

УДК 69.057:631.23

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.117.726

КОНСТРУКТИВНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ БЛОКОВИХ ТЕПЛИЦЬ

ЧЕБАНОВ Л. С.¹, канд. техн. наук., доц.,

ЧЕБАНОВ Т. Л.², інж.,

ЧЕБАН В. О.^{3*}, студ.

¹ Кафедра будівельних технологій, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38 (067) 409-38-23, e-mail: lchebanov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-2451-2337

² ТОВ «Мале науково-виробниче підприємство «Інжтехбуд», вул. Воїнів-інтернаціоналістів, 2, 07400, Бровари, Київська обл., Україна, тел. +38 (096) 774-68-37, e-mail: chebanovtaras@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8814-971X

^{3*} Будівельний факультет, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38(068) 002-66-59, e-mail: cebanvsevolod@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1253-1442

Анотація. Постановка проблеми. Початок виробництва овочів у захищеному ґрунті на промисловій основі в Україні було покладено будівництвом у 80-ті роки минулого століття теплиць із конструкцій Антрацитівського Луганської області заводу збірних теплиць. Нового імпульсу розвитку тепличного овочівництва надало введення в експлуатацію енергозберігальних сучасних зимових теплиць, побудованих у період з 2005 по 2015 рік. Тепличне овочівництво не стоїть на місці, а активно розширюється по всьому світі. Подальший розвиток цього напрямку можливий за умови впровадження нових технологій будівництва та експлуатації теплиць, а також їх конструктивних рішень. Розвиток тепличного овочівництва – важливе народно-господарське завдання. Показано конструктивні і технологічні особливості сучасних теплиць п'ятого покоління напівзакритого типу, які дозволяють забезпечити високі врожаї за менших витрат матеріальних ресурсів. Виконано дослідження трудомісткості зведення теплиць, виявлено маломеханізовані, ручні процеси. **Мета статті** – показати шляхи вдосконалення конструктивних та технологічних параметрів сучасних теплиць із метою забезпечення енергозбереження та підвищення врожайності. **Результати.** Виконано аналіз нормативних документів із проектування та будівництва теплиць. Показано, що теплиці так званого «напівзакритого типу» дозволяють отримувати високу врожайність овочів та економію енергоносіїв. Найбільш механізовані процеси зведення теплиць – це земляні роботи та влаштування фундаментів. Значна частина ручної праці має місце під час монтажу металевих каркасів, скління та систем опалення. **Наукова новизна і практична значимість.** Уперше отримано значення трудомісткості та тривалості у зведенні теплиць, встановлено їх залежності від основних факторів, що впливають на виконання будівельно-монтажних робіт. Це дозволяє на стадії розроблення проектно-технологічної документації визначити раціональні способи виконання робіт.

Ключові слова: захищений ґрунт; класифікація теплиць; теплиці скляні; покоління теплиць; теплиці типу «Антрацит» та «Venlo», напівзакриті теплиці; трудомісткість та тривалість зведення теплиць

CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF MODERN BLOCK GREENHOUSES

CHEBANOV L.S.¹, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,

CHEBANOV T.L.², Engineer,

CHEBAN V.O.^{3*}, Student

¹ Department of Construction Technologies, Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Povitroflotskyi Ave., 03680, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (067) 409-38-23, e-mail: lchebanov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-2451-2337

² LLC “Small Research and Production Enterprise “Inzhtekbud”, 2, Warriors-Internationalists Str., 07400, Brovary, Kyiv region, Ukraine, tel. +38 (096) 774-68-37, e-mail: chebanovtaras@gmail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8814-971X

^{3*} Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Povitroflotskyi Ave., 03680, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (068) 002-66-59, e-mail: cebanvsevolod@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1253-1442

Abstract. Problem statement. The beginning of the production of vegetables in protected soil on an industrial basis in Ukraine was marked by the construction in the 80s of the last century of greenhouses from the structures of the Antratsyt Luhansk region prefabricated greenhouse plant. A new impetus to the development of greenhouse vegetable

