

КОНЦЕПЦИЯ ЗА НОВА ТОПОЛОГИЯ ЕЛЕКТРОСНАБДИТЕЛНИ СИСТЕМИ НА ПРИСТАНИЩА И КОРАБОСТРОИТЕЛНИЦИ СЪС СИСТЕМИ БРЕГОВО ЗАХРАНВАНЕ И ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ

Валентин Гюров, Гинка Иванова, Юлиан Йорданов, Милен Дуганов
valentin.giurov@tu-varna.bg, ginkahivanova@tu-varna.bg, ypyordanov4@gmail.com, m.duganov@tu-varna.bg

*Технически университет-Варна
ул. „Студентска” №1, 9010 Варна
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** екология, вредни емисии, транспорт, електроснабдяване на пристанища, възобновяеми енергийни източници*

***Резюме:** Електроснабдителните системи на пристанища и корабостроителници се характеризират с комбинации от радиални, магистрални и радиално-магистрални схеми на различни нива на напрежение – ниско, средно, а в някои случаи и високо напрежение. Обикновено включват една главна понижаваща и/или разпределителна подстанция на високо или средно напрежение, и множество подстанции със средно и ниско напрежение. Съществуващите електроснабдителни системи са проектирани и реализирани по традиционни начини, отговарящи на концепциите и техническите средства от втората половина на 20-ти век [1], [2], [3]. Внедряването на новите технически средства изискват извършване на нови изследвания относно оптимизирането на съществуващи или разработването на изцяло технически решения за електроснабдителни системи на пристанища и корабостроителници.*

В доклада е представено изследване адаптирано към характерен обект – корабостроително предприятие в гр. Варна, като резултатите могат да бъдат разглеждани като идейна концепция, оценена със съответен технико-икономически анализ. Резултатите могат да послужат при реализацията на бъдещи инвестиционни намерения в пристанища, корабостроителни предприятия и предприятия от пристанищната инфраструктура.

ВЪВЕДЕНИЕ

Глобалните тенденции за намаляване на вредните емисии, и в частност при престой на корабите на пристанища и в процеса на производство или ремонт на плавателни средства, обуславят нуждата от предприемане на технически мерки в две основни посоки. Първата е свързана с осигуряване на достатъчно мощни системи за брегово захранване, притежаващи нужната архитектура AC, DC и/или комбинирани при различни нива на напрежение и честотата. Втората е свързана с адекватното внедряване на фотоволтаични инсталации, основно на сградите от пристанищната инфраструктура, които по технически обосновават и целесъобразен начин да бъдат присъединявани към съществуващата инфраструктура. Като концептуален пример за

оценка на техническите възможности за употребата на нов тип топология на електро-снабдителните системи на пристанища и корабостроителници са използвани данните за реален обект – корабостроително предприятие «Булярд корабостроителна индустрия» АД.

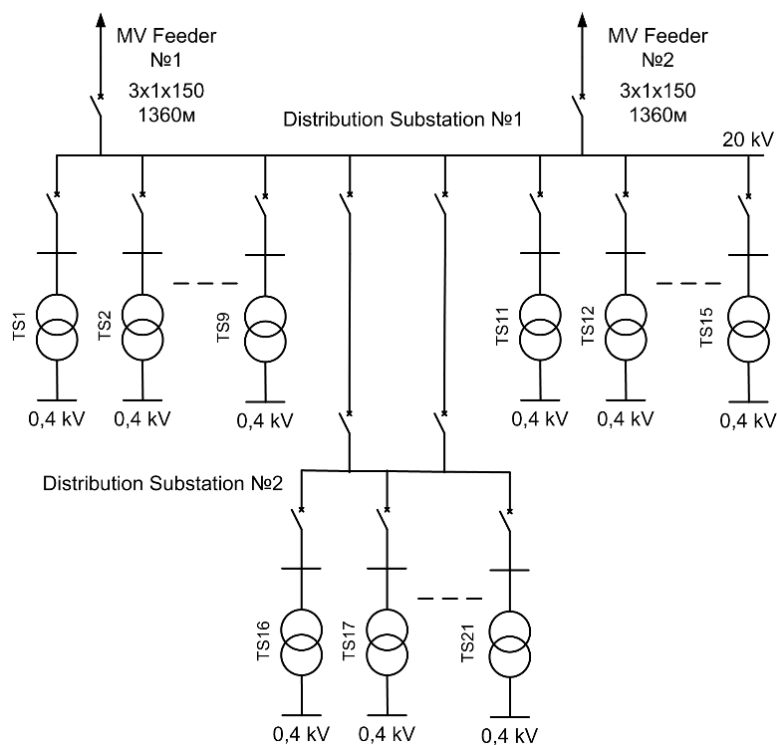
ОПИСАНИЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩАТА СХЕМА НА ОБЕКТА

