

УДК 691.421.2

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГРУНТОБЛОКІВ

САВИЦЬКИЙ М. В.¹, *д.т.н, проф.*,
ШАТОВ С. В.^{2*}, *д.т.н, доц.*,
ЄВСЄЄВ Е. О.³

¹ 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, ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

^{2*} 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, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

³ 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, 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. Обладнання використовується на об'єктах з різним обсягом виробів та на відстані від заводів по їх виробництву.

Ключові слова: формування ґрунтоблоків; зонне нагнітання сировини; обладнання; регулювання параметрів

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРУНТОБЛОКОВ

САВИЦЬКИЙ М. В.¹, *д.т.н, проф.*,
ШАТОВ С. В.^{2*}, *д.т.н, доц.*,
ЄВСЄЄВ Е. О.³

¹ 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, ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

^{2*} 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, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

³ 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, 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. Оборудование используется на объектах с разным объемом изделий и на расстоянии от заводов по их производству.

Ключевые слова: формование ґрунтоблоков; зонное нагнетание сырья; оборудование; регулирование параметров

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS MANUFACTURING OF SOIL BLOCKS

SAVYTSKYI N. V.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
SHATOV S. V.^{2*} *Dr. Sc. (Tech.), As. Prof.*,
EVSEEV E. O.³

¹ 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, ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

^{2*} 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, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

³ 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, 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. Equipment used at sites with different volume products and away from factories to produce them.

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

Вступ

Будівництво екологічних соціокомплексів потребує використання якісних та недорогих матеріалів, сировина для яких повинна бути розташована на незначній відстані від об'єктів будівництва, що зменшує транспортні витрати на її доставку. Виготовлення основних видів будівельних виробів (цегли, ґрунтоблоків) доцільно поруч з об'єктом та за технологією, яка передбачає найменші енерговитрати. Тому актуальною проблемою створення екокомплексів є розробка організаційно-технологічних рішень виготовлення будівельних виробів з місцевих матеріалів (у першу чергу ґрунтів) безпосередньо на об'єктах.

Аналіз публікацій

Ґрунтоблоки – це невипалюваний будівельний матеріал, виготовлений з глини і різних ґрунтів з добавкою (або без добавки) вапна, смоли і різних органічних заповнювачів. Основною сировиною для ґрунтоблоків є: глини, суглинки, леси, чорноземи, сірозем та ін. У чистому вигляді глину не застосовують, бо при висушуванні вона дає велику усадку і вироби з неї розтріскуються. Заповнювачами для ґрунтоблоків є тирса, солом'яна січка, очоси, мох, хвойні голки, лузга, костриця, легкі шлаки, зола.

За складом і об'ємною вагою ґрунтоблоки поділяються на дві групи: важкі (холодні), що виготовляються з чистого ґрунту без будь-яких добавок, з об'ємною вагою в сухому стані від 1600 до 2000 кг/м³ і легкі (теплі), до складу яких входять

добавки і заповнювачі, що зменшують вагу блока, з об'ємною вагою від 1300 до 1600 кг/м³ [1, 2].

Щодо водостійкості ґрунтоблоки поділяються на три групи: розмивані, або неводостійкі, нерозмивані та водостійкі. До неводостійкі групи належать ґрунтоблоки, виготовлені з чистого ґрунту без будь-яких стабілізуючих або цементуючих добавок. Міцність цих блоків при стиску повинна бути в сухому стані не нижче 25 кг/см². До нерозмиваної і водостійкої груп належать ґрунтоблоки, до складу яких входять добавки (вапно, бітум). До складу водостійкої групи ґрунтоблоків вводять більше добавок, до складу нерозмиваних – менше. Нерозмивані ґрунтоблоки в сухому стані повинні мати міцність при стиску не менше 10 кг/см² і певну ступінь нерозмиваності. Зразки, занурені у воду на $\frac{3}{4}$ висоти і залишені в ній на 24 години, не повинні розпадатися, а вийняті з води повинні бути без тріщин, не набряклими, без розмивів та інших видимих руйнувань [7].