growing was provided by the commissioning of energy-saving modern winter greenhouses built in the period from 2005 to 2015. Greenhouse vegetable growing is not standing still, but is actively expanding around the world. Further development of this area is possible with the introduction of new technologies for construction and operation of greenhouses, as well as their design solutions. The development of greenhouse vegetable growing is an important economic task. The design and technological features of modern greenhouses of the fifth generation of the semi-closed type are shown, which allow to provide high yields at lower consumption of material resources. A study of the complexity of the construction of greenhouses, identified low-mechanized, manual processes. **The purpose** of the article is to show ways to improve the design and technological parameters of modern greenhouses. In order to ensure energy savings and increase yields. **Results.** The analysis of normative documents on design and construction of greenhouses is performed. It is shown that greenhouses, the so-called "semi-closed type", allow to obtain high vegetable yields and energy savings. The most mechanized processes for the construction of greenhouses are earthworks and foundations. Much of the manual labor takes place during the installation of the metal frame, glazing and heating systems. **Scientific novelty and practical significance.** For the first time the value of labor intensity and duration during the construction of greenhouses was obtained, their dependences on the main factors influencing the performance of construction and installation works were established. This allows at the stage of development of design and technological documentation to determine rational ways of performing work.

Keywords: *protected soil; classification of greenhouses; glass greenhouses; generation of greenhouses; «Anthracite» and «Venlo» greenhouses, semi-enclosed greenhouses; complexity and duration of construction of greenhouses*

Постановка проблеми. Основний обсяг овочів виробляється у відкритому ґрунті, а їх вирощування в позасезонний час можливе лише в спорудах із різними видами укриттів – у вигляді теплиць. Теплична форма захищеного ґрунту стала основою, де створено необхідні умови для високої продуктивності культур, особливо в зимовий, ранньовесняний і пізньоосінній періоди. Сучасні теплиці і тепличні комбінати характеризуються значною різноманітністю конструкцій, інженерних систем, технологій вирощування і т. д. Класифікація теплиць у нормативних документах розглядається з точки зору основних особливостей безпосередньо теплиць. При цьому розглядається низка класифікаційних ознак – агрономічних, технологічних, архітектурно-будівельних, техніко-економічних тощо.

Аналіз публікацій. У Республіці Білорусь теплиці класифікують згідно із СТБ 23315-2015 за класами складності робіт [1]. До третього класу складності відносять теплиці площею понад 1 га. До четвертого і п'ятого класу складності відносять теплиці площею, відповідно, до 1 га і до 200 кв. м. В іншому нормативному документі розглядаються різновиди теплиць залежно від об'ємно-планувальних рішень, геометричних параметрів, світлопрозорості огорожі і т. д. У нормативному документі щодо теплиць України [2] їх класифікація

виділена в окремий параграф, в якому розглядаються такі ознаки: функціональне призначення; технологія влаштування; час експлуатації; об'ємно-планувальні та конструктивні рішення; тип огорожувальних конструкцій. У Російській Федерації застосовують підхід, аналогічний Білорусі та Україні [3]. При цьому особлива увага приділяється технології виконання робіт і експлуатаційним показникам.

Різні типи теплиць розглядали і намагалися впорядкувати низка авторів [4; 5]. Теплиці з прозорою покрівлею входять до складу культивацийних споруд з двома типами покрівлі. Будівлі з непрозорими покрівлями придатні для вирощування шампінйонів, а інші спеціальні споруди, які не вимагають світла, наприклад, для вирощування салатного цикорію, в тому числі камерні або закриті теплиці з електросвітлокультурою для районів Крайньої Півночі. Другий тип покрівлі – прозорі, і характерні вони безпосередньо для теплиць.

Результати досліджень. Номенклатура теплиць і тепличних комбінатів розподіляється за призначенням (овочеві, розсадні, розсадно-овочеві), за термінами використання (цілорічного та весняно-літньо-осіннього), планувальним вирішенням (однопрогонові – ангарні або тунельні, і багатопрогонові), а також відповідним розміром і їх площею [6].

В останні десятиліття в практику теплицебудування впроваджено низку нових оригінальних технологічних та конструктивних рішень.

Найбільш поширені сьогодні теплиці четвертого покоління (за класифікацією авторів [6], так звані теплиці типу «Venlo». В останні 15...20 років саме такі теплиці масово будували і продовжують будувати у країнах Східної Європи, в т. ч. в Україні.

Різновидом теплиць типу «Venlo» стали вдосконалені теплиці п'ятого покоління [7], або теплиці напівзакритого типу. Фірми-виробники (Нідерланди і Франція) називають такі теплиці кожен по-своєму – UltraClima (Kubo), ModulAir (Van der Hoeven), Eco-Greenhouse (KGP), OptimAir (Richel), SuprimAir (Certhon) тощо. Окремі зразки таких теплиць побудовані в Європі, Росії і Північній Америці.

