

УДК 691.421.2

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ГРУНТОБЛОКІВ

ШАТОВ С. В.<sup>1\*</sup>, *д.т.н, доц.*,  
САВИЦЬКИЙ М. В.<sup>2</sup>, *д.т.н, проф.*,  
ЄВСЄЄВ Є. О.<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: [shatovsv@yandex.ua](mailto:shatovsv@yandex.ua), ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>2</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [sav15@ukr.net](mailto:sav15@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

<sup>3</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [fastfud@i.ua](mailto:fastfud@i.ua), ORCID ID: 0000-0003-2781-4840

**Анотація. Мета.** Будівництво екологічних соціокомплексів потребує використання якісних та недорогих матеріалів, сировина для яких повинна бути розташована на незначній відстані. Формування ґрунтоблоків різними типами пресів виконується із значними енерговитратами. Підвищити ефективність їх виготовлення можливо використанням технології зонного нагнітання сировини. **Методика.** Організаційно-технологічними рішеннями передбачається використання розробленого обладнання з реверсивним приводом та регулюванням частоти обертання насадки. Це дозволяє вибирати оптимальний режим виготовлення виробів. **Результати та практична значимість.** У обладнанні досягається зменшення динамічних навантажень та спрощений варіант вилучення виробів з форми, що підвищує його надійність та покращує роботу персоналу.

**Ключові слова:** формування ґрунтоблоків; зонне нагнітання сировини; обладнання

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРУНТОБЛОКОВ

ШАТОВ С. В.<sup>1\*</sup>, *д.т.н, доц.*,  
САВИЦЬКИЙ Н. В.<sup>2</sup>, *д.т.н, проф.*,  
ЄВСЄЄВ Е. О.<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: [shatovsv@yandex.ua](mailto:shatovsv@yandex.ua), ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>2</sup> Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [sav15@ukr.net](mailto:sav15@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

<sup>3</sup> Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [fastfud@i.ua](mailto:fastfud@i.ua), ORCID ID: 0000-0003-2781-4840

**Аннотация. Цель.** Строительство экологических социокомплексов нуждается в использовании качественных и недорогих материалов, сырье для которых должно быть расположено на незначительном расстоянии. Формование ґрунтоблоков разными типами пресов выполняется со значительными энергозатратами. Повысить эффективность их изготовления возможно использованием технологии зонного нагнетания сырья. **Методика.** Организационно-технологическими решениями предусматривается использование разработанного оборудования с реверсивным приводом и регулированием частоты вращения насадки. Это позволяет выбирать оптимальный режим изготовления изделий. **Результаты и практическая значимость.** В оборудовании достигается уменьшением динамических нагрузок, что повышает его надежность и улучшает работу персонала. В разработанном оборудовании предусматривается механизированная подача сырья (грунта) в бункер и упрощен вариант извлечения готовых изделий из формы.

**Ключевые слова:** формование ґрунтоблоков; зонное нагнетание сырья; оборудование

## IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS MANUFACTURING OF SOIL BLOCKS

SHATOV S. V. <sup>1\*</sup> *Dr. Sc. (Tech.), As. Prof.*,  
SAVYTSKYI N.V. <sup>2</sup> *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
EVSEEV E. O. <sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: [shatovsv@yandex.ua](mailto:shatovsv@yandex.ua), ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>2</sup> Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [sav15@ukr.net](mailto:sav15@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

<sup>3</sup> Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [fastfud@i.ua](mailto:fastfud@i.ua), ORCID ID: 0000-0003-2781-4840

**Abstract. Purpose.** Building of ecological social complexes needs the use of high-quality and inexpensive materials, raw material for which must be located on insignificant distance from the objects of building. Forming of soil blocks executed the different types of presses with considerable energy consumption. Promoting efficiency of their making is possible the use of technology of the area festering of raw material. **Methodology.** Organizational and technological solutions developed equipment is supposed to use with reversible drive and speed control nozzle. This allows you to choose the optimal mode of producing the products. **Findings and practical value.** In the air is achieved reducing dynamic loads and simplified version withdrawal of products from the mold, which increases reliability and improves staff.

