

CONCEPTUAL DESCRIPTION OF THE ELECTROTECHNOLOGICAL COMPLEX OF THE SUGAR PLANT

A. Rohovyk, I. Elperin, N. Zaiets

National University of Food Technologies

Key words:

*Sugar refinery
Electrotechnical complex
Object-oriented modeling
Class diagrams
Interaction diagrams
State diagrams
Energy efficiency*

Article history:

Received 06.07.2020
Received in revised form
20.07.2020
Accepted 03.08.2020

Corresponding author:

A. Rohovyk

E-mail:

andrey_rogovik@ukr.net

ABSTRACT

The article provides a conceptual description of the electro-technological complex of a sugar refinery as a complex technological system. This is done to assess the parameters that need to be investigated at the production facility in the context of their further management. It is shown that the control of the sugar production process is characterized by a certain hierarchy in space and time: sugar factory — workshop/department — separate apparatus.

The sugar production management process is continuous and consists of continuous management functions. At sugar factories, functions of managing energy efficiency of production at the level of the chief mechanic and chief engineer are almost not automated. To describe the process of the functioning of sugar refinery in UML terms, the main stages and operations are highlighted: storage and preparation, diffusion separation, defecosaturation station, evaporation station, condensate household, food department. In the article, to display the statics and dynamics of the system, the main types of diagrams are used: classes, which show the static structure of the system; interaction, which show the temporal sequence of the use of objects; states, determines the sequence of states of an object depending on external influences. The description of states allows to describe the model of the object's behavior when receiving various energy flows and its interaction with others.

UML-diagrams made it possible to describe the complex process of functioning of the complex of sugar refinery, and in such way that all connections between workshops, heat and energy flows were visible. These diagrams make it possible to evaluate the parameters that need to be investigated at the production facility in the context of their further management.

КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ОПИС ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

А. В. Роговик, І. В. Ельперін, Н. А. Заєць

Національний університет харчових технологій

У статті здійснено концептуальний опис електротехнологічного комплексу цукрового заводу як складної технологічної системи для оцінки параметрів, які необхідно дослідити на виробничому об'єкті в контексті подальшого керування ними. Показано, що керування процесом виготовлення цукру характеризується певною ієрархією в просторі та часі: цукровий завод — цех/відділення — окремий апарат.

Процес керування цукровим виробництвом має неперервний характер та складається з неперервних функцій керування. На цукрових підприємствах майже не автоматизовані функції керування енергоефективністю виробництва на рівні головного механіка та головного інженера. Для опису в термінах UML процесу функціонування цукрового заводу виділені основні стадії й операції: зберігання та підготовка, дифузійне відділення, станція дефекосатурації, випарна станція, конденсатне господарство, продуктове відділення.

Для відображення статистики і динаміки системи використані основні типи діаграм класів (показує статичну структуру системи), взаємодії (показує часову послідовність використання об'єктів), стану (визначає послідовність станів об'єкта залежно від зовнішніх дій). Опис станів дає змогу описати модель поведінки об'єкта при отриманні різних енергетичних потоків і взаємодії його з іншими.

UML-діаграми дають змогу описати складний процес функціонування технологічного комплексу цукрового заводу, причому таким чином, щоб були помітні всі зв'язки між цехами, теплові й енергетичні потоки між ними, оцінити параметри, які необхідно дослідити на виробничому об'єкті в контексті подальшого керування ними.

Ключові слова: цукровий завод, електротехнічний комплекс, об'єктно-орієнтоване моделювання, діаграми класів, діаграми взаємодій, діаграми станів, енергоефективність.

Постановка проблеми. В процесі функціонування цукрового заводу на виробничий процес впливають фактори, які можуть призвести до відхилення від планової траєкторії функціонування або до зупинки виробництва, що, у свою чергу, значно впливає на енергоефективність роботи підприємства. Сучасний рівень автоматизації цукрової промисловості досить високий, однак на підприємствах майже не автоматизовані функції керування енергоефективністю виробництва на рівні головного механіка і головного інженера. Метою створення

енергоефективної системи керування цукровим заводом є знаходження ефективного режиму роботи виробничого комплексу.

