

УДК 725.635.01

Мельник Т.Д.,
tanyushastaple@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0458-8329,
д.т.н., професор Самойлович В.В.,
valentinsamoilovich@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7064-3357,
професор Юнаков С.Ф., UPZDynakov.com, ORCID: 0002-3868-6357-0000,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОСОБЛИВОСТІ АРХІТЕКТУРНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ АГРО–ФЕРМ

Розглянуто основи технології вирощування окремих видів сільгосппродукції у вертикальних агро-фермах, проведена їх класифікація, визначено особливості формування об'ємно-планувальних і конструктивних рішень вертикальних агро-ферм.

Ключові слова: сільське господарство, підвищення ефективності, вертикальні агро-ферми, особливості проектування.

Актуальність роботи. За прогнозами соціологів, населення Землі продовжить швидко зростати, при цьому 80% населення проживатиме в містах. Відповідно, настільки ж стрімко продовжить рости і попит на продукти харчування. Однак кліматичні зміни, які відбуваються на планеті, а також виснаження значної кількості землі внаслідок багаторічної експлуатації з використанням гербіцидів та інших хімікатів, скорочують врожайність у багатьох країнах, що веде до продовольчої кризи. Одним із шляхів вирішення проблеми є перенесення вирощування цілого ряду сільськогосподарських культур в міста. Новий метод, який був запропонований для вирішення проблеми задоволення зростаючого попиту на продовольство в містах, полягає в розробці та впровадженні вертикальних агропромислових будівель - вертикальних ферм. Вертикальне землеробство це концепція міського господарства в висотних будівлях, покликаною забезпечити населення продовольством в районах, де існують проблеми з земельними ресурсами, простором і складні кліматичні умови землеробства. В даний час ми стаємо свідками впровадження подібних комплексів в містах по всьому світу, де вони є невід'ємною частиною сучасного міського господарства XXI століття. Обсяг досліджень і проектів по темі вертикальних ферм від одиночних об'єктів до цілих міських кварталів і урбаністичних трансформацій міських ландшафтів величезний. Дана стаття спирається на наукові статті, професійні звіти, блоги та веб-сайти по темі проектування і будівництва вертикальних агропромислових комплексів [1-6].

Метою статті є визначення особливостей формоутворення вертикальних ферм.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені наступні завдання: - визначити особливості технологічного процесу вертикальних ферм, узагальнити світовий досвід архітектурного проектування таких будівель, виявити використання основних видів альтернативних джерел енергії та особливості конструктивних рішень споруд такого типу.

Основна частина. Як показують наукові дослідження, досвід проектування і експериментального будівництва, вертикальні ферми в майбутньому можуть стати високоефективними складовими сільськогосподарського виробництва. Вони мають багато переваг в порівнянні з традиційними методами вирощування сільськогосподарської продукції. Так, наприклад, в середині вертикальної ферми створюється повністю незалежна екосистема із сприятливими умовами для вирощування певних сільськогосподарських культур. До того ж вона виключає не тільки негативний вплив несприятливих природних факторів, а й проникнення

шкідників і хвороб. Завдяки підтримці певного температурного і атмосферного мікроклімату всередині ферми, вирощувати необхідні культури і збирати урожай можна буде цілий рік. Проекти вертикальних ферм припускають обладнання їх системами збору і очищення використаної води. Більш того, планується збір води шляхом випаровування з поверхні рослин. Оснащення вертикальних ферм вітровими і сонячними установками зробить їх повністю енергетично незалежними. Прозорі зовнішні і внутрішні стіни дозволять максимально використовувати природне освітлення. Недолік сонячного світла компенсують штучні джерела енергії. Додатковою порцією енергії послужить переробка біомаси.

Вертикальні ферми дозволять повністю відмовитися від застосування гербіцидів, пестицидів та добрив, забезпечивши населення натуральною органічною продукцією. Вони до того ж не потребують застосування тракторів, комбайнів та іншої сільськогосподарської техніки. Готова продукція також не потребує перевезень на далеку відстань. Все це допоможе знизити транспортні витрати і скоротити споживання енергоресурсів. До цього слід додати, що вертикальні ферми допоможуть повернути значну частину сільськогосподарських земель назад в природу, поступово відновивши їх після агресивного землеробства з використанням хімікатів і добрив. Цей крок дозволить збільшити кількість лісів, що в свою чергу сприятиме зниженню рівня вуглекислого газу в атмосфері.

При проектуванні вертикальних ферм як правило застосовують гідропонний і аеропонний методи вирощування рослин.