**Keywords:** forming of soil blocks; area festering of raw material; equipment

### Вступ

Будівництво екологічних соціокомплексів потребує використання недорогих матеріалів, сировина для яких повинна бути розташована на незначній відстані від об'єктів будівництва, що зменшує транспортні витрати на її доставку. Виробництво цегли, ґрунтоблоків доцільно поруч з об'єктом та за технологією, яка передбачає найменші енерговитрати. Тому актуальною проблемою створення екокомплексів є удосконалення обладнання для виготовлення виробів з місцевих матеріалів (ґрунтів) безпосередньо на об'єктах.

### Аналіз публікацій

Виготовлення ґрунтоблоків передбачає підготовку сировини (перемелювання, просіювання, добавлення при необхідності компонентів) та формування [1, 2, 4, 7, 9, 10, 13]. Мета формування полягає у отриманні високоущільнених виробів за рахунок усунення вільного простору між частинками та їх пластичної деформації, а також для надання їм необхідних розмірів та форми.

Найбільш поширеним способом формування виробів є пресування з великими тиском [5]. Пресування виконують на важільних пресах двохстороннього пресування СМ-143, СМ-198, СМ-301. Зусилля пресування 125...425 т, питомий тиск пресування 200...400 кг/см<sup>2</sup>, продуктивність 2000...5000 виробів/годину.

Формування виробів можна ефективно здійснювати вібропресуванням для чого

використовують вібропреси та вібростоли (рис. 1). Вони виготовляються стаціонарними та рухомими (для переміщення на території виробництва, рис. 1, б). Основні їх технічні та експлуатаційні показники: маса 1500...3000 кг; продуктивність 225...3200 виробів/годину [3].



а



б

Рис. 1. Обладнання для формування виробів:  
а – вібропрес Мастек-Метеор; б – вібропрес Мастек /

An equipment is for forming of build wares:  
а - vibropress MASTEK-METEO; б - vibropress MASTEK

Зменшити енергомісткість формування матеріалів дозволяє технологія зонного нагнітання сировини [6, 8], основою якої є ефект текучого клина (рис. 2, а). У технології зонного нагнітання подача, розподіл, ущільнення формованого матеріалу і обробка верхньої поверхні здійснюється єдиною дією. У процесі формування таких виробів нагнітання

сипучого матеріалу в форму виробляють шляхом безперервної подачі ґрунту під рухомі поверхні нагнітача (штампа) і одночасно переміщують нагнітач відносно форми. Поява текучого клина характеризується витисненням маси, що самоущільнюється з-під штампу. Основна властивість ефекту полягає в тому, що щільність матеріалу в зоні та її геометричні розміри залишаються незмінними. Знову вдавлуванні порції витисняють із зони такий же обсяг матеріалу, який займають самі, що призводить до постійного оновлення або, інакше, течією матеріалу в ній.

Тиск під штампом  $7 \dots 9 \text{ кг/см}^2$ , що в  $10 \dots 20$  разів менший, ніж при інших способах формування. Енергія витрачається тільки на подолання опору переміщення частинок усередині зони текучого клину. Для здійснення технології використовуються спеціальні пристрої - нагнітачі сипучих середовищ, які мають різноманітну конструкцію. Недоліками технологічного обладнання РН-01 (рис. 2, б) є: значна вага, неможливість самостійного пересування та виконувати вироби з порожнинами.