Керування процесом виготовлення цукру характеризується певною ієрархією в просторі і в часі: цукровий завод-цех/відділення-окремий апарат. Процес керування цукровим виробництвом має неперервний характер і складається з неперервних функцій керування, до яких відносяться облік, контроль, аналіз, прогнозування, планування й регулювання. Саме енергоефективна система керування дасть змогу особі, що приймає рішення, творчо брати участь у процесі керування, активно впливати на його хід, використовуючи практичний досвід з метою покращення енергоефективності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Велика кількість праць присвячена моделюванню процесів харчових виробництв за допомогою мови моделювання UML. Так, в [1] розглядається моделювання електротехнічного комплексу хлібопекарського виробництва, у [2] розглянуто метод побудови математичної моделі автоматизованого утфельного вакуум-апарата в термінах уніфікованої мови моделювання UML. У [3] розглядається біотехнологічний процес вирощування хлібопекарських дріжджів, що здійснюється за періодичним способом. Для опису логічної частини використовується уніфікована мова моделювання UML. У [4] для вивчення поведінки автоклава з протитиском в різних умовах, а також знаходження оптимального проходження процесу пропонується використовувати мову моделювання UML.

Мета дослідження: розробити концептуальний опис електротехнологічного комплексу цукрового заводу як складної технологічної системи для оцінки параметрів, які необхідно дослідити на виробничому об'єкті в контексті подальшого керування ними.

Викладення основних результатів дослідження. Традиційні методи процедурного програмування та моделювання не можуть справитись зі складністю опису процесів, що проходять на цукровому заводі, тому використання об'єктно-орієнтованого моделювання технологічного комплексу цукрового заводу уніфікованою мовою моделювання UML є актуальним завданням [5]. Вирішення завдання концептуального моделювання — визначення змістовної складової внутрішньо системних зв'язків, дасть змогу провести параметричний синтез відповідної системи керування [6].

Для опису в термінах UML процесу функціонування цукрового заводу виділені такі стадії і операції:

1. Зберігання та підготовка:

- мийка;
- буякорізка;
- кагатне поле.

2. Дифузійне відділення:

- відстійник ЖПВ;
- збірник ЖПВ;
- збірник барометричної води;
- пароконтактний підігрівач;

- збірник дифузійної води;
- сульфітатор;
- похила дифузійна установка;
- збірник дифузійного соку;
- збірник формаліну.

3. Станція дефекосатурації:

- ПДБМ;
- холодний дефекатор;
- підігрівач перед гарячим дефекатором;
- гарячий дефекатор;
- збірник продувок;
- перший сатуратор;
- збірник нефільтрованого соку першої сатурації;
- підігрівач нефільтрованого соку першої сатурації;
- відстійник першої сатурації;
- збірник суспензій першої сатурації;
- підігрівач перед дефекатором другої сатурації;
- дефекатор другої сатурації;
- другий сатуратор;
- відстійник другої сатурації;
- збірник соку перед випарною станцією.

4. Випарна станція:

- підігрівник перед випарною станцією (ВС);
- перший корпус ВС;
- другий корпус ВС;
- третій корпус ВС;
- четвертий корпус ВС;
- п'ятий корпус ВС;
- збірник нефільтрованого сиропу після ВС;
- підігрівач перед фільтрами;
- збірник фільтрованого сиропу;
- збірник сиропу перед вакуум апаратами.

5. Конденсатне господарство:

- перший збірник конденсату 1-го корпусу ВС;
- другий збірник конденсату 1-го корпусу ВС;
- третій збірник конденсату 1-го корпусу ВС;
- перший збірник конденсату 2-го корпусу ВС;
- другий збірник конденсату 2-го корпусу ВС;
- збірник конденсату 3-го корпусу ВС;
- збірник конденсату 4-го корпусу ВС;
- збірник конденсату 5-го корпусу ВС.

6. Продуктове відділення:

- вакуум-апарати (ВА) першого продукту;
- вакуум-апарати другого продукту;

- центрифуги;
- сушка цукру.

З більш ніж десяти типів модельних конструкцій UML-діаграм, що дають змогу розглядати систему під різними кутами зору, для відображення статички і динаміки системи використані основні типи діаграм: класів, яка показує статичну структуру системи; взаємодії, яка показує часову послідовність використання об'єктів; стану, що визначає послідовність станів об'єкта залежно від зовнішніх дій [6; 7].