Заводът е от втора категория по отношение на електроснабдяването, което изисква наличие на два независими захранващи източника от електроенергийния доставчик с възможност за взаимно резервиране. Корабостроителното предприятие е присъединено към електроенергийната компания на ниво средно напрежение 20kV. Тези входове са с кабелни линии тип САХЕкТ 3x1x150мм² с дължина 1500 м. Чрез тях се захранва главна разпределителна подстанция №1. В нея се извършва разпределение на страна Ср.Н. и е изпълнена със секционирана резервирана шинна система. От нея се захранват 15 бр. трансформаторни подстанции 20/0.4 kV, както и разпределителна подстанция №2. Използва се изцяло радиална топология с кабелни линии средно напрежение, което определя наличието на значима вътрешнозаводска електро-снабдителна система със значими капацитети.

Опростена схема на електро-снабдителната система на завода е показана на Фигура 1.

Технологията на производство на кораби и кораборемонт определя наличието на голямо разнообразие на технологични машини и съоръжения – металорежещи машини, преси, заваръчни агрегати, машини за студена и гореща обработка на метал и др. Всички тези потребители предопределят нисък естествен фактор на мощността в режим на натоварване и консумация близка до номиналната.

Планът на разположение на подстанциите на територията на завода е показан на Фигура 2. С цвят магента са означени главни разпределителни подстанции №1 и №2, и трансформаторни подстанции ТП1 до ТП21.

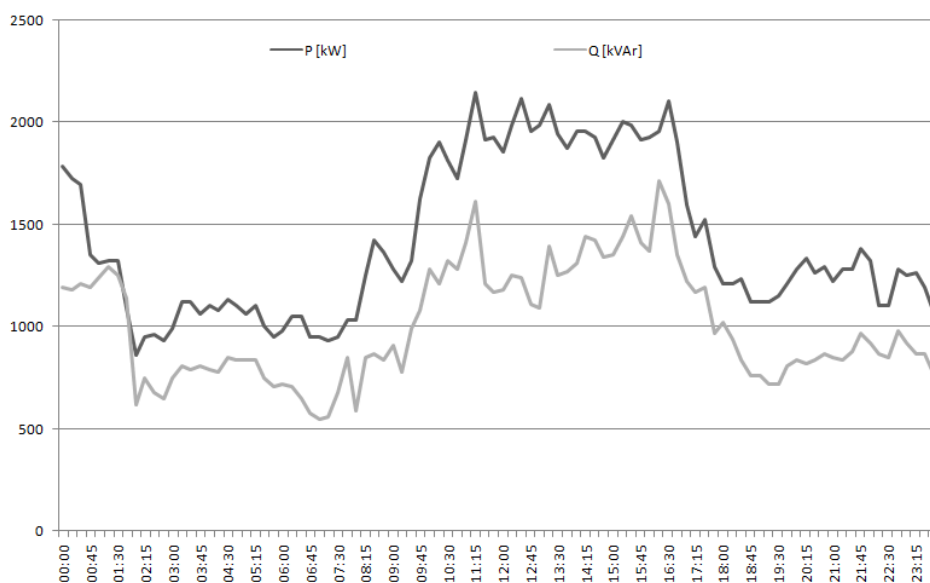


Фиг.1 Опростена еднолинейна схема на електро-снабдителната система на „Булярд корабостроителна индустрия” АД

Разположението на подстанциите ясно показва тяхната концентрация около основния цех „К1” и сухи докове „Камера 1” и „Камера 2”. Общата инсталирана мощност, която в момента е в употреба, е 39MVA. От традиционните методи на проектиране на електроснабдителни системи е известно, че за местата където е предвидено резервиране на ниво ниско напрежение и с отчитане на претоварващата способност на трансформаторите, номиналният товар за който е изчислена електроснабдителната система за ТП1 до ТП21 е 65% или 25.05 MVA. Поради намаляване на обема на строителството на нови кораби, което е значително по-енергоемко от кораборемонта, настоящото потребление на завода е спаднало 10 пъти, като към момента само в най-натоварените часове от денонощието се достига товар от порядъка на 2.2 MVA. Данни за типичен товаров график за РП1 за характерен работен ден за потребление на активна и реактивна мощности е показан на Фигура 3.