Сучасні теплиці типу «Venlo» – це споруди висотою до 8 м, добре герметизовані, з високим ступенем автоматизації, що дозволяють реалізувати сучасні технології вирощування овочів, квітів та іншої тепличної продукції. З упровадженням цих теплиць вдалося істотно підвищити врожайність овочевої продукції, а технології світлокультури і зовсім подвоїли вихід овочів з одного квадратного метра. Однак і ці високорентабельні споруди мають недоліки, що не дозволяють повною мірою отримати урожай, який біологічно закладений в гібридах.

Найістотніший з недоліків – це нездатність теплиці підтримувати оптимальний мікроклімат у певні пори року. Цей недолік починає проявлятися у весняний період, а з використанням технології світлокультури ще раніше. Має місце негативний мультиплікаційний ефект: не відкривати квартирки не можна через «запарювання» рослин, а у разі відкривання пошкоджується верхівка рослин і підвищуються витрати на опалення.

У літній період вирощування овочів теплиця 4-го покоління практично не здатна підтримувати потрібний мікроклімат, бо відсутні ресурси, що дозволяють знизити температуру. Теплиця 5-го покоління

(рис. 1), так звана «напівзакрита» зберігає всі переваги теплиць типу «Venlo», але багато в чому перевершує її за цілою низкою параметрів. А саме: теплиця підтримує в будь-який період року ідеальний мікроклімат; дозволяє економити витрати на опалення. Відбувається це за рахунок вторинного використання теплової енергії. В будь-який період вона може підтримувати оптимальний рівень CO_2 ; захищена від проникнення шкідників. Однією з особливостей теплиці – це наявність надлишкового тиску всередині.

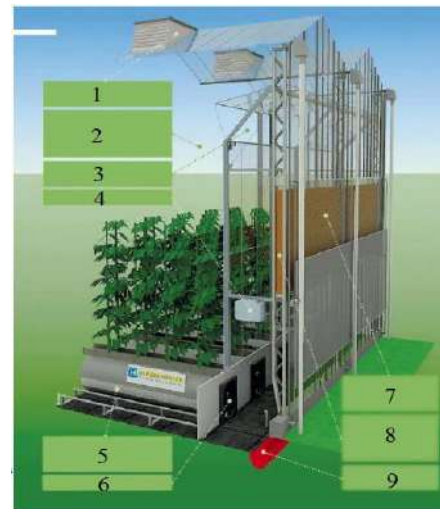


Рис. 1. Загальний вигляд «напівзакритої теплиці»: 1 – квартирки вентиляції; 2 – у внутрішньому просторі теплиці підтримується незначний надлишковий тиск, що створює більш однорідний клімат, а також тепло і CO_2 ; 3 – обертання повітря дозволяє повторно використовувати CO_2 і підігрівати енергоносії, забезпечуючи економію повітря; 4 – додаткові модулі підігріву / охолодження; 5 – перфоровані повітряні канали під рослинами дозволяють рівномірно розподілити повітря; 6 – вентилятори з індивідуальним контролем; 7 – москітна сітка; 8 – система типу «мокрый матрас»; 9 – система подачі CO_2

Крім цих явних переваг є маса супутніх, які синергічно підсилюють ефективність теплиці. У теплиці п'ятого покоління температури вище $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ практично не буває, що дозволяє працівникам комфортно виконувати свої обов'язки.

Повітряні рукава під кожною грядкою слугують для подачі теплового повітря із заданими параметрами, забезпечують так званий «активний мікроклімат». Інженерні блоки обробки повітря вбудовані в

невеликий коридор (рис. 2). Цей коридор конструкційно вирішується як продовження зовнішньої двосхилої торцевої стінки теплиць і використовує зовнішнє повітря для охолодження і зволоження (осушення) повітря. Тобто цей коридор служить як камера змішувача, здатна змішувати прохолодне, сухе зовнішнє повітря з теплим, вологим повітрям із теплиці.



Рис. 2. Вентиляційний блок напівзакритої теплиці : зліва зовнішня стіна з «мокрими матрасами»; справа – стіна (перегородка) теплиці з вентиляторами на кожен ряд рослин, підвідними трубопроводами систем опалення, а також гнучкі рукави підключення нижнього (труборейкового) опалення

Основне опалення складається із системи труб нижнього і зонального обігріву. Коридор – вентиляційний блок – також забезпечений нагрівальними модулями, які мають свої власні вентилятори. Для літніх умов роботи теплиця оснащена спеціальною системою охолодження. Це найбільш ефективний і дієвий спосіб. Коли температура зовнішнього повітря стає занадто високою, можна активувати цю систему і збільшити потужність охолодження. Використовують ефект холодної води і випаровування води в устаткуванні типу «мокрі матраси».