Діаграма класів (class diagram) служить для подання статичної структури моделі і не залежить від часу (рис. 1). Визначає типи об'єктів системи і різні статичні зв'язки та відношення між ними. На діаграмі класів зображено прямокутник, що поділений горизонтальними лініями на три секції: верхня містить ім'я класу, середня — перелік атрибутів, нижня — перелік операцій. Для того, щоб побудувати цю діаграму, треба спочатку виділити в системі окремі відносно незалежні компоненти та визначити, яким чином вони взаємозв'язані.

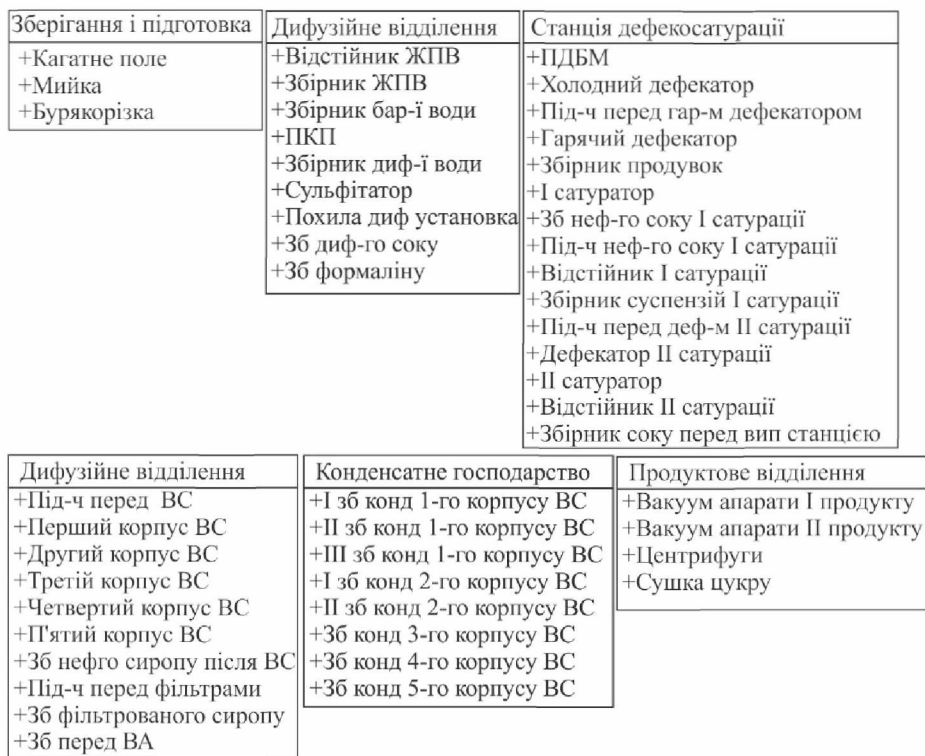


Рис. 1. Діаграма класів електротехнологічного комплексу виробництва цукру

Часовий аспект перебігу процесу може мати істотне значення при моделюванні таких процесів, що описують взаємодії об'єктів. Саме для цієї мети в мові UML використовуються діаграми послідовності.