Водостійкі ґрунтоблоки в сухому стані повинні мати міцність при стиску не нижче 25 кг/см². На зразках, що зазнали 10 циклів позмінного насичення й висушування, не повинні з'являтися тріщини та розшарування. Коефіцієнт розм'якшення цих ґрунтоблоків повинен бути не менше 0,6; це значить, що міцність цих ґрунтоблоків, насичених водою, повинна становити не менше 60% від міцності повітряно-сухих ґрунтоблоків.

При виготовленні теплих блоків з заповнювачами кількість потрібного ґрунту зменшується на кількість введеного заповнювача.

Складові матеріали для ґрунтоблоків добирають дослідним способом відповідно до характеру ґрунту та заповнювача і залежно від зв'язності ґрунту та вимог, які ставляться до блока щодо його водостійкості, міцності і об'ємної ваги.

Для виготовлення блоків придатний ґрунт, який містить в собі не менше 15 і не більше 25% глинистих частинок. Якщо дрібних глинистих частинок у ґрунті буде менше 15%, то блок не матиме належної зв'язності і міцності; в такому разі до ґрунту додають необхідну кількість масної глини. Якщо в ґрунті надмірна кількість глинистих частин, то додають пісок або піщаний ґрунт. Кількість глини й піску у ґрунті визначають відмулюванням проби у склянці; коли ґрунт устоїться, ясно можна побачити лінію між глиною і піском.

Для виготовлення блоків не допускаються солончакові ґрунти, дерен і верхній рослинний ґрунт, що залягає в зоні кореневої системи. Зовнішні ознаки придатності ґрунту такі: грудка стиснутого рукою ґрунту не повинна розпадатися при паданні з висоти 1 м; кубики розміром 10x10x10 см, вийняті з форм після 3...5 днів перебування на повітрі, повинні добре зберегтися. Поява тріщин свідчить про те, що ґрунт надто масний. Обсипання кубиків свідчить про те, що ґрунт дуже пісний.

Організаційно-технологічних рішення виробу ґрунтоблоків передбачають (рис. 1) розробку ґрунтів, їх підготовку, формування виробів та подальшу їх обробку (висушування).

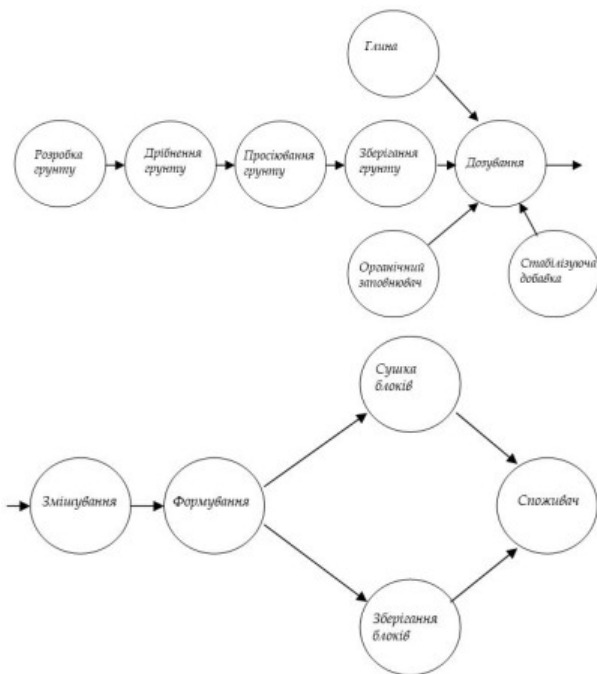


Рис. 1. Технологічна схема виготовлення ґрунтоблоків /

Technological scheme of production of soil blocks

При підготовці сировини для ґрунтоблоків її перемелюють, просіюють, при необхідності

добавляють різні компоненти [9, 10, 13]. Органічні заповнювачі спочатку зволожують.

Найбільш поширеними способами формування ґрунтоблоків є трамбування (ударне) або пресування (статичне) [1, 2, 4]. Раніше укладену у форми масу утрамбовували з допомогою ручних трамбівок, копрів або станків (рис. 2), а потім виймали із форм і укладали плазом на відкритому місці для сушіння; через деякий час цеглини перекладали. Блоки, висушені до вмісту 5...8% вологи, відправляли на будівництво.