Фиг.2 План разположение на основните звена от вътрешната електроснабдителна система на завода – разпределителни подстанции (РП) и трансформаторни подстанции (ТП).

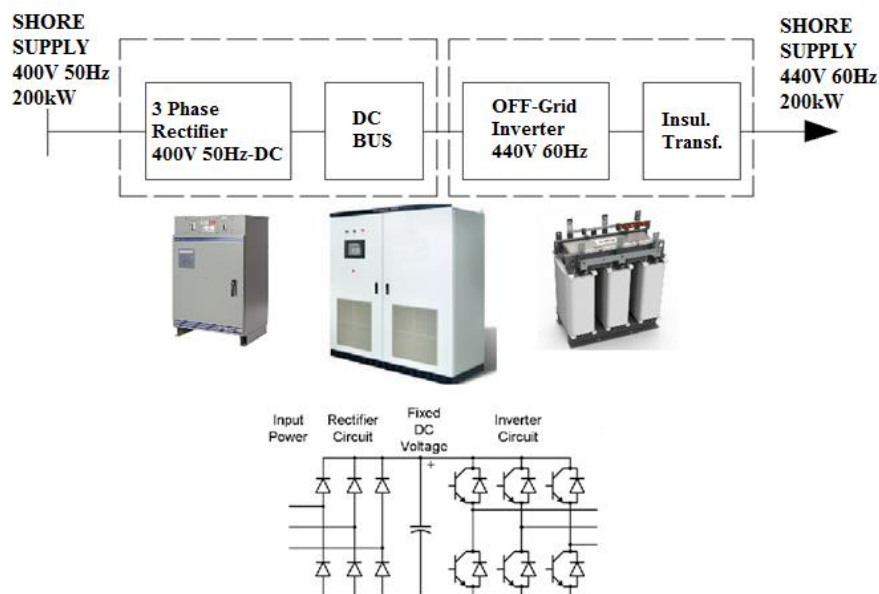


Фиг.3 Типичен товаров график за характерен работен ден за РП1.

Данните показват, че вътрешната електроснабдителна система на завода има много голям резерв за трансфер на мощност и преносен капацитет, които много ефективно могат да бъдат използвани за внедряване на системи от възобновяеми източници (фотоволтаични покривни инсталации) и мощни системи за брегово захранване. В конкретния пример има отлични възможности предопределени от даденостите и наличната инфраструктура – покривни площи, кейови места.

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ВНЕДРЯВАНЕ НА МОЩНИ СИСТЕМИ ЗА БРЕГОВО ЗАХРАНВАНЕ НА КОРАБИ И ПЛАВАТЕЛНИ СРЕДСТВА

Съществуващата електроснабдителна система включва касети за брегово захранване на всяко кейово място, които обаче са функционално пригодени основно за осигуряване на дейности свързани с кораборемонта. Касетите са обикновени трифазни разпределителни табла система TNC 400V 50Hz с мощност 40kW. Такъв тип системи са неадекватни за съвременните концепции за брегово захранване, т.к. не включват преобразуване по напрежение и честота за осигуряване на захранване на различни стандарти корабни електроенергийни системи, нямат галванично разделяне и с тях не може да се направи синхронизация с корабната електроенергийна система. Мощността им също е недостатъчна за осигуряване потребностите на съвременни кораби. Съществуващите табла не могат да бъдат и ефективно използвани за заряд на тягови акумулатори на кораби с хибридно захранване. Перспективните решения, които могат да осигурят адекватно брегово захранване са свързани с използването на преобразуватели на напрежение и честота от типа AC-DC-AC, даващи възможност за използване на широка гама нива на напреженията по различни стандарти (EN, IEC, IEEE, ANSI и JIS) и преобразуватели на честота за трите основни типа мрежи, използван на кораби – 50 и 60Hz [4], [5]. Номиналната мощност на такъв тип система за брегово захранване трябва да бъде в диапазона 150 – 500 kW, като е удачно да бъдат внедрени с различни мощности за различни кейови места. Примерна топология на такъв тип система за брегово захранване е показана на Фигура 4. За конкретния пример съществуващата инфраструктура позволява лесна реализация на концепцията.