Гідропоніка - технологія вирощування рослин в живильному водному розчині, що містить в оптимальній концентрації і легкозасвоюваній формі всі необхідні речовини для конкретно взятої рослини.

Аеропоніка (повітряна культура) - технологія вирощування рослин без ґрунту і субстратів, при якій коріння знаходяться в повітрі, а необхідні речовини надходять через крапельне обприскування поживними розчинами. Живильні суміші подаються безперервно або через невеликі проміжки часу, щоб коріння не встигли висохнути.

Обидві технології перевершують традиційні екологічністю продукції та обсягом врожаїв, одержуваних з 1 га площі, а також значно знижують споживання води. Так, для аеропонного способу вирощування рослин необхідна всього лише 1/10 частина води, що витрачається при класичних сільськогосподарських методах.

Конструктивні особливості цих сучасних інноваційних комплексів полягають в наступному: застосовується переважно металевий або залізобетонний каркас, що дозволяє використовувати методи вільного планування. Зовнішні огорожувальні конструкції, як правило, прозорі з застосуванням скла з особливими властивостями. Використовуються спеціальні види скла, які дозволяють зберегти необхідне тепло всередині висотної ферми навіть у найлютіший мороз. В той же час влітку такі склопакети відображають надмірне сонячне тепло.

Функціонально-планувальні рішення вертикальних ферм дуже різноманітні. Крім спеціалізованих комплексів по вирощуванню рослин і / або розведення тварин і птиці, пропонуються ферми, в яких передбачають певні «блоки» або поверхи для проживання людей. Відбувається реалізація схеми «квартира + ділянка землі». Кожен житель може вирощувати необхідні рослини, як це відбувається зараз в приватних будинках. Передбачається також оптово-роздрібна торгівля продуктами, виробленими на фермі. Можлива організація «зелених поясів», які будуть пов'язувати ферми з оточуючим середовищем і таке інше.

Одним з найбільш відомих піонерних проектів висотних ферм є «Dragonfly», що представляє собою 132 поверхову будівлю, за допомогою якої вирішуються проблеми вирощування сільськогосподарської продукції та скорочення відстані її транспортування в такому великому місті, яким є Нью-Йорк. При цьому, як і в більшості вертикальних сільськогосподарських ферм, для вироблення електроенергії буде використана енергія вітру і сонця, що робить його самодостатнім об'єктом. Передбачається розвиток рослинництва і

молочного тваринництва. Іншими функціональними зонами є житло, офіси та дослідницькі лабораторії. Важлива сторона проекту - концепція повторного використання ресурсів, що включає в себе систему збору та фільтрації дощової води, яка змішується з біологічними відходами і застосовується як добриво для рослин. З точки зору об'ємно-просторового рішення об'єкт являє собою два «крила бабки» - основний обсяг сільськогосподарської ферми, прикріплений до вертикального ядра, в якому розташовані комунікації. Зовнішнє огороження являє собою складне стійко-ригельне скління, несучими елементами якого є повторювані перетинки і прожилки подібно до крил бабки. Зазначене скління повинно витримати різні негативні впливи на будівлю: вітрові навантаження, коливання літніх і зимових температур, загазованість території і т.п. Сільськогосподарський хмарочос буде обладнаний геліоустановками, вставленими в зовнішнє скління. Вони покликані частково забезпечити енергоспоживання, решту енергії повинні отримати від вітрових турбін і біопалива. Завдяки продуманому структурному склінню температурно-вологісний режим в будівлі буде підтримуватися за рахунок природної вентиляції і випаровування рослин (Рис. 1).

Іншим відомим проектом, що знаходиться в стадії реалізації, є вертикальна ферма «Plantagon». Передбачається, що це буде 17-поверхова куля, в якому овочі будуть вирощуватися в лотках, розташованих по спіралі, що піднімаються знизу-вгору навколо центрального комунікаційного ядра. У міру дозрівання, овочі будуть спускатися вниз, до місця збору врожаю. Куля повністю заклена, але в залежності від потреб конкретних сільськогосподарських культур можливе часткове затемнення окремих ділянок загальної сфери. В якості основних структурних одиниць скління обрані трикутники, які забезпечують потрібну геометрію і загальну жорсткість архітектурної форми (Рис.2).

Проект вертикальної ферми «Harvest Green Project» став переможцем конкурсу «Виклик 2030» у Ванкувері. Архітектурне рішення об'єкта являє собою модульну систему, кожен елемент якої має свої розміри і опорядження. У кожному блоці застосовується скління на всю висоту (Рис. 3).