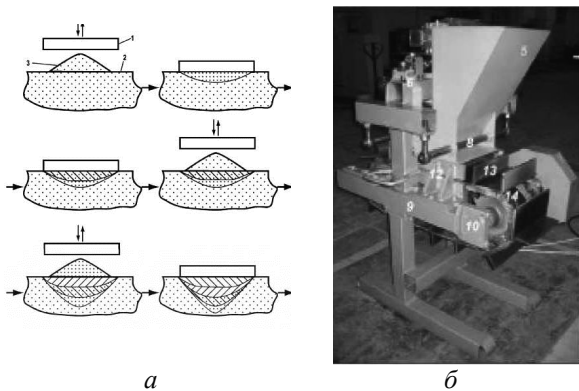


Рис. 2. Формування будівельних виробів зонним нагнітанням сировини:

а – технологічний процес; б – обладнання РН-01 /

*Equipment for forming of build wares area festering of raw material:*

а – the manufacturing process; б – equipment РН-01

У США розроблена технологія «Терраблок» на базі дуплексної машини «Хандра-статик ІІ» (рис. 3, а) для виготовлення ґрунтоблоків  $8,9 \times 30,5 \times 25,5$  см масою  $11,8 \text{ кг}$  за рахунок великого зусилля на сировину штампами із гідроприводом. Значне ущільнення сировини дозволяє використовувати виготовлені блоки без висушування. Машина має дві робочі камери, які працюють незалежно. Місткість приймального бункера становить  $0,76 \text{ м}^3$ , що дозволяє механізовано завантажувати сировину, наприклад навантажувачем. Продуктивність складає  $600$  ґрунтоблоків за годину. Обладнання встановлено на колісному причепі, що дозволяє його транспортувати до місця добичі сировини. До недоліків технології «Терраблок» відноситься значна енергомідність обладнання (потужність двигуна  $59 \text{ кВт}$ ) та необхідність у складному гідроприводі.



а



б

Рис. 3. Мобільне обладнання для формування виробів:

а – машина «Хандра-статик ІІ»;

б – для технології зонного нагнітання МН-0,5 /

*Mobile equipment is for forming of build wares:*

а – machine «CHANDRA-STATIK II»;

б – for technological area festering МН-0,5

Обладнання МН-0,5 для технології зонного нагнітання (рис. 3, б) має дрель та насадку у вигляді прямокутного конуса. Потужність пристрою – від  $0,6 \text{ кВт}$ , вага –  $50 \dots 60 \text{ кг}$ . Недоліками обладнання МН-0,5 є відсутність рами та можливості регулювання параметрів приводу, що знижує його технологічні показники.

### Мета

Метою досліджень є розробка організаційно-технологічних рішень виробництва ґрунтоблоків, складовою частиною яких є удосконалення перспективного мобільного обладнання з широким діапазоном регулювання технологічних параметрів для виготовлення будівельних виробів з місцевих матеріалів (у першу чергу ґрунтів) у безпосередній близькості до об'єктів.

### Методика

В конструкції розробленого обладнання для ґрунтоблоків запропоновано використання реверсивного приводу з регулюванням частоти обертання вихідного валу та встановлення вузлів на опорну раму, що забезпечує якість виробів та надійну його експлуатацію. Обладнання встановлено на колісному шасі, що дозволяє його транспортувати до місця добичі сировини.

**Результати дослідження**

Розроблене обладнання (рис. 4) для виготовлення будівельних виробів з місцевих матеріалів, яке має опорну раму 1 виконану у вигляді колісного шасі 2, із зчепним пристроєм 3 для буксирування [11, 12].

