things which has increased is the safety during action. For emergency situations some changes are made in the schemes which avoid the disadvantages of the original project and from there to further increase the reliability. Replacing the old equipment with new one leads to significant improvements in the reliability of the power supply of the Unit.

#### **УВОД**

Това е информационен доклад в който са представени промени извършили през годините за да се задоволят повишаващите мощности за собствените електрически нуждите на Блок 5 в ТЕЦ Марица Изток 2, както и дейности за повишаване на надеждността в тези захранвания. Добрата и навременна поддръжка води до увеличаване на експлоатационния период на оборудването, но в крайна сметка това не може да продължи безкрайно. Съвременните технологии ни дават оборудване, което не е просто по-ново, а има значително по-добри технически характеристики. Едно от най-важните неща, което е на по-високо ниво, е безопасността по време на експлоатация. На база аварийни ситуации са направени и някои промени в схемите, което от своя страна избягва недостатъците от първоначалния проект, а от там и до допълнително повишаване на надеждността. Подмяната на уредбите с нови води до значително повишаване на надеждността на електрозахранването на блока.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

Блок 5 в ТЕЦ Марица Изток 2 е в експлоатация повече от 35 години. До момента в който се появата необходимостта от въвеждане на СОИ, няма промени в електрическите схеми. На фиг. 1 показана оригиналната схема на Блок 5, преди да се започнат промени.



Фиг. 1 Ел. схема на блок 5 – старо положение.

В доклада са структурирани 4 етапа на разширение и модернизация, като два от етапите са изпълнени, а другите два са идейно разработени и предстои тяхната реализация. Това са:

**I-ви етап.** Монтаж на нов силов трансформатор, с технологично наименование 35Т.

**II-ри етап.** Подмяна на съществуващ трансформатор за собствени нужди 25Т с по-моцнен.

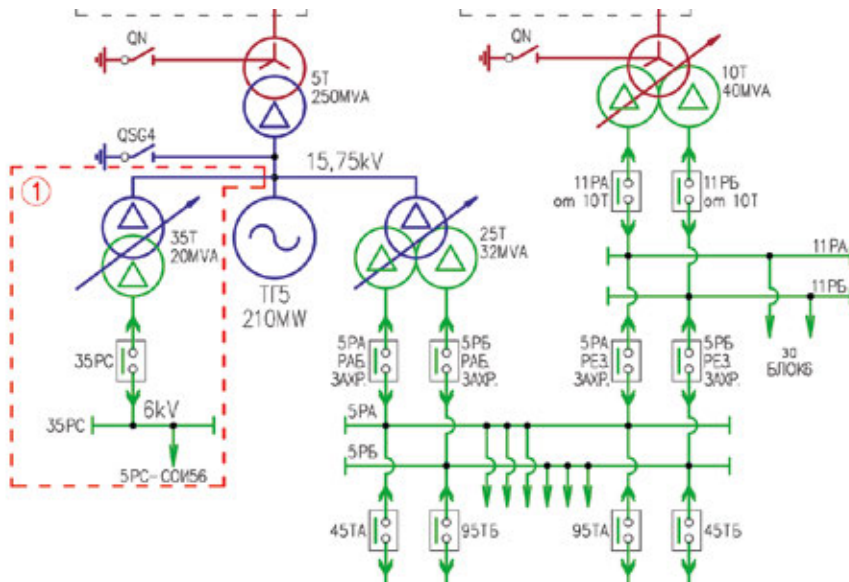
**III-ти етап.** Подмяна на работни секции 6 kV на блок 5.

**IV-ти етап.** Подмяна на работни секции 0,4 kV на блок 5.

### **I-ви етап. Монтаж на нов силов трансформатор, с технологично наименование 35Т.**

За обезпечаване на електроенергийните нужди на СОИ56, по проект, се монтират два нови трансформатора по 20MVA. Единият се монтира и захранва от Генератор 5, а другият се монтира и захранва от Генератор 6. Всеки един от тях може самостоятелно да захранва цялата СОИ. По този начин те се резервират напълно един спрямо друг. Има реализиран АВР на страна 6 kV между двете захранващи секции.

Проекта за изграждане на Трансформатор 35Т е част от големия проект за изграждане на СОИ56, но т.к. се свързва на генераторно напрежение 15,75kV се разглежда като част от блок 5.