На основі узагальнення сучасного досвіду проектування і будівництва вертикальних ферм можна зробити **наступні висновки.**

1). Вертикальна ферма - це сучасний автоматизований комплекс замкнутого циклу. Принцип створення такої ферми - модульна технологія будівництва. У міру необхідності, модулі можна добудовувати в висоту поверх за поверхом.



Рис.1. Проект вертикальної ферми «Dragonfly» в Нью-Йорку



Рис.2. 17-ти поверхова ферма-куля «Plantagon».



Рис.3. Вертикальна ферма «Harvest green»

2). Можна виділити наступні основні види вертикальних ферм:

- ферми, що спеціалізуються виключно на рослинництві (зазвичай гідропонною технологією, рідше аеропонною);
- сільськогосподарські ферми, що займаються рослинництвом і тваринництвом.

3). Узагальнені характеристики проектів вертикальних ферм: цілорічні врожаї, органічні продукти, енергетична незалежність, незалежність від примх природи, відновлення екосистем.

4). Архітектурно-планувальні рішення вертикальних ферм крім промислових і виробничих приміщень можуть передбачати також офісні, торговельні, житлові та інші приміщення громадського призначення.

5). При проектуванні вертикальних ферм слід віддавати перевагу об'ємним рішенням компактної обтічної форми із врахуванням напрямку пануючого

вітру. Такі рішення сприяють зниженню дії вітру щодо його впливу на тепловитрати.

6). Для проектування несучих конструкцій застосовують переважно залізобетонний або металевий каркас, що дозволяє використовувати методи вільного планування.

7). Зовнішні огорожувальні конструкції, як правило, проектують світлопрозорими із застосуванням ефективних видів скла щодо збереження сонячної енергії і покращення інсоляції внутрішнього простору .

Література

1. Вертикальні ферми - рішення проблем майбутнього / Дударенко М.В., Болотов Г.І.// V Міжнародна науково-практична конференція.. "Архітектура та екологія", 29-30 жовтня 2013 р., м.Київ. - Ч.І. - с.114-115.

2. Sheffield City Farm - Proposal [Електронний ресурс] // – Режим доступу до ресурсу: <https://www.deviantart.com/pgdsx/art/Sheffield-City-Farm-Proposal-208551910>

3. В Швеции заложен первый в мире Plantagon [Електронний ресурс] // – Режим доступу до ресурсу: <http://future24.ru/v-shvetsii-zalozhen-pervyi-v-mire-plantagon>

4. Вертикальные оранжереи в Дубаи, орошаемые морской водой [Електронний ресурс] // – Режим доступу до ресурсу: <http://techvesti.ru/node/893>

5. SkyFarm [Електронний ресурс] // – Режим доступу до ресурсу: <https://www.slideshare.net/brighteyes/sky-farm>

6. Despommier Dickson. The vertical farm / Feeding the world in the 21st century. - NY, USA: Thomas Dunne Books / St.Martin's Press, 2010. – pp. 135-138.

Мельник Т.Д., д.т.н., профессор Самойлович В.В.,
профессор Юнаков С.Ф.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ АГРО-ФЕРМ

Рассмотрены основы технологии выращивания отдельных видов сельскохозяйственной продукции в вертикальных агро-фермах, проведена их классификация, выявлены особенности формирования объемно-планировочных и конструктивных решений вертикальных ферм.

Ключевые слова: сельское хозяйство, повышение эффективности, вертикальные агро-фермы, особенности проектирования.

Melnik T.D., Doctor of technical sciences, Professor Samoilovich V.V.,
Professor Yunakov S.F.,
Kiev National University of Construction and Architecture

FEATURES CREATION of ARCHITECTURAL FORM of VERTICAL AGRO-FARMS

The basic growing technology of different agricultural products in vertical agro-farms is considered. It was classified. Features of formation space-planning and construction by vertical agro-farms are defined.

So the following questions was raised: -to define features of technological process by vertical farms; -to generalize the world experience of designing such buildings; -to reveal the main types of alternative energy sources and features of construction by vertical agro-farms.

According to sociologists' forecasts the population of the Earth will have been increasing. And 80% of the population will have been living in the cities. In accordance, demand for food will have been raising too. But the climate change and depleted soil as a result of long-term operations with using chemicals are reducing productivity in many countries. It's conducting to food crisis. One of the solutions by this problem is transfer growing technology of different agricultural products to the cities.

There are many projects on a subject by vertical farms from single objects to the whole city quarters. This article is based in scientific articles, professional reports, blogs and websites on a subject of designing and construction in vertical agro-industrial complexes.

Keywords: agriculture, increased efficiency, vertical agro-farms, design features.