

УДК 691.421.2

**МОБІЛЬНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ
ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГРУНТОБЛОКІВ**

д. т. н., проф. Савицький М. В., к. т. н., доц. Шагов С. В.
ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва і архітектури»

Проблема. 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 технологічного обладнання для виготовлення будівельних виробів з місцевих матеріалів (у першу чергу ґрунтів) безпосередньо на об'єктах.

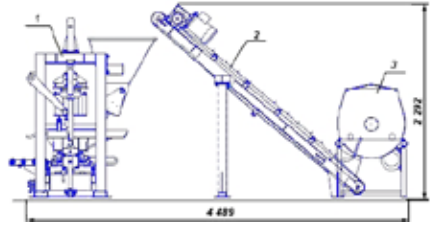
Аналіз публікацій. Найбільш поширеним способом формування цегли та ґрунтоблоків є вібропресування [1–4]. Мета пресування полягає в отриманні високоущільнених виробів за рахунок усунення вільного простору між частинками та їх пластичною деформацією, а також для надання їм необхідних розмірів та форми. Початок пресування 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 витісненням вологи з її глибинних шарів на контактну поверхню частинки. На завершальній стадії ущільнення настає пружна деформація частинок. Стадія супроводжується крихким руйнуванням частинок, при якому пресування отримує найбільше ущільнення і найбільше зчеплення.

Для здійснення вібропресування використовують різноманітне обладнання: вібропреси і вібростоли з окремим завантажувачем пристроєм (конвеєр) та із самозавантаженням ківшем (рис. 1). Вібропреси і вібростоли виготовляються стаціонарними та рухомими (для переміщення на території виробництва). Основні їх технічні та експлуатаційні показники: потужність електродвигунів 7,5...12 кВт; маса 1500...3000 кг; продуктивність 225...3200 виробів/годину [5].

Зменшити енергомісткість формування матеріалів дозволяє розроблена в Росії технологія під назвою «Русские качели» або зонного нагнітання [7], основою якої є ефект текучого клина (рис. 2). З початку відкритої зверху горизонтальної форми 2 переміщують зверху – вниз штамп 1 до дотику з поверхнею майбутнього виробу (рис. 2, а). При кожному переміщенні вверх штампа 1 під нього самопливом підсипається сировина 3 по всій ширині форми 2.



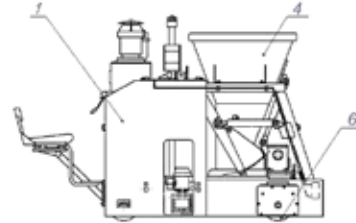
а)



б)



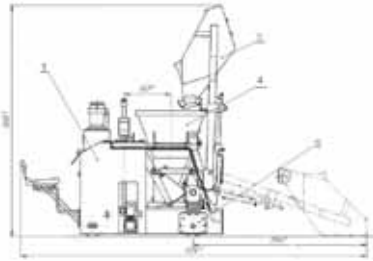
в)



г)



д)



е)

*Рис. 1. Вібропреси та вібростоли для формування будівельних виробів:
а, б, в, г – завантаження сировини конвеєром; д, е – завантаження сировини
ківшем. 1. Вібростіл; 2. Конвеєр; 3. Змішувач; 4. Бункер; 5. Ківи; 6. Ходова частина*

Під штампом 1 у зоні 4 відбувається стиснення сировини, яке виконується самим матеріалом, що безперервно підкачується штампом 1 під себе. До створення під штампом текучого клина 5 форма 2 нерухома. Поява текучого клина характеризується витісненням маси 6, що самоущільнюється з-під штампу 1 по всій ширині та товщині формування у напрямі вільної частини 7 форми 2. Це відповідає тому, що під штампом 1 матеріал доведений до текучого, граничного за щільністю стану, на всю товщину формування та що виник ефект текучого клина. Безпосередньо під штампом 1 не можливе руйнування або розущільнення матеріалу у зв'язку з тим, що зворотно витіснений шар сировини виконує роль опору, який стримує натиск.

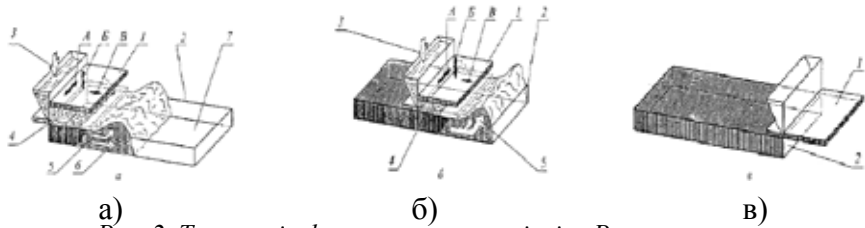


Рис. 2. Технологія формування матеріалів «Русские качели»:
 а – початок процесу; в – проміжна стадія; в – кінцева стадія. 1. Штaмп;
 2. Форма; 3. Подача сировини; 4. Зона подачі сировини під штампом; 5. Зона
 ущільнення; 6. Маса, що витискається з-під штампу; 7. Вільна частина
 форми. А, Б, В – напрямки руху штампу

З цього моменту форму 2 починають переміщати поступально і безперервно (рис. 2, б). Роблять це зі швидкістю, яка дорівнює або менша швидкості витискування. Для запобігання руху матеріалу у зворотному напрямі за штампом переміщують запобіжну калібруючу лижу. Відбувається безперервне заповнення форми 2 щільно упакованою масою від початку до кінця форми (рис. 2, в). Тиск (7...9 кг/см²), що виникає під штампом, в 10...20 разів менший, ніж при традиційних способах формування (200 кг/см²). Енергія витрачається тільки на подолання опору переміщення частинок усередині обмеженої за об'ємом зони текучого клину.

Недоліком розглянутих видів технологічного обладнання є значна вага, що при їх переміщенні між об'єктами будівництва потребує транспортних засобів. Цей недолік усувають мобільні пристрої [6], які у якості приводу використовують механізований інструмент та спеціальні насадки (рис. 3). Мобільні станки ударної дії мають перфоратор та форму, а обладнання МН-0,5 – спеціальну насадку у вигляді прямокутного конуса. Потужність таких пристроїв – від 0,6 кВт, вага – 50...60 кг.

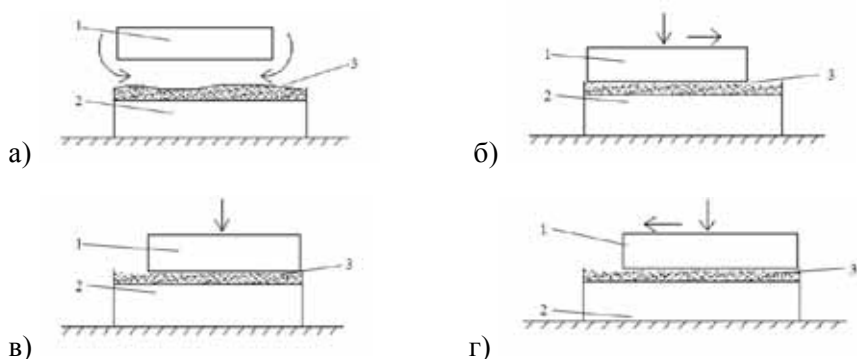


Рис. 3. Мобільні станки для формування будівельних виробів та їх обладнання: а – ударної дії; б – форма для сировини; в – для технології зонного нагнітання МН-0,5 («Русские качели»)

Недоліком відомих технологій формування матеріалів є те, що після припинення дії зусилля пресування і звільнення виробу з форми проходить його пружне розширення, що досягає в окремих випадках 8%. Пружне розширення не дає можливості отримувати пресування з максимальною щільністю й є причиною утворення інших дефектів виробів. Причинами пружного розширення можуть бути оборотні деформації твердих частинок, розширення запресованого повітря, а також адсорбційне розклинювання контактів вологою, витісненою при пресуванні з контактних поверхонь в більші пори.

Метою досліджень є розробка мобільного технологічного обладнання для виготовлення будівельних виробів з місцевих матеріалів (у першу чергу ґрунтів) у безпосередній близькості до об'єктів.

Результати дослідження. Для усунення недоліків відомих технологій та обладнання запропоновано в процес формування виробів ввести миттєву призупинку штампу [8]. Між двома поверхнями 1 та 2 (рис. 4) подають сипкий матеріал 3. Поверхні між собою рухаються вертикально (стискання матеріалу) та горизонтально.



*Рис. 4. Схема формування виробів з миттєвою призупинкою штампу: а – подача сировини; б – стиснення сировини та переміщення штампів; в – стиснення сировини та миттєва призупинка штампів; г – стиснення сировини та переміщення штампів в протилежний напрям.
1. Штамп; 2. Форма; 3. Сировина*

При закінченні руху в одному горизонтальному напрямі, в момент найбільшого притиснення штампів до матеріалу він миттєво призупиняється в такому положенні від вертикального руху (рис. 4, в). З початком горизонтального руху в іншому напрямі поверхня може рухатись і вертикально. Потім поверхні віддаляються, і цикл роботи повторюється до необхідного ущільнення матеріалу 3. Призупинка вертикального руху штампів в момент найбільшого його притиснення до матеріалу збільшує час контакту штампів із сировиною для усіх технологічних процесів (віброформування, зонне нагнітання) та підвищує ефективність формування. Етапи формування, наведені на

рисунку 4, для кожного виробу багаторазово повторюються, поки не буде досягнуто необхідної щільності матеріалу та розмірів виробу.

Розроблено мобільне обладнання для формування ґрунтоблоків (рис. 5), яке містить механізований інструмент 1 з регулюванням швидкості та реверсуванням напрямку обертання, на якому встановлена насадка у вигляді корпусу 2, кріплення 3, робочого органу 4, бункеру 5 та пластини 6 [9].

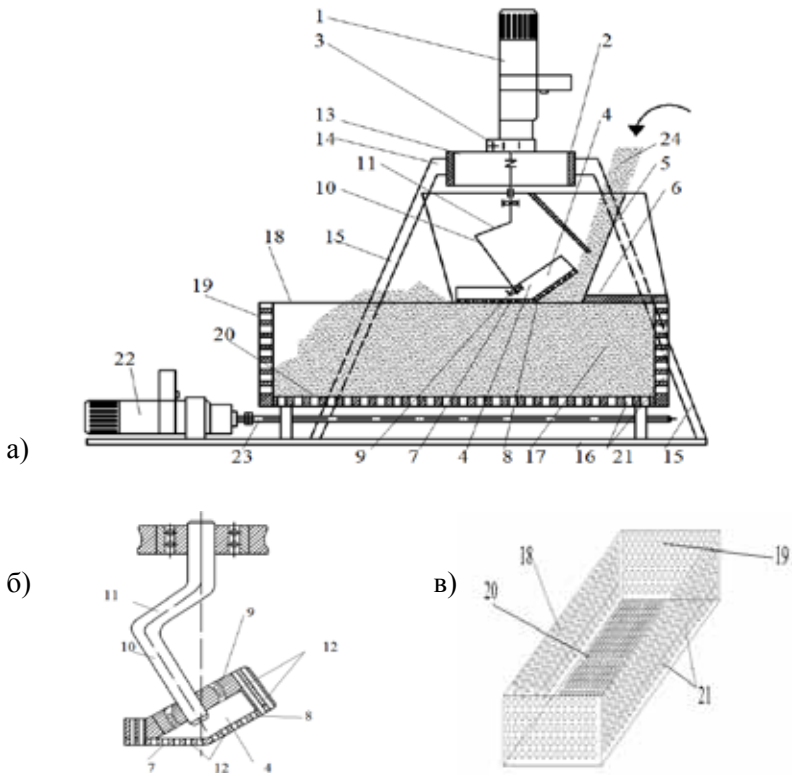


Рис. 5. Мобільне обладнання для формування ґрунтоблоків:
а – схема обладнання; б – насадка; в – форма

Робочий орган 4 виконаний з горизонтальною 7 та конусною 8 робочими поверхнями і встановлений через підшипник 9 на валі 10 з кривошипом 11. Робочі поверхні 7 та 8 робочого органу 4 виконанні з отворами 12. Вал 10 з'єднаний зі шпинделем 13 механізованого інструменту 1, який закріплений на рамці 14 з опорами 15 та балками 16. На балках 16 між опорами 15, з можливістю переміщення відносно механізованого інструменту 1, встановлена форма 17 з бічними 18, торцевими 19 і нижньою 20 стінками, які мають отвори 21. Форма 17

відносно механізованого інструменту 1 переміщується приводом 22 та гвинтом 23.

Обладнання працює таким чином. Початок формування виконують встановленням дальньої від приводу 22 торцевої стінки 19 форми 17 під пластиною 6. Залежно від властивостей сировини регулюванням швидкості та напрямку обертання шпинделя 13 вибирають оптимальний режим коливання робочого органа 4. Включають механізований інструмент 1 та постійно подають у бункер 5 сировину (грунт) 24. При коливанні по колу робочого органа 4 її конусна робоча поверхня 8 періодично піднімається та опускається і затискає у форму 17 сировину 24. Коли сировина 24 починає зворотно випирати перед робочим органом 4, приводом 22 переміщують форму 17 у напрямку робочого органа 4 до заповнення всієї форми 17. При цьому повітря та волога з ґрунту виділяються. Наявність отворів 12 на робочих поверхнях 7 і 8 робочого органа 4 та отворів 21 на всіх стінках форми 17 забезпечує вільне виділення з ґрунту повітря та вологи, що підвищує ефективність формування виробів. Після виходу робочого органа 4 за межі форми 17 виключають механізований інструмент 1 та привод 22 форми 17. Виконують вилучення отриманого виробу. Після цього цикл роботи обладнання повторюється.

Виготовлення обладнання з отворами 12 на робочих поверхнях робочого органа 4 та на стінках форми 17 забезпечує підвищення ефективності процесу формування ґрунтоблоків за рахунок вільного виділення з сировини повітря та вологи. Встановлення механізованого інструмента 1 через рамку 14 та опори 15 на плиті 16, а виконання форми 17 рухомою відносно інструмента 1, підвищує експлуатаційну надійність обладнання та покращує умови роботи персоналу (зменшення вібрації та шуму від дії інструмента на обладнання та робітників). Це досягається зменшенням динамічних навантажень на вузли обладнання за рахунок жорсткого з'єднання механізованого інструмента 1 з плитою 16 та відсутністю зазорів і опорних роликів на опорах 15, що мало місце у станку МН-05. У розробленому мобільному обладнанні передбачається механізована подача сировини (ґрунту) у бункер 5 та спрощений варіант вилучення готових виробів із форми 7.

Для проведення досліджень з метою визначення раціональних режимів формування виробів та параметрів насадки, розроблений варіант цього обладнання з керованими геометричними параметрами: довжина робочих поверхонь 7 та 8 насадки; кут нахилу конусної поверхні 8; довжина кривошипу 11 та положення точки перетину осі валу 10 та грані між поверхнями 7 та 8. Різні режими формування ґрунтів досягаються за рахунок регулювання швидкості обертання насадки, реверсування напрямку її обертання (властивості механізованого інструменту 1) та регулювання швидкості переміщення форми 7 (властивості привода 22). Передбачено виконання насадки та форми з наявністю та відсутністю отворів відповідно 12 та 21.

Висновки.

1. Актуальною проблемою створення високотехнологічних екокомплексів є розробка мобільного технологічного обладнання для виготовлення будівельних виробів з місцевих матеріалів (у першу

чергу ґрунтів) у безпосередній близькості до об'єктів.

2. Виконаний аналіз сучасного обладнання для формування будівельних виробів показав доцільність використання для цієї мети пресування матеріалів.

3. За результатами досліджень розроблені технічні пропозиції з удосконалення технологічних процесів і мобільного обладнання для виготовлення ґрунтоблоків, конструкції яких захищені патентами України.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів. Підручник. // Р. Ф. Рунова, Л. О. Шейніч, О. Г. Гелевера, В. І. Гоц. К.: КНУБА, 2001. 354 с.

2. Основи технологии керамики и искусственных пористых заполнителей Учебник для вузов // Г.С. Бурлаков – М.: «Высш. Школа». 1972. – 424 с.

3. Строительные материалы Учебник // В.А. Воробьев. М.: «Высш. Школа», 1962. - 496 с.

4. ДБН Д.2.2-8-99. Конструкції із цегли та блоків. // Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. Держбуд України. К.: 2000. – 24 с.

5. <http://www.mastekzlat.ru/images/stnk10.10.jpg>

6. <http://vibromaster.ru/rus/article/obzor-vseh-vibrostanok-vibromaster/>

7. Королев Н. Технология самоуплотнения / Наука и жизнь, 1981. № 11. – С. 28-32, II III.

8. Патент України на корисну модель 77561, В28, 25.03.2013. Бюл. № 4.

9. Патент України на корисну модель 89103, В28, 10.04.2014. Бюл. № 7.