На кафедрі будівельних технологій КНУБА тривалий час виконуються дослідження з технології та механізації зведення теплиць [8]. Зокрема, виконано аналіз документації з архіву ТОВ МНВП «Інжтехбуд», (м. Бровари Київської області) за останні десять років по реальним об'єктам, побудованих в Україні, Білорусі, Молдові та Росії. Ця організація спеціалізується на розробленні проектно-кошторисної та проектно-технологічної

документації для споруд захищеного ґрунто-теплиць і тепличних комбінатів.

Загальна трудомісткість зведення одного гектара теплиць складає понад 10 000 людино-годин (рис. 3).

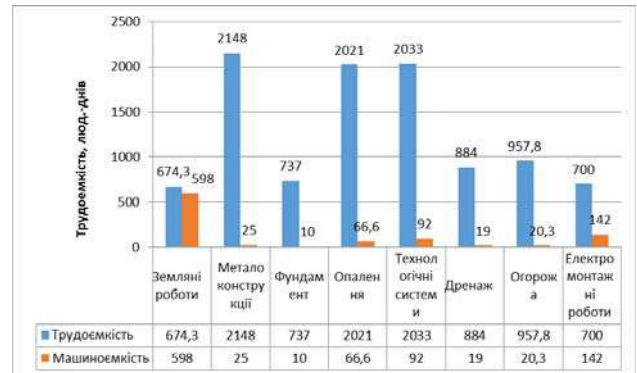


Рис. 3. Показники трудомісткості та машиномісткості виконання робіт для зведення 1 га теплиць

Рельєф будівельного майданчику під теплицю спокійний, не передбачає значних земляних робіт по вертикальному плануванню майданчика. Перепад висот не перевищує 1,0...1,5 м.

Відповідно прийнято рішення щодо фундаментів теплиць. Ґрунтові умови майданчика, як усереднені, не передбачають додаткових трудомісних та витратних робіт із влаштування цоколя-ростверка й окремо стоячих фундаментів під мікропальові фундаменти – стійки теплиць, під стійки – рядові, а також стійки – під колони в'язевого блока.

Для аналізу та оцінювання отриманих результатів основні комплексні процеси розподілено на такі групи: а) архітектурно-будівельна частина або так званий «холодний будинок»; б) інженерні системи (опалення, вентиляція, водо- та електропостачання; в) технологічні системи – іригація, зашторювання, доосвітлення, дренаж тощо.

До групи комплексних процесів «холодного будинку» входять земляні роботи, монтаж фундаментів та елементів нульового циклу, монтаж металевих конструкцій та огорожі. Разом трудомісткість цих процесів складає понад 4 500 людино-годин, або близько 45 % від загальної трудомісткості [9].

До групи інженерних систем відносять комплексні процеси монтажу систем – опалення, електромонтажні роботи, влаштування автоматичних систем, а також пуско-налагоджувальні роботи. Загальна трудомісткість виконання цих робіт складає майже 2 700 людино-годин, або 26,7 % від загальної трудомісткості зведення об'єкта. По цих роботах, у першу чергу по монтажу систем опалення, є значний резерв підвищення ефективності, за рахунок упровадження технології вдавлення мікропальових фундаментів [10] та мобільних монтажно-зварювальних комплексів ІЕЗ ім. Патона – ТТМ – КНУБА (КІБІ) [11] (авторські розробки кафедри будівельних технологій КНУБА, що захищені майже десятком авторських свідоцтв СРСР та патентами України).

Близько 28 % від загальної трудомісткості також складають комплексні процеси третьої групи – монтаж безпосередньо технологічних систем [10]:

- системи іригації та фертигації;
- системи збирання, очищення (дезінфекції) дренажних стоків;
- системи випаровувального охолодження, резервного поливу;
- системи вентиляції та зашторювання: горизонтальні (один чи два рівні) шторних екранів; вертикальні; такі, що влаштовуються зовні, на покрівлі (за потреби);
- системи електродосвітлення рослин натрієвими та ЛЕД-лампами;

- системи захисту рослин тощо.

Аналіз показав, що названі роботи характеризуються високим рівнем ручної праці.

Відносно високий, об'єктивно, рівень механізації земляних робіт, що складає близько 90 %.

