

вентиляційних каналів з проколами плівки в знакових частинах порожнини форми. За рахунок вакуумування форми з піску будуть видалятися не тільки продукти розкладу синтетичної плівки, але і газу, що виділяються із стрижневої суміші.

В результаті розроблених заходів вдалося запобігти формуванню газової шорсткості на внутрішній поверхні виливків та одержати корпуси кульового крану зі сталі 12X18H9ТЛ відповідної якості.

Література:

1. Минаев А.А., Ноткин Е.Б., Сазонов В.А. Вакуумная формовка. – М.: «Машиностроение». 1984. – 216 с.
2. Иванов Д.П., Кузовков В.К., Медведев Я.И. Газотворность стержневых и формовочных смесей // Литейное производство, 1968. – № 3. – С. 14–17.
3. Медведев Я.И. Газовые процессы в литейной форме. – М.: Машиностроение, 1980. – 200 с.
4. Василевский П.Ф. Технология стального литья. – М.: Машиностроение, 1974. – 408 с.

**Калюжний П.Б.<sup>1</sup>, Дорошенко В.С.<sup>1</sup>, Дьяченко М.М.<sup>1</sup>, Янченко О.Б.<sup>2</sup>**  
**(<sup>1</sup>ФТІМС НАН України, Київ; <sup>2</sup>ВНТУ, м. Вінниця)**  
**ПРО ЛИТТЯ З МЕТАЛУ ЗАХИСНИХ СПОРУД ТА ЄМНОСТЕЙ**  
E-mail: doro55v@gmail.com

За інформацією Метінвест Холдингу (<https://metinvest.media/>) на кінець 2023 р. було виготовлено і передано захисникам України 300 циліндричних укриттів-капсул з гофрованої сталі, які використовують заглибленими в землю. Також останнім часом з кількох сталевих споруд обладнують командні пункти [1]. Аналогічно заглиблюють пластикові споруди, як вказано на сайті <https://theawesomer.com>, і використовують їх як льохи. Подібного виду ємності також застосовують для зберігання сипких чи рідких матеріалів, або як септики для

каналізації, а також нерідко їх виготовляють з плоскими стінками, приклади чого показано на рис. 1.



Рис. 1. Приклади споруд та ємностей (зліва направо): сталеві капсули від Метінвест, пластиковий льох та металева ємність з плоскими стінками

У відділі проф. О. Й. Шинського розроблено спосіб такі конструкції укриттів або ємностей збирати з сегментів, вилитих з високоміцного чавуну (ВЧ) [2]. Ці сегменти схожі на тубінги для будівництва метро, шахтних стовбурів чи тунелів, але «зменшені» за своєю масою до 50 кг (заявка на корисну модель «Сегмент для виготовлення споруд або ємностей» № u202401837 в Укрпатенті). Це дозволяє «ручний» монтаж споруд з сегментів в польових умовах і варіювання конструкцій споруд, наприклад, довільним нарощуванням їх додаванням кількості сегментів чи утворенням у споруді отворів, а також зумовлює легку збірно-розбірну здатність для їх релокації.

Гідроізоляція стиків чавунних сегментів аналогічна, як для шахтних тубінгів, споруди можуть покриватись синтетичною плівкою (зсередини чи ззовні), ґрунтом, бетоном чи місцевими матеріалами. Сегменти такої маси вигідно виливати за моделями, що газифікуються (ЛГМ-процесом, Lost Foam Casting Process), навіть у невеликих вітчизняних ливарних цехах, а також піддавати термообробці для збільшення міцності, зокрема за режимом, аналогічним для бронефутерувальних плит, що буде корисно для захисних чи навіть фортифікаційних споруд, фальшбортів для техніки тощо. За технологією ЛГМ нескладно доповнювати пінопластові моделі сегментів різними деталями. Таким

способом окремі сегменти можуть виливатись з парними провушинами і утворювати шарнірне з'єднання з сусідніми в збірній споруді. Це дозволить утворення у споруді люків, бійниць, дверей, воріт, вентиляційних, димохідних чи інших отворів з одного чи кількох у стик змонтованих сегментів. Такі отвори можуть відкриватись – закриватись поворотами у шарнірних з'єднаннях. Виливання сегментів з провушинами дозволяє у процесі експлуатації у запланованому місці споруди утворення різних отворів з нескладним регулюванням проїм цих отворів поворотом рухомих сегментів. Дослідження виконано за дог. 226(166/24) від 22.02.2024 між ФТІМС НАН України та ВНТУ.

#### Література:

1. Допомога військовим. Підземні командні пункти. 19.01.2024. URL: <https://metinvest.media/ua/page/pdzemn-komandn-punkti-metinvest-rozpochav-virobnictvo-u-postachannya-zsu-stalevih-shtabv-bunkerv-shcho-ryatuyut-vd-obstrlv>.
2. Дорошенко В. С., Шалевська І. А. Проектування виробництва сегментів захисних споруд за сучасними металургійними технологіями // *Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії*, 2022. – Вип. 36. – С. 476–486.

**Кивгило Б.В., Ямшинський М.М., Биба Є.Г