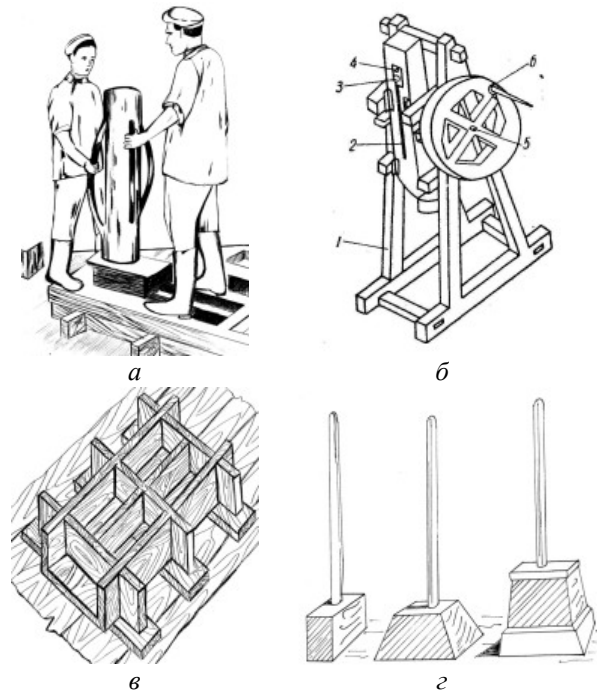


Рис. 2. Обладнання для формування виробів: а – набивання ґрунту вручну; б – станок інж. Богина; в – форма з деревини; з – трамбівка /

An equipment is for forming of build wares: a - stuffing soil by hand; b - machine ing. Bogina; v - the form of wood; z - rammer

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. Режими формування бувають за кратністю прикладання зусилля – однократне та багатократне. Формування виробів проходить у декілька послідовних стадій. Початок формування сировини супроводжується її ущільненням за рахунок зміщення частинок між собою та їх наближення. При цьому відбувається часткове вилучення повітря з матеріалу.

Наступна стадія ущільнення характеризується пластичною необоротною деформацією частинок. При цьому збільшується контактна поверхня між частинками. Одночасно з цим, ущільнення кожної елементарної частинки супроводжується

витисненням вологи з її глибинних шарів на контактну поверхню частинки. Обидва ці чинники зумовлюють зростання зчеплення між частинками.

Остання стадія ущільнення супроводжується крихким руйнуванням частинок, при якому пресування отримує найбільше ущільнення і найбільше зчеплення унаслідок сильного подальшого розвитку контактної поверхні. Для здійснення крихких деформацій потрібний великий тиск. Тому у сучасному обладнанні питомий тиск пресування складає 200...400 кг/см². Для цього використовують гіперпреси і вібропреси (рис. 3). Вони виготовляються стаціонарними та рухомими (для переміщення на території виробництва) [3, 5].

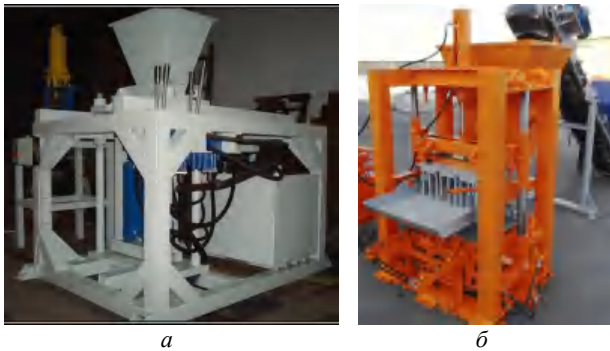


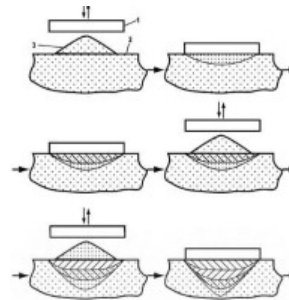
Рис. 3. Сучасні машини для формування виробів:
а – гіперпрес СППК-70; б – вібропрес Мастек-Метеор /