Щодо інших процесів показники такі:

- загальна машиномісткість виконання робіт складає 972,9 машино-годин; в тому числі по технологічних процесах відповідно першої, другої та третьої групи ці показники складають 653,3, 208,6 та 111 машино-годин;

- рівень механізації влаштування технологічних систем також надзвичайно низький, і складає для основних процесів до 5 %;

- крім земляних робіт, вищий, рівень стосовно інших процесів, має механізація електромонтажних та пуско-налагоджувальних робіт. Тут показники складають близько 20 %.

Виконано також аналіз заробітної плати робітників та механізаторів під час виконання названих вище робіт (рис. 4). Для зручності розрахунків аналіз виконано в умовних одиницях.

Загальна заробітна плата у разі зведення одного гектара теплиць за кошторисними розрахунками (за зведеним кошторисом) складає 43 216 доларів.

З них 89,4 %, або 38 637 доларів складає заробітна плата робітників.

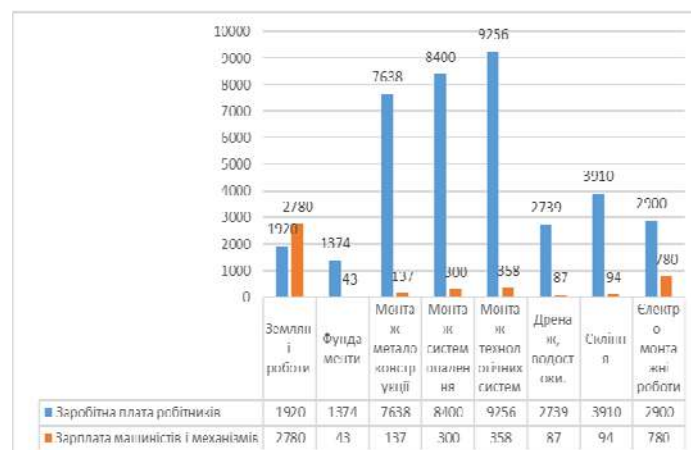


Рис. 4. Показники заробітної плати робітників (1); зарплата машиністів машин і механізмів (2) за умови зведення 1 га теплиць

Названі показники справедливі для нормативно-кошторисної бази України та Білорусі.

Висновок. Аналіз передового вітчизняного та світового досвіду впровадження сучасних технологічних і конструктивних рішень теплиць показує, що подальше підвищення ефективності тепличного овочівництва можливе за

рахунок широкого впровадження напівзакритих теплиць п'ятого покоління.

З метою зменшення трудомісткості виконання робіт зі зведення теплиць, потребують вдосконалення, розроблення та впровадження нові технології на базі високопродуктивних машин та механізмів, в тому числі універсальних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технический кодекс установившейся практики. Теплицы. Строительные нормы проектирования. ТКП 45-3.02-132-2009. Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2009. 9 с.
2. Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Теплиці та парники. ДБН В.2.2-2-95. Київ : Держкоммістобудування і архітектури, 1995. 15 с.
3. Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады. НТП 10-95. Москва : Минсельхозпрод РФ, 1995. 85 с.
4. Брызгалов В. А., Советкина В. Е., Савинова Н. И. Овощеводство защитного грунта. Под ред. В. А. Брызгалова. Ленинград : Колос, 1983. 352 с.
5. Шишко Г. Г., Потапов В. А., Сулима Л. Т., Чебанов Л. С. Теплицы и тепличные хозяйства : справочник. Под ред. Г. Г. Шишко. Київ : Урожай, 1993. 424 с.
6. Притула В. Г., Чебанов Т. Л., Чебанов Л. С., Береза В. Б., Романьков Д. О. О классификации теплиц *Теплицы России*. 2018. № 1. С. 12–16.
7. Чайковский А. И., Чебанов Л. С., Чебанов Т. Л., Береза В. Б. Технологические и конструктивные особенности стеклянных теплиц. *Овощеводство* : сб. науч. тр. Том 25. Минск : РУП «Институт овощеводства НАН Беларуси», 2017. С. 161–172.
8. Иваненко П. Ф., Полисский И. С., Руденко А. А., Чебанов Л. С. Индустриализация строительства тепличных комбинатов и овощефруктохранилищ. Київ : Урожай, 1989. 120 с.
9. Либенсон А. Б., Сысоев Г. М., Чебанов Л. С. А. с. 1543012 СССР, МКИ 5E02Д 7/20. Устройство для погружения свай вдавливанием. Оpubл. 12.02.90. 1990. Бюл. № 6.
10. Юматов В. В., Кучук-Яценко С. И., Чебанов Л. С. и др. А. с. 1611633 СССР, МКИ В23К 11/00. Машина для стыковой сварки. Оpubл. 07.12.90. 1990. Бюл. № 45.
11. Чебанов Л. С. Эффективность применения погрузчиков в строительстве. Київ : Будівельник, 1987. 80 с.
12. Чебанов Л. С., Фролов А. В. Универсальные применение машин в строительстве. Київ : Будівельник, 1994. 228 с.