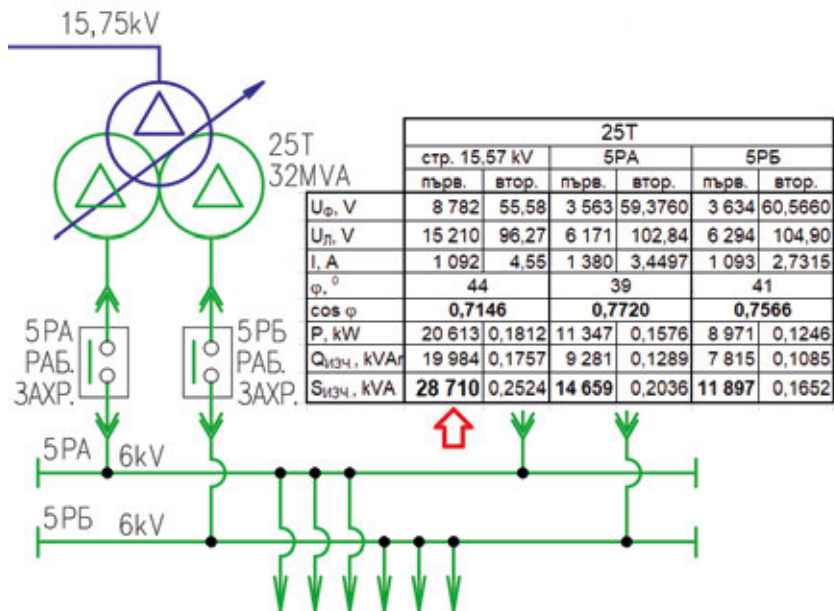
Фиг. 2 Етап 1. Монтиран 35Т.

На свободно място в откритата трансформаторна площадка се монтира друнамотъчен трансформатор с мощност 20 MVA, както и КРУ 6 kV към него. Мощността на трансформатора е съобразена с това да може да захранва СОИ56, когато работят блок 5 и блок 6 на номиналните си мощности. Охлаждащата система е ONAN/ONAF. При нормално натоварване до 13 MVA трансформатора се охлажда пасивно (ONAN), това от своя страна води до значителна икономия на електроенергия в сравнение с активните системи за охлаждане. Трансформатора се присъединява към генераторно напрежение 15,75kV посредством новоизграден шинопровод от клемите на трансформатора до съществуващия генераторен шинопровод. Трансформатора е със стъпален регулатора на високата страна. На страна 6 kV трансформатора, е подсъединен в КРУ. От КРУ до СОИ връзката е със силови кабели. Идеята за наличие на това КРУ е, при авария по захранващите кабели до СОИ да не се спира Блок 5, те да се обезточат от въпросното КРУ. Т. к. трансформатора се третира като част от блока електрическите защиты са 100% резервирани – 2 броя RET 650 (по-подробна информация за този тип защита е в етап 3). Като основна електрическа защита е диференциалната. За да може да се изключи при нужда е монтирана и КРУ с прекъсвач, който отделя трансформатора от силовите кабели към

секции на СОИ. Също има и диференциална защита на кабелната линия до СОИ. Същият аналогичен трансформатор е монтиран и на блок 6.

## II-ри етап. Подмяна на съществуващ трансформатор за собствени нужди 25Т с нов.

Проектният трансформатор за собствени нужди на блок 5 е 32MVA. Той бил достатъчен за захранване на ел. консуматори пряко свързани с работата на блока, както и на общостанционни съоръжения захранени от неговите секции. Поради факта, че блок 5 е първият включен в експлоатация в машинна зала част 890MW (блокове от 5 до 8), от него се захранват най-много общостанционни съоръжения. През зимните периоди работния трансформатор на практика е работил на номинални параметри. Въпреки, че СОИ56 си има собствени захранващи трансформатори, се увеличава и мощността на собствените секции, като най-голяма тежест имат по-мощните ДВ.



Фиг. 3. Таблица с натоварване на 25Т

На фиг. 3 са представени данни от измерване на мощността на стария трансформатор 25Т с мощност 32MVA. Вижда се, че трансформатора работи на номинална мощност.

Дори в определени моменти трансформатора се претоварваше и се взимаха мерки за разтоварване на работните секции на блок 5. Тези мерки бяха изключване на общостанционни двигатели и работни захранвания на вторични секции 6kV, което от своя страна води до намаляване на надеждността в общата работа на ТЕЦ. На база тази информация се взима решение за подмяна на работния трансформатор с по-мощен, а именно 40MVA. По време на рехабилитацията на Блок №5 се подмени трансформатор за собствени нужди 25Т.