Modern equipment is for forming of build wares:
a - hyperpress СППК-70; b - vibropress MASTEK-METEOR

Зменшити енергомiсткiсть формування матерiалiв дозволяє технологiя зонного нагнiтання сировини [6, 8], основою якої є ефект текучого клина (рис. 4, а). У технологiї зонного нагнiтання подача, розподiл, ущiльнення формованого матерiалу i обробка верхньої поверхнi здiйснюється єдиною дiєю. У процесi формування таких виробiв нагнiтання сипучого матерiалу в форму виробляють шляхом безперервної подачi ґрунту пiд рухомi робочi поверхнi нагнiтача (штампа) шаром, що перевищує товщину виробу, що формується, i одночасно перемiщують нагнiтач вiдносно форми. Поява текучого клина характеризується витисненням маси, що самоущiльнюється з-пiд штампа по всiй ширинi та товщинi формування. Основна властивiсть ефекту полягає в тому, що щiльнiсть матерiалу в зонi та її геометричнi розмiри залишаються незмiнними, незважаючи на безперервне вдавнення в зону нових порцiй матерiалу. Знову вдавлюваннi порцiї витисняють iз зони такий же обсяг матерiалу, який займають самi, що призводить до постiйного оновлення або, iнакше, течiєю матерiалу в нiй.

Тиск пiд штампом 7...9 кг/см² в 10...20 разiв менший, нiж при iнших способах формування. Енергiя витрачається тiльки на подолання опору перемiщення частинок усерединi зони текучого клину.

Для здiйснення технологiї використовуються спецiальнi пристрої - нагнiтачi сипучих середовищ, якi мають рiзноманiтну конструкцiю (рис. 4, б).



а



б

Рис. 4. Формування будiвельних виробiв зонним нагнiтанням сировини:

а – технологiчний процес; б – обладнання PH-01 /

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

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

Кожна конструкцiя обладнання розробляється з урахуванням особливостей ущiльненого матерiалу, форми i розмiрiв виробу, продуктивностi тощо. Недолiком технологiчного обладнання PH-01 є значна вага.

Мета

Метою дослiджень є розробка органiзацiйно-технологiчних рiшень виробництва ґрунтоблокув, складовою частиною яких є створення перспективного мобiльного обладнання з широким дiапазоном регулювання технологiчних параметрiв для виготовлення будiвельних виробiв з мiсцевих матерiалiв (у першу чергу ґрунтiв) у безпосереднiй близькостi до об'єктiв.

Методика

В конструкцiї розробленого обладнання для ґрунтоблокув запропоновано використання реверсивного приводу з регулюванням частоти обертання вихiдного валу та встановлення вузлiв на опорну раму, що забезпечує якiсть виробiв та надiйну його експлуатацiю.

Результати дослiдження

У рамках органiзацiйно-технологiчних рiшень виробництва ґрунтоблокув, розроблене обладнання (рис. 5, а) для виготовлення будiвельних виробiв з мiсцевих матерiалiв, яке має опорну раму 1 з кареткою 2, робочим органом 3 та формою [11, 12]. Опорна рама 1 виконана з вертикальних стiйок та повздожних i поперечних балок, що створює надiйну та зручну для робiтників конструкцiю. Це також забезпечує гасiння коливань вiд дiї приводу та якiсть

отриманих виробів. У верхній частині рами закріплені направляючі, на яких встановлена каретка 2. Між направляючими розташовується форма.

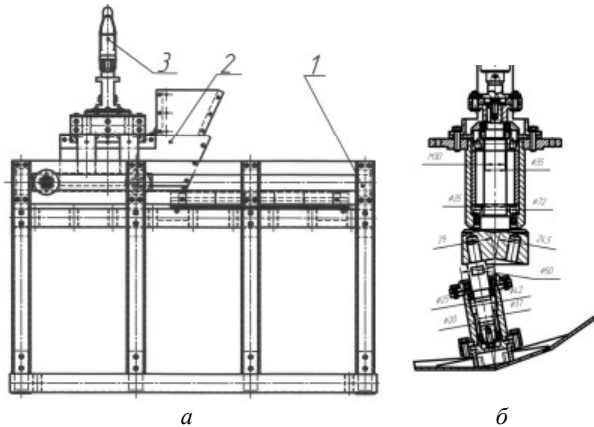


Рис. 5. Мобільне обладнання формування виробів:
а – головний вигляд; б – насадка. 1. Опорна рама;
2. Каретка; 3. Робочий орган /