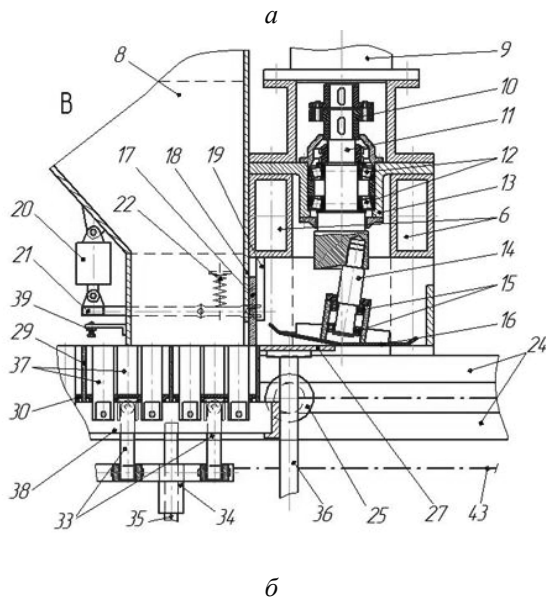
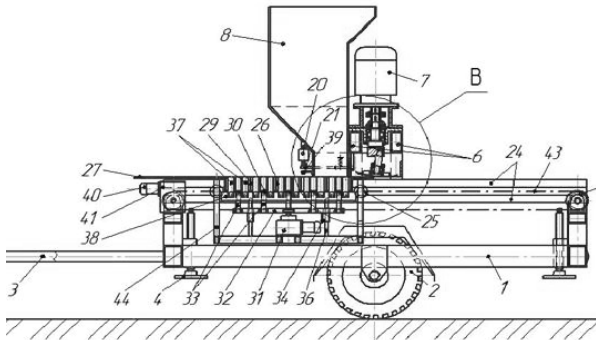


Рис. 4. Обладнання для формування ґрунтоблоків:  
а – загальний вигляд; б – робочий орган /

Equipment forming of soil blocks:  
a - main kind; b - working organ

Над шасі 2 встановлені ущільнювач 7 та бункер для сировини 8. Ущільнювач 7 складається з реверсивного електродвигуна 9, вертикального вала 11, вала 14 з нахилом та насадки 16. Нижня частина бункера 8 оснащена керованою заслінкою 17.

На шасі 2 з можливістю переміщення встановлена форма 26 з секціями для формування ґрунтоблоків, яка складається з робочого столу 27, повздовжніх стінок, поперечних стінок 29 та днищ 30 у кожній секції форми. Днища 30 виконані рухомими та обладнані механізмом зворотно-поступового руху у вигляді електромеханічного штовхача 31.

Для створення внутрішніх порожнин у ґрунтоблоках, у секціях форми 26 розташовані вкладиші 37, які проходять крізь отвори у днищах 30.

Обладнання працює таким чином (рис. 5). Цикл формування партії ґрунтоблоків починається з операції пересування форми 26 за допомогою привода у крайнє праве положення. За допомогою електромеханічного штовхача 31, траверси 32 і тяг 33, днища 30 опускаються донизу від поверхні робочого столу 27 на висоту ґрунтоблоків, що формуються. Після завантаження сировиною бункера 8, відбувається рух форми 26 та її заповнення сировиною. Рух форми 26 припиняється у тому положенні, коли її права крайня стінка 29 опиняється під нижнім краєм заслінки 17. Одночасно із зупинкою форми 26 здійснюється підйом заслінки 17 на висоту, яка потрібна для утворення шару сировини, що підлягає переміщенню у форму 26 в процесі ущільнення.

Під час наступної операції одночасно вмикаються приводи пересування форми 26 та ущільнювача 7 і відбувається формування ґрунтоблоків насадкою 16. Коли ліва крайня стінка 29 форми опиняється під нижнім краєм заслінки 17, здійснюється відсікання шару ґрунту, який поступає з бункера 8. Рух форми продовжується поки ущільнювач 7 не вийде за межі сформованих ґрунтоблоків. Зупиняється робота ущільнювача 7 та припиняється рух форми 26.