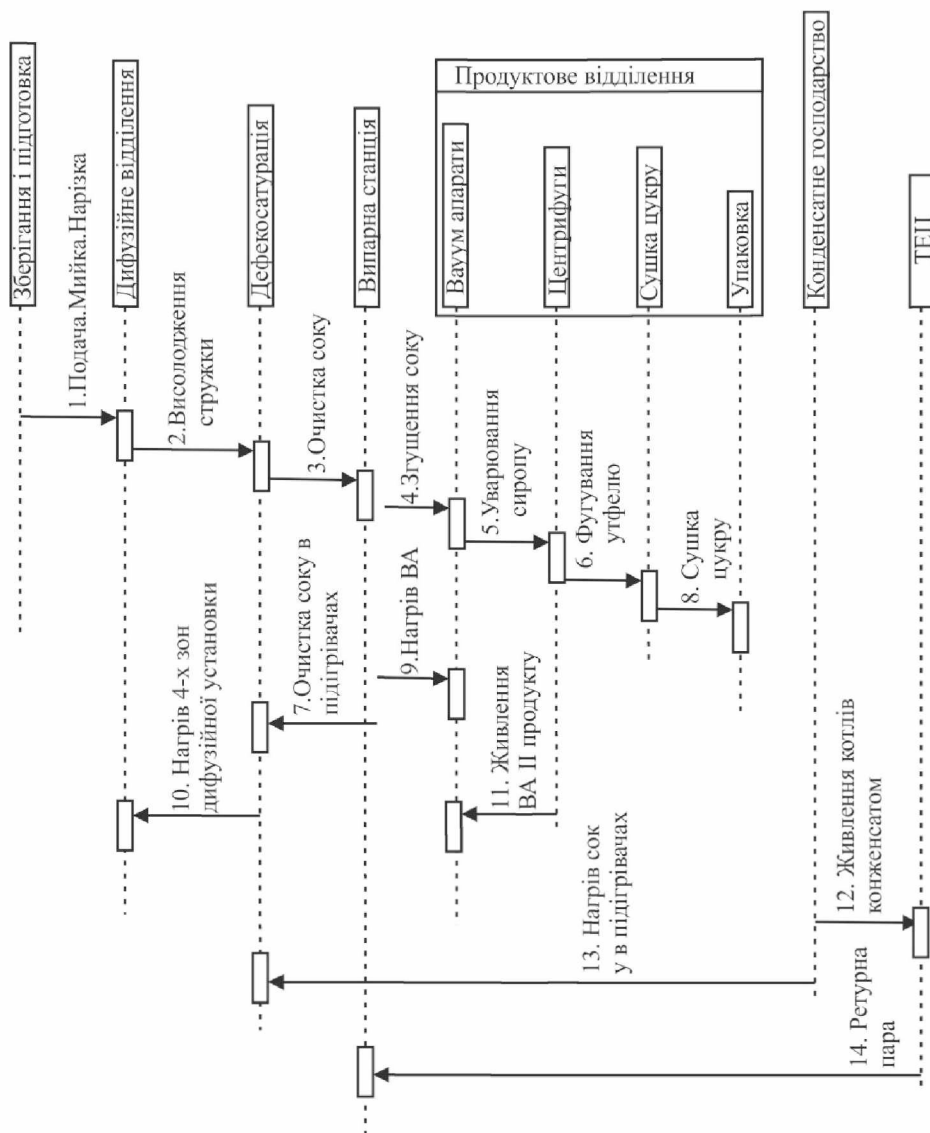


Рис. 2. Діаграма послідовності процесів при виготовленні цукру

Об'єкт є динамічним (рис. 2). За допомогою діаграми послідовності можна описати повний контекст взаємодій як своєрідний часовий графік «життя». Часові інтервали задаються технологічним регламентом. За допомогою цієї діаграми можливо проаналізувати часову послідовність стадій і операцій циклу та їхню залежність від характеристик обладнання й регламенту технологічного процесу.

Діаграма стану (state diagrams) призначена для опису станів об'єкта і умов переходу між ними (рис. 3). Опис станів дає змогу описати модель поведінки об'єкта при отриманні різних енергетичних потоків і взаємодії його з іншими.

Стан відповідає певному інтервалу часу в житті об'єкта і зображується прямокутником із заокругленими кутами, який може мати одну або кілька секцій. У секціях наводиться ім'я стану, змінні стану, внутрішня поведінка тощо. Остання найчастіше містить такі дії: *entry* — дія на вході у стан; *exit* — дія на виході із стану.