*Mobile equipment forming products:
a - main kind; b - kind from above. 1. Supporting frame;
2. Carriage; 3. Working organ*

Робочий орган (нагнітач сировини) виконаний з приводом (механізований інструмент та насадкою (рис. 5, б). Привод з'єднаний з насадкою за допомогою муфти, шпинделя та кривошипа. Насадка виконана з горизонтальною та конусною робочими поверхнями. Привод забезпечений регулюванням швидкості та реверсуванням напрямку обертання вихідного валу. У шпинделі є два отвори кріплення кривошипу, виконані під різними кутами. Це дозволяє встановлювати кривошип таким чином, коли його вісь перетинає точку перетину вісі вихідного валу приводу та вершини насадки або не має такого перетину. В залежності від показників сировини та вимог до виробів вибирається отвір кріплення кривошипу, що визначає характер коливань насадки.

Форма розбірна, що забезпечує встановлення необхідного розміру виробів (грунтоблок, цегла або тротуарна плитка), необхідної їх кількості одночасного формування та вилучення отриманих виробів з форми.

Обладнання працює таким чином. Залежно від властивостей сировини та вимог до виробів, регулюванням швидкості, напрямку обертання шпинделя та місцем кріплення кривошипа, вибирають оптимальний режим коливання насадки. Включають привод робочого органа та постійно подають у бункер сировину (грунт). При коливанні насадки її конусна робоча поверхня періодично піднімається та опускається і затискає у форму сировину. Коли сировина починає зворотно випирати перед насадкою, переміщують каретку у напрямку незаповненої частини форми до її заповнення. При цьому повітря й волога з ґрунту виділяються, відбувається ущільнення та формування виробів. Після виходу робочого органа за межі форми виключають його привод. Виконують вилучення отриманого виробу. Після цього цикл роботи обладнання повторюється.

Наявність опорної рами підвищує експлуатаційну надійність обладнання та покращує умови роботи персоналу (зменшення вібрації та шуму від дії робочого органа на обладнання та робітників). Це досягається зменшенням динамічних навантажень на вузли обладнання та відсутністю зазорів між котками каретки і направляючими. У розробленому обладнанні передбачається механізована подача ґрунту у бункер та спрощений варіант вилучення готових виробів із форми. Різні режими формування ґрунтів досягаються за рахунок регулювання швидкості обертання насадки, реверсування напрямку її обертання. Обладнання може доставляється до об'єкту різним транспортом.

Висновки

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

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

3. Розроблена конструкція та технічна документація мобільного обладнання для виготовлення ґрунтоблоків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бухбарбаев К. Х. Грунтоблочное строительство / К. Х. Бухбарбаев, Т. Х. Бухбарбаев. – Алма-Ата: Казгосиздат, 1957. – 30 с.
2. Вацура А. А. Стеновые материалы из местного сырья / А. А. Вацура - 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 89103, В28, 10.04.2014. Бюл. № 7.
12. Савицький М. В. Мобільне технологічне обладнання для виготовлення ґрунтоблоків / М. В. Савицький, С. В. Шатов. // Стrojительство. 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, Rosgizmestprom, 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 “ Innosentr.Ru”, 2011. 161 p.
7. DBN D.2.2.-8-99. Konstruktsii iz tsegly ta blokiv. Derzhavnyi komitet budivnutstva, arhitektury 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 vyrobnytstva 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 iskvstvennyh 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] 189103, В28, 10.04.2014. Biul. no 7.
12. Savytskyi N.V., Shatov S.V. Mobilne tekhnologichne obladnanniadlia vygotovlennia gruntoblokov [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 редколлегию 04.05.2016 Принята к печати 06.05.2016