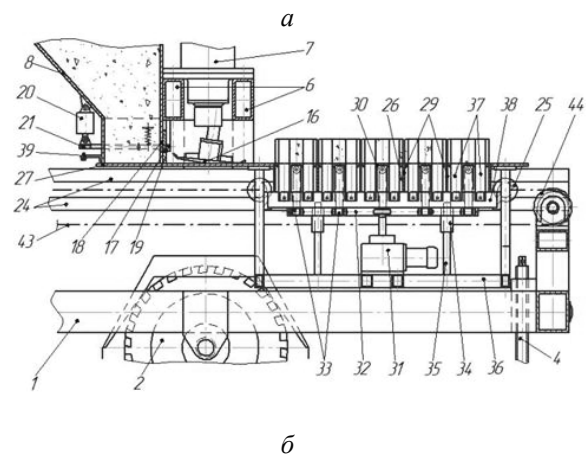
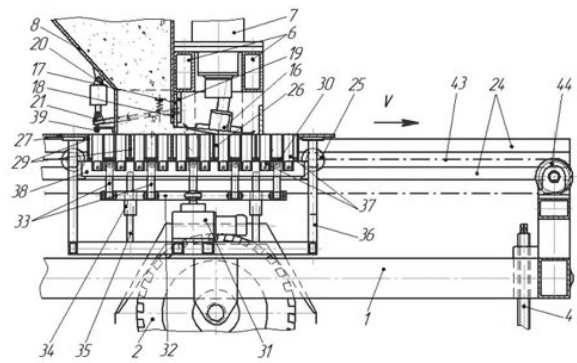


Рис. 5. Стадії формування виробів:  
а – заповнення секцій форми; б – виштовхування виробів /

Stages forming of build wares:  
a - filling of sections of form; b - extrusion of wares

Заключна операція по формуванню ґрунтоблоків передбачає вмикання електромеханічного штовхача 31, який піднімає днища 30 у кожній секції форми 26 і виштовхує сформовані ґрунтоблоки на рівень робочого столу 27. Ґрунтоблоки знімають вручну, а потім днища 30 опускаються вниз. Після цього цикл роботи обладнання повторюється.

Обладнання забезпечує: установку безпосередньо біля об'єкту; механізоване вилучення виробів із форми; формування виробів з внутрішніми порожнинами; регулювання швидкості обертання насадки, реверсування напрямку її обертання.

## Висновки

1. Для будівництва екокомплексів актуальним є розробка перспективного мобільного обладнання для виготовлення будівельних виробів з ґрунтів у безпосередній близькості до об'єктів.

2. Виконаний аналіз технологічного обладнання для формування будівельних виробів та показана доцільність використання для цієї мети ефекту зонного нагнітання сировини.

3. Розроблена конструкція мобільного обладнання для виготовлення ґрунтоблоків.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бухбарбаев К. Х. Ґрунтоблочное строительство / К. Х. Бухбарбаев, Т. Х. Бухбарбаев. – Алма-Ата: Казгосиздат, 1957. – 30 с.
2. Вацуро А. А. Стеновые материалы из местного сырья / А. А. Вацуро - М.: Росгизместпром, 1951. – 144 с.
3. Вібростолы та вібропреси. - Режим доступу: <http://vibromaster.ru/rus/article/obzor-vseh-vibrostankov-vibromaster/>.
4. Виленкина Н. М. Цементно-грунтовые камни / Н. М. Виленкина. – М.: Госстройиздат, 1961. – 87 с.
5. Гіперпреси для формування будівельних виробів. - Режим доступу: <http://www.mastekzlat.ru/images/stnk10.10.jpg>.
6. Зубкин В. Е. Зонное нагнетание сыпучих сред / В. Е. Зубкин, В. М. Коновалов, Н. Е. Королев. – М.: ООО «Инно Центр.Ру», 2011. – 161 с.
7. Конструкції із цегли та блоків. ДБН Д.2.2-8-99 // Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. Держбуд України. - К., 2000. – 24 с.
8. Королев Н. Е. Технология самоуплотнения / Наука и жизнь, 1981. - № 11. – С. 28-32, II-III.
9. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів. Підручник // Р. Ф. Рунова, Л. О. Шейніч, О. Г. Гелевера, В. І. Гоц. - К.: КНУБА, 2001. – 354 с.
10. Основы технологии керамики и искусственных пористых заполнителей Учебник для вузов // Г.С. Бурлаков – М.: «Высш. Школа», 1972. – 424 с.
11. Патент України на корисну модель 103283, В28, 10.12.2015. Бюл. № 23.
12. Савицький М. В. Мобільне технологічне обладнання для виготовлення ґрунтоблоків / М. В. Савицький, С. В. Шатов. // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Сб. научн. тр. №75 – Днепропетровск, ПГАСА, 2014. – С. 266-272.
13. Строительные материалы. Учебник // В. А. Воробьев. - М.: «Высш. Школа», 1962. – 496 с.