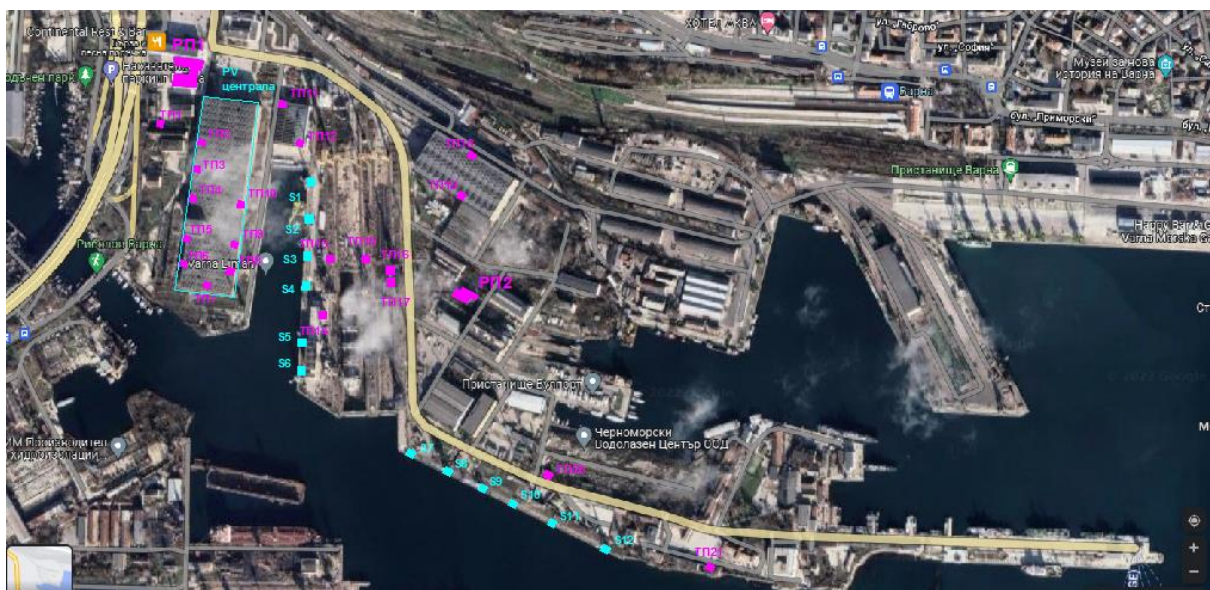


Фиг.4 Типична конфигурация на система за брегово захранване с галванично разделяне, преобразуване на честота и напрежение с мощност 200 kW

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ВНЕДРЯВНЕ НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ

Всички пристанища, корабостроителни и кораборемонтни предприятия имат прилежат сграден фонд със значими покривни площи, които ефективно могат да се използват за внедряване на фотоволтаични електроцентрали. В конкретния пример на корабостроително предприятие, наличните инфраструктурни дадености са отлични, като цех „К1” притежава сградата с най-голяма целокупна еднородна застроена площ в област Варна – 30 000 кв.м. покривна конструкция във форма на правоъгълник на едно ниво без никакво засенчване и с изцяло южно изложение. При настоящите технологии за фотоволтаични модули дори от среден клас, може да бъде постигната специфична мощност от 0.25 kWp за застроена площ. Ако се допусне 50% използваемост на площта с оглед намаляване на засенчването и максимален енергиен добив, то мощността на покривна ФвЕЦ ще бъде 3.75 MWp [6]. Използването само на тази централа е абсолютно достатъчна за покриване на цялото енергийно потребление на завода със запас от 70%, т.е. дори и при най-голяма консумация, системата ще има капацитета да отдава 1.5MWp към горно ниво на системата. Особеност тук е, че настоящата инфраструктура от 10 трафопоста в същата сграда позволява много ефективно разпределение на генерираната мощност – по 375 kWp за всеки трафопост или по 137 kWp за всяка трафомашина. Това практически означава, че делът ВЕИ за всяка ТМ ще бъде по-малък от 20% т.е. не се очакват никакви проблеми влошаване режима на напрежение, липса на преносен капацитет и др.