REFERENCES

1. *Tekhnicheskii kodeks ustanovivsheysya praktiki. Teplitsy Stroitelnye normy proyektirovaniya* [Technical Code of Practice. Greenhouses Building design standards]. TKP 45-3/02-132-2009. Minsk:, Misnstroyarkhitektury Respubliki Belarus, 2009, 9 p. (in Russian).
2. *Derzhavni budivelni normi Ukraini. Budinki i sporudi Tepitsi ta pranki* [State Budgetary Norms of Ukraine. Booths and construct tepits and pranks]. DBN V. 2.2-2-95. Kyiv : Derzhkommistobuduvannya i arkhitekturi, 1995, 15 p. (in Ukrainian)
3. *Normy tekhnologicheskogo proyektirovaniya teplits i teplichnykh kombinatov dlya vyrashchivaniya ovochey i rassady* [Norms of technological design of greenhouses and greenhouse complexes for growing vegetables and seedlings]. NTP 10-95. Minsk : Minselkhospod RF, 1995, 85 p. (in Russian)
4. Bryzgalov V.A., Sovetkina V.Yev. and Savinova N.I. *Ovoshchevodstvo zashchitnogo grunta* [Vegetable growing of protective soil]. Pod red. V.A. Bryzgalova. Leningrad : Kolos Publ., 1983, 352 p. (in Russian)
5. Shishko G.G., Potapov V.A., Sulima L.T. and Chebanov L.S. *Teplitsy i teplichnyye knozyaystva : spravochnik*. [Greenhouses and greenhouses : handbook]. Pod red. G.G. Shishko. Kyiv : Urozhay Publ., 1993, 424 p. (in Russian)
6. Pritula V.G., Chebov T.L., Chebanov L.S., Bereza V.B. and Romankov D.O. O klassifikatsii teplits [On the classification of greenhouses]. *Teplitsy Rossii* [Greenhouses of Russia]. 2018, no. 1, pp. 12–16. (in Russian)
7. Chaykovskiy A.I., Chebanov T.L. and Bereza V.B. *Tekhnologicheskiye i konstruktivnyye osobennosti sovremennykh steklyannykh teplits* [Technological and design features of modern glass greenhouses] *Ovoshchevodstvo: sb. nauchnykh trudov* [Vegetable growing : sat. scient. Papers]. Vol. 25, Minsk : RUP «Institut ovoshevodstva NAN Belarusi», 2017, pp. 161–172. (in Russian)

8. Ivanenko P.F., Polisskiy I.S., Rudenko A.A. and Chebanov L.S. *Industrializatsiya stroitelstva teplichnykh kombinatov i ovoshchefruktokhranilishch* [Industrialization of the construction of greenhouse plants and vegetable and fruit storage facilities]. Kyiv : Urozhay Publ., 1989, 120 p. (in Russian)
9. Libenson A.B., Sysoyev G.M. and Chebanov L.S. A. s. 1543012 SSSR, MKI 5E02D 7/20. *Ustroystvo dlya pogruzeniya svay vdavlivaniyem* [Device for driving piles by indentation]. Publihed 12.02.90, 1990, no. 6. (in Russian)
10. Yumatov V.V., Kuchuk- Yatsenko S.I., Chebanov L.S. and oth. A.s. 1611633 SSSR, MKI V23K 11/00. *Mashina dlya stykovoy svarki*. [Machine for butt welding]. Published 07.12.90, 1990, no. 45 (in Russian).
11. Chebanov L.S. *Effektivnost primeneniya pogruzhchikov v stroitlstve* [The effectiveness of the use of loaders in construction]. Kyiv : Budyvelnik publ., 1987, 80 p. (in Russian)
12. Chebanov L.S. and Frolov A.V. *Universalnyye primeneniye mashin v stroitelstve* [Universal use of machines in construction]. Kyiv : Budyvelnik Publ., 1994, 228 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 25.11.2020.