## REFERENCES

1. Bukhbarbaev K.Kh., Bukhbarbaev T.Kh. Gruntoblochnoe stroitel'stvo[Ground block building]. Alma-Ata, Kazgosizdat, 1957. 30 p.
2. Vazuro A.A. Stenovye materialy iz mestnogo syr'ya[Wall materials from local raw materials]. Moscow, Rosgizместprom, 1955. 144 p.
3. Vibrostoly ta vibropresy [Vibrating tables and vibropress]. <http://vibromaster.ru/rus/article/obzor-vseh-vibrostankov-vibromaster/>.
4. Vilenkina N.M. Tsementno-gruntovye kamni [Cement and ground stones]. Moscow, Gosstroizdat, 1968. 87p.
5. Giperpresy dlia formuvanniaa budivelnih vurobiv. [Hyperpress for formation of products of building]. <http://www.mastekzlat.ru/images/stnk10.10.jpg>
6. Zubkin V.E., Konovalov V.M., Korolev N.E. Zonnoe nagnetanie sypuchih sred [Zonal injection of granular areas]. Moscow, ООО “Innotsentr.Ru”, 2011. 161 p.
7. DBN D.2.2.-8-99. Konstruktsii iz tsegly ta bloktiv. Derzhavnyi komitet budivnutstva, arhitectury ta zhytlovoi polityky Ukrainy. Derzhbud. Ukrainy [DBN D.2.2.-8-99 Construction of bricks and blocks.State Committee for Construction, Architecture and Housing Policy of Ukraine. State constructure of Ukraine]. Kyiv, 2000. 24 p.
8. Korolev N.E. Tehnologiya samouplotneniya [technology of self packing]. Nauka i zhizn' – Science and life, 1981, no. 11, pp.28-32,II-III.
9. Runova R.F., Sheinich L.O., Gelevera O.G., Gots L.O. Osnovy vyrobnyctva ta ozdoblivalnyh materialiv [Fundamentals of the wall and finishing materials.]. Pidruchnyk – Textbook, Kyiv, KNUBA, 2001. 354 p.
10. Burlakov G.S. Osnovy tekhnologii keramiki i iskustvennyh poristyh zapolnitelei [The basic technology of ceramics and artificial porous fillers] Uchebnik ddlya vuzov-Textbook, Moscow, “Vyssh.Shkola”, 1972. 424 p.
11. Patent Ukrainy na korysnu model [Ukraine patent for utility model] 103283, B28, 10.12.2015. Biul.. no 23.
12. Savytskyi N.V., Shatov S.V. Mobilne tekhnologichne obladnanniadlia vygotovlennia ґрунтоблоків [Mobile technology equipment for manufacturing of ground block]. Stoitel'stvo.Materialovedenie.Mashinostroenie. - Building. Materials science. Mechanical Engineering: Collection of scientific papers, issue 75, Dnipropetrovs'k, PSAES, 2014. pp. 266-272.
13. Vorob'ev V.A. Stroitel'nye materialy [building materials]. Uchebnik –Textbook, Moscow, “Vyssh.Shkola”, 1962. 496 p.

Поступила в редколлегію 21.08.2016