Остатъкът от 1.5 MWp може да бъде ефективно разпределен на 12 броя системи брегово захранване от S1 до S12 при средна инсталирана мощност 200 kW и коефициент на използване 0.7. Последното означава, е предложеното концептуално решение ще осигури 100% преминаване към ВЕИ както на цялото производство, така и на системи брегово захранване за 12 бр. плавателни средства с голяма мощност. Наличната инфраструктура от трафопостове е също изключително подходяща – ТП12, ТП14, ТП20 и ТП21 могат да захранят по три системи брегово захранване, т.е. делът на новата мощност ще е до 25% от мощността на трансформаторите, които в момента са изведени от употреба или работят в режим на ниско натоварване – под 30%.



Фиг.5 Концептуален план за внедряване на ФвЕЦ и системи брегово захранване

Особеност на обекта е, че дори да не може да бъде осигурен такъв товар, то генерираната енергия лесно може да бъде отдавана към други съседни предприятия – РПІ захранва и Порт „Одесос”, база на военноморския флот и др. Ситуационен план на ФвЕЦ и системи брегово захранване е показан на Фигура 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеното изследване показва ефективен способ за концептуална промяна на електроснабдителната система на голямо предприятие от сектор корабостроене и кораборемонт. Представени са отличните възможности за трансформация на системата в система с децентрализирано захранване с ВЕИ, което може на 100% да покрие текущите енергийни нужди на завода и максималните нужди на съвременни системи за брегово захранване на големи кораби. Ситуационния план показва, че дори при значимо възобновяване на енергоемките дейности на корабостроенето, то завода има огромен инфраструктурен потенциал за изграждане на покривни централи до порядъка на 10-15 MWp при настоящите технологии в областта. Практиката показва, че такъв потенциал не бива да бъде изразходван наведнъж, т.к. технологиите постоянно се подобряват, а с тях и специфичния добив от ФвЕЦ за единица площ.

Представеното изследване е част от работата по проект НП2/2022 „Разработване и усъвършенстване на методи за определяне на качеството на електрическата енергия в конвенционални АС и хибридни АС/DC/АС корабни електроенергийни системи”, финансиран по Фонд научни изследвания – Технически университет - Варна.

Представеното изследване е извършено с оборудване по проект КП06КП-06-Н37/28 „Изследване режимите на електропотребление в електроснабдителни системи за градски електрически транспорт с двупосочен пренос на мощност”, финансиран от Фонд „Научни изследвания”, 2019-2022 г.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Short T., Electric Power Distribution Handbook, CRC Press, 2004.
- [2] Kock Y., K. Strauss, Practical Power Distribution for Industry, Mc’Graw & Hill, 2007
- [3] Кудрин, Б., Электроснабжение промышленных предприятий, Интернет, Москва, 2006
- [4] Kumar D and Zare F 2019 A comprehensive review of maritime microgrids: system architectures, energy efficiency, power quality and regulations, Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2019.2917082
- [5] Sandel S, Segerlind J, 2016 Ship propulsion using wind, batteries and diesel electric machinery, Chamlers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
- [6] Gupta A., The solar PV power and solar products Handbook, Niir Project Consultancy Services, 2022, ISBN: 9788195577590.

A CONCEPT FOR NEW TOPOLOGY OF ELECTRIC POWER SUPPLY SYSTEMS OF PORTS AND SHIPBUILDING YARDS WITH SHORE POWER SYSTEMS AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

Valentin Gyurov, Ginka Ivanova, Yuliyana Yordanova, Milen Duganov

*Technical University of Varna
1 Studentska, Varna 9010
BULGARIA*

Keywords: *ecology, transport, power supply of ports, renewable energy sources*

Abstract: *The power supply systems of ports and shipyards are characterized by combinations of radial, main and radial-main schemes at different voltage levels - low, medium and in some cases high voltage. They typically include one main high or medium voltage step-down and/or distribution substation, and multiple medium and low voltage substations. The existing power supply systems are designed and implemented in traditional ways, corresponding to the concepts and technical means of the second half of the 20th century. The implementation of the new technical means requires the performance of new research on the optimization of existing ones or the development of fully technical solutions for power supply systems of ports and shipyards. The report presents a study adapted to a typical site - a shipbuilding enterprise in the city of Varna, and the results can be considered as a conceptual concept, evaluated with a corresponding technical-economic analysis. The results can serve in the realization of future investment intentions in ports, shipbuilding enterprises and enterprises from the port infrastructure.*