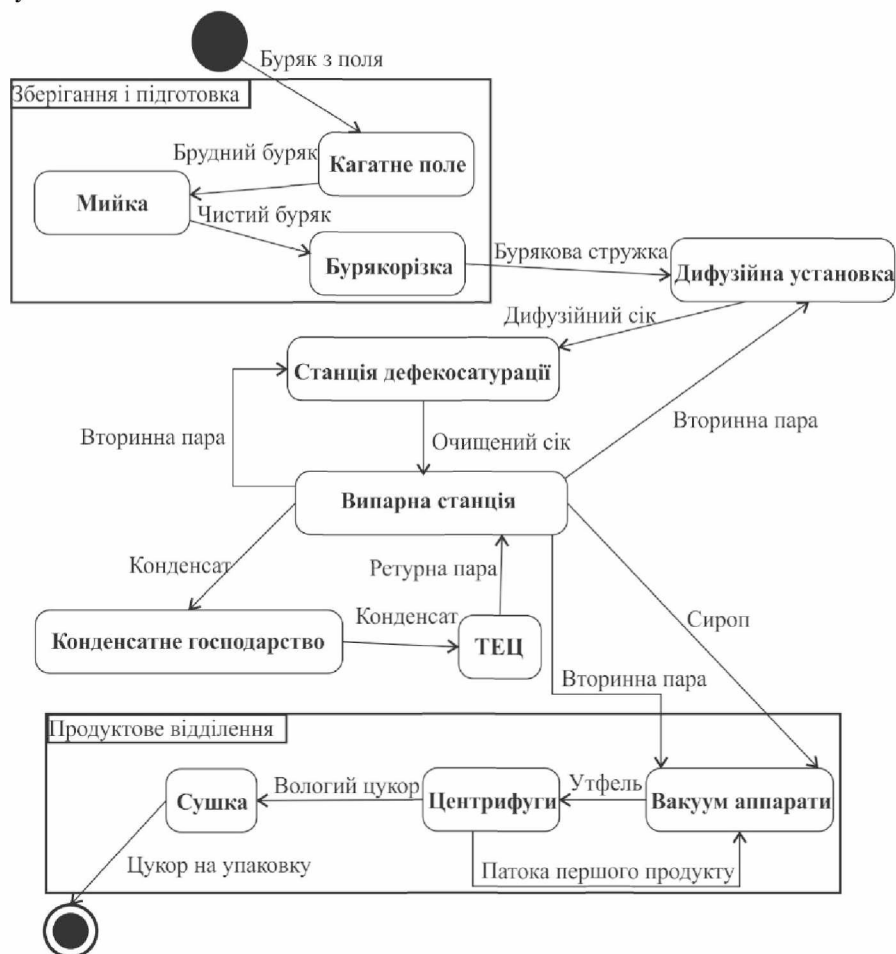


Рис. 3. Діаграма стану енергетичних потоків процесу виробництва цукру

Розроблені моделі електротехнологічного комплексу цукрового заводу у вигляді UML-діаграм дають змогу представити такий складний процес функціонування, як технологічний комплекс цукрового заводу, причому таким чином, щоб були помітні всі зв'язки між апаратами, теплові й енергетичні потоки між ними. А це, у свою чергу, допоможе швидше і якісніше змоделювати та реалізувати цей процес.

На основі отриманих статичних моделей і структури електротехнологічного комплексу виробництва цукру можна оцінити й обґрунтувати параметри (їхні

значення), які потрібно дослідити на виробничому об'єкті в контексті подальшого керування ними.

Висновки

Розроблений концептуальний опис електротехнологічного комплексу цукрового заводу дає змогу оцінити параметри, які необхідно дослідити на виробничому об'єкті в контексті подальшого керування ними.

Література

1. Obstawski P., Kozyrskyi V., Momotyuk V., Zaiets N. Energy efficient intellectual control system of the electro-technological complex of a bread-baking plant. *Annals of Warsaw University of Life Sciences*. 2017. № 70. P. 95—103.
2. Трегуб В. Г. Побудова математичної моделі автоматизованого апарата періодичної дії. *Харчова промисловість*. 2004. № 3. С. 165—169.
3. Чорна Ю. О., Трегуб В. Г. Моделювання періодичного процесу вирощування хлібопекарських дріжджів з використанням мови uml. *Енергетика і автоматика*. 2014. № 1. С. 115—123.
4. Клименко О. М., Трегуб В. Г. Математичне моделювання періодичних процесів в автоклавах з протитиском. *Наукові праці НУХТ*. 2014. Т. 20, № 6. С. 14—20.
5. Ладанюк А. П., Заєць Н. А., Власенко Л. О. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів: монографія. Київ: Ліра-К, 2016. 312 с.
6. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. 2-е изд.: пер. с англ. Москва, 2006. 496 с.
7. Гома Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений: пер. с англ. Москва, 2011. 704 с.