	P <sub>н</sub> , kVA		Охл. с-ма	I <sub>н</sub> , А		U <sub>н</sub> , V		ст. рег. стр. ПИ
	ВН	НН1/НН2		ВН	НН1/НН2	ВН	НН1/НН2	
стар	32 000	16 000	ОНАФ	1 173	1 466	18 000	6 300	18х1,43%
нов	40 000	20 000	ОНАФ	1 466	1 833	18 000	6 300	18х1,47%
	28 000	14 000	ОНАН	1 026	1 283	18 000	6 300	

Фиг. 4. Технически данни 25Т – стар и нов

На фиг. 4 се вижда съпоставка между част от техническите данни на новия и стария трансформатор. Както се вижда новият трансформатор може да работи и в режим ОНАН при по-ниски мощности. Това от своя страна води до икономия на енергия за охлаждане.

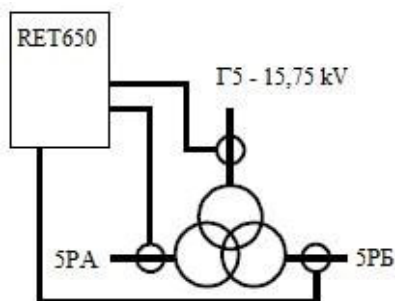
Като част от този етап трябва да се разгледа и подмяната на релейните защиты на трансформатора. След въвеждане в експлоатация на новия трансформатор се случва следното събитие: При едно късо съединение по 6 kV кабел захранващ МВ, в една от работните секции 6 kV, диференциалната защита на трансформатор 25Т действа и изключва блок 5. След анализ на събитието се установяват причините за нейното грешно задействане, а именно:

- Забавено изключване на собствения прекъсвач на МВ – от там по голямо време за протичане на тока на к.с.;
- Разлики между VA характеристики на токовете трансформатори участващи в диф. защита и липса на блокировки в диф. защита (тип ДЗТ11) за филтриране.

Взема се решение за подмяна ел. защитите на вече по мощния трансформатор.

Стара защита ДЗТ11. Нов тип RET650 – три раменна, трифазна диф. цифрова защита. Значително по чувствителна, но в същото време с необходимите блокировки за избягване на грешни изключения:

- **блокировка от 2-ри и 5-ти хармоник** в състава на тока. Тези хармоници присъстват в намагнитващия ток при включване на трансформатор на празен ход. На практика всеки един трансформатор винаги се включва първо на празен ход. Това включване е свързано с ударен намагнитващ ток, който може да обърка диференциалната защита, т. к. е само в едното и рамо;
- **блокировка от син. форм.** – Алгоритъмът следящ формата на синусоидата е добро допълнение към хармоничния анализ. Той търси интервали с ниска скорост на промяна в моментния диференциален ток, които са характерни за токове от към захранващата страна на силови трансформатори.



**Фиг. 5** Принципна схема на свързване на RET650

На фиг. 5 е показана принципна схема на свързването на токовите вериги на новата ТРИраменната диференциална защита. Старата защита е ДВУраменна, като двете токови вериги от страна 6kV бяха обединени и се подават като една.

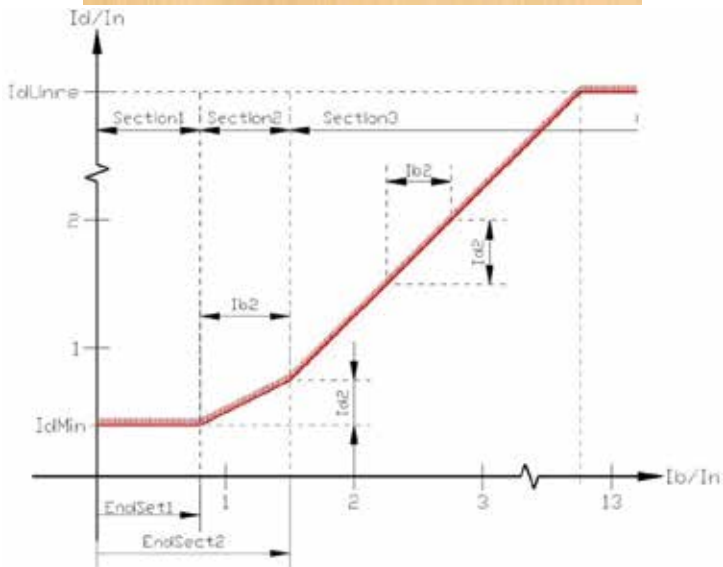
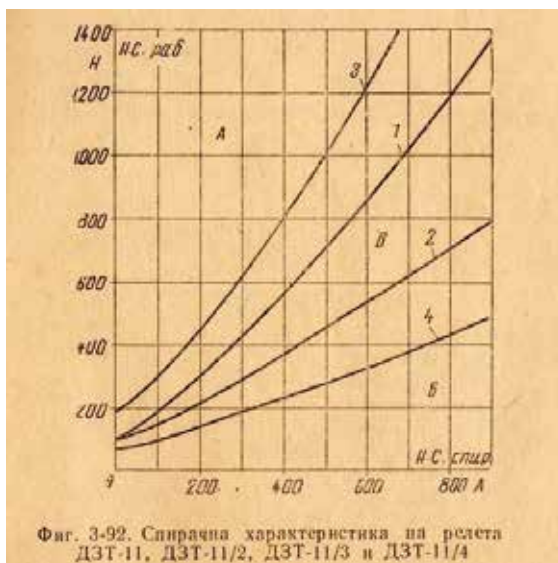
На фиг. 6 са съпоставени спирачните характеристики на новата и старата защита. Новата защита дава значително по-прецизно настройване. Освен това защитата предлага живи данни по време на работа. Това от своя страна помага за взимане на решения за евентуални пренастройки, ако се забележат небаланси или погрешни действия на блокировките и.

На фиг. 7 са съпоставени две спирачни характеристики, съответно на новата защита и на цифрова защита от друг тип на съседен Блок. Тази съпоставка я направихме за може да бъдат въведени коректни настройки на база настройките на вече съществуващи диференциални защиты. Естествено настройките бяха съгласувани с „Централна релейна лаборатория“ към ЕСО.

Резултатът от реализация на етап 2 е:

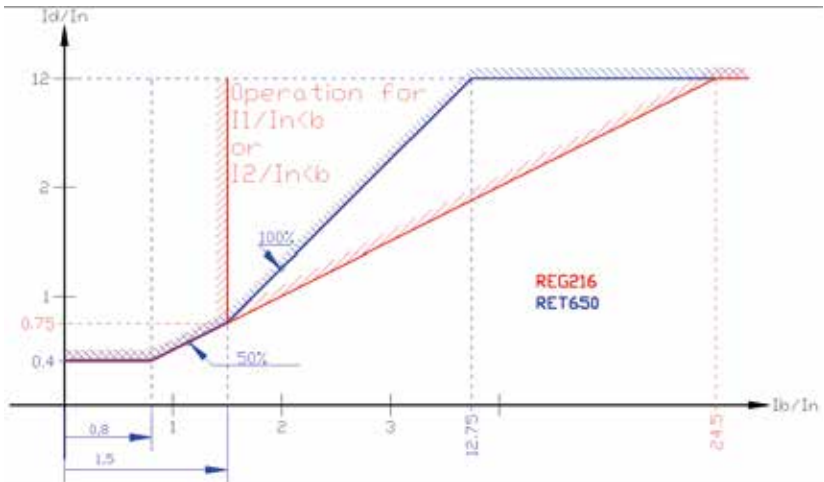
- ново съоръжение с нов начален срок за експлоатация;
- повишена мощност за собствени нужди;

- подменени релейни защиты с съвременни цифрови защиты.



Фиг. 6. Съпоставка между спирачните характеристики на старата и новата защита.





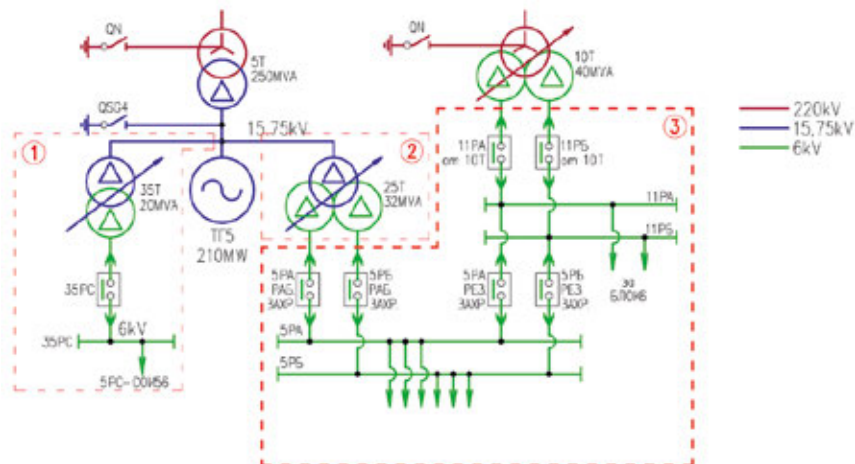
**Фиг. 7.** Съпоставка между настройките на два типа диференциални защиты използвани при нас при съгласуване на настройките със централна релейна лаборатория.

### III-ти етап. Подмяна на работни секции 6 kV на блок 5.

Съществуващите КРУ са съветско производство и с редица конструктивни недостатъци, които са довели до множество аварии през изтеклия период. Резервни части за тях в пълен обем не са налични поради това, че вече не се произвеждат. През изминалите години са доставяни единични бройки, а в момента, поради международната обстановка, свързана с войната в Украйна това е невъзможно.

Вследствие дългогодишната експлоатация прекъсвачите са с изтекъл ресурс, поради многобройните цикли на включване и изключване. Защитите, осигуряващи контрола на съответните присъединения са осъществени чрез електромеханични релета, които вследствие на дългогодишната им работа са с променени характеристики.

След подмяната на трансформатор 25Т с по-мощен, това води до увеличаване на тока на късо съединение на страна 6 kV и налага подмяна на КРУ 6 kV с ново, по-съвременен тип и отговарящо на по-големия ток на късо съединение.



Фиг. 8 Етап 3

Освен подмяна на работните секции 5РА и 5РБ е предвидено и подмяна на резервни секции 11РА и 11РБ. Те от своя страна осигуряват резервно захранване на блокове 5,6,7 и 8.

Прекъсвачите са тип ВЭ 10 с моторно задвижване и електромагнитно гасене на дъгата.

На територията на централата имаме в експлоатация уредби средно напрежение с вакуумни и елегазови прекъсвачи. Тук сме се насочили към вакуумните прекъсвачи, т.к. според нас те са най-подходящи за нашите условия.

**Всяко едно от захранващите полета ще бъде оборудвано със цифрова електрическа защита. Предимства:**

- много повече възможности за въвеждане на електрически и технологични функции. Това дава възможност да се повиши чувствителността на ел. защитата и да се намали времето за изключване на повреденото съоръжение, което от своя страна води до по-малко повреди и по-лесен и евтин ремонт;
- всички електрически параметри са онлайн. Може да се следят по време на работа всички електрически параметри на товара. На база на тази информация могат да се взимат по-гъвкави решения по отношение на настройките на ел. функциите;
- наличие на хронологичен „лист със събития“. На база на тази информация могат значително по-лесно да се анализират аварийни ситуации, както и действията на дежурния персонал;
- наличие на записи при „Аварийни събития“. Анализата на тези събития дава много ценна информация за това дали са

коректни настройките на текущото съоръжение и ако е необходимо може да се стигне до пренастройка;

- в самите „цифрови релета“ могат да се реализират блокировки на включване от външни условия. На практика това са и едни контролери за управление. В логическото им пространство могат да се изграждат специфични логики за управление според нуждите на съоръжението, примерно: АВРи, управление на двускоростни двигатели, управление на роторни вериги на асинхронни двигатели с навит ротор и др.;
- значително се опростява схемата на вторичните вериги за управление;

#### **Предимства на вакуумните прекъсвачи.**

- Отделената енергия на дъгата WD е по-малка от тази в аналогични елегазови прекъсвачи;
- Чувствително по-малък момент M за изключване на прекъсвача спрямо елегазовия;
- Простота на конструкцията;
- Надеждност;
- Висока комутационна износоустойчивост;
- Малки размери;
- Пожаро- и взривобезопасни;
- Отсъствие на шум при работа на прекъсвача;
- Не замърсяват околната среда при работа или изключване;
- Удобство при експлоатация;
- Ниски експлоатационни разходи.

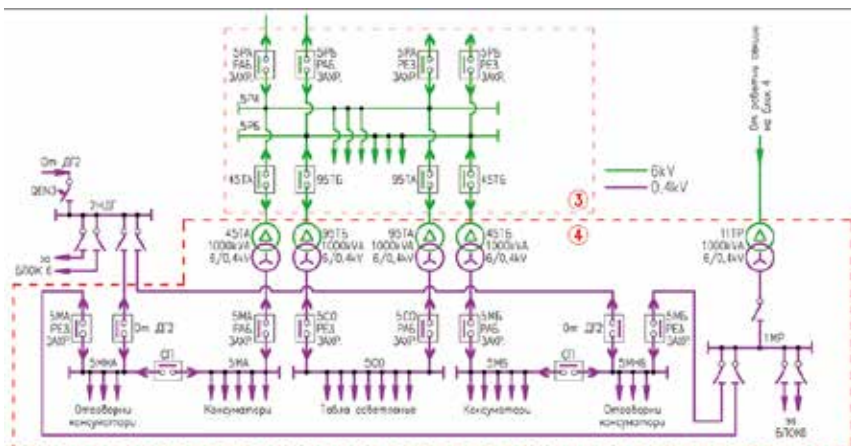
Освен подмяна на самите уредби ще се извърши строителен ремонт и климатизация на помещенията.

#### **IV-ти етап. Подмяна на работни секции 0,4 kV на блок 5.**

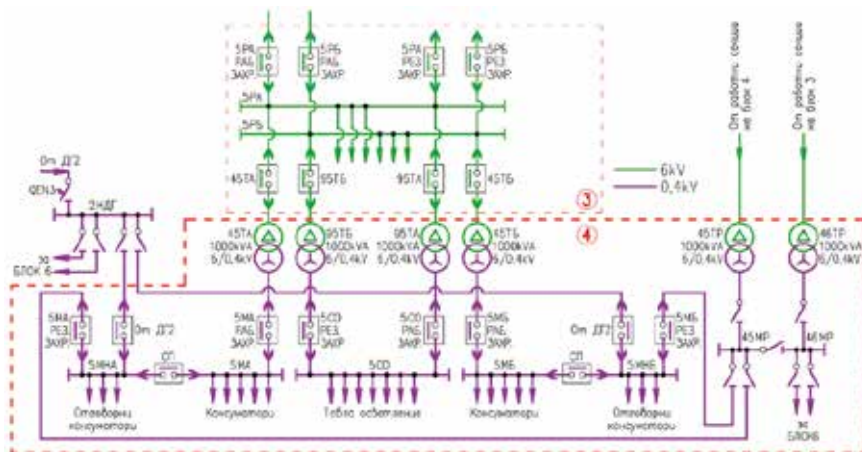
Цялостното захранване на ниско напрежение на собствени нужди на Блок № 5 се осъществява с различни по изпълнение и предназначение разпределителни уредби в т.ч. секции 5МА, 5МНА, 5МБ, 5МНБ, 1МР, 5СО, силови сборки 511Н, 512Н, 513Н, 514Н, 515Н, 516Н, 517Н, 901Н, 902Н, 903Н, 904Н, 905Н, 909Н и други спомагателни шкафове.

Работни секции 0,4 kV служат за захранване на по-малките товари към блока. Това са двигатели под 200kW, како от тях се захранват на по-малки сборки разпределени по целия блок. Работните трансформатори 6/0,4kV са с мощност 1000kVA. Тип на старата секцията е 2КТПСН-1000/10/0,4-75-У3.

Предвижда и подмяна на секция осигуряваща осветлението на блока. Въпреки че, блока е осигурен с аварийно осветление, работното осветление е много важно при овладяване на аварийни ситуации.



Фиг. 9 Етап 4. Стара схема.



Фиг. 10 Етап 4. Нова схема.

За предимствата на новото оборудване говорихме в етап 3. Тук основна промяна в схемата на захранване на секции 0,4kV е промяна на резервното захранване. При една ситуация, когато е

било необходимо преминаване на секции 0,4kV на резервно захранване се претоварва резервния трансформатор и изключва на страна 6kV. Това се случва т.к. въпросния трансформатор е резервен за блок 5 и блок 6. При новата разработена схема се монтират 2 бр. резервни трансформатора, като единият е за блок 5, а другият е за блок 6. Освен това има възможност за връзка между резервните им секции, евентуално са взимане на всеки един от трансформаторите за ППР, без загуба на резервно захранване. По този начин значително се повишава надеждността.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В доклада бяха разгледани 4 етапа на модернизация на силовите захранвания на блок 5 в ТЕЦ Марица Изток 2. Новите съоръжения осигуряват:

- безопасност при експлоатация от персонала;
- надеждност при работа;
- дават значително повече информация при аварийни събития;
- понижени топлинни загуби;
- понижени експлоатационни разходи;
- увеличен експлоатационен живот на целия Блок.

## **ЛИТЕРАТУРА**

Списание Инженерниг ревю – брой 6, 2011  
Справочник по релейна защита – София 1977.

## **АВТОР**

Инж. Николай Бойчев - „ТЕЦ Марица изток 2“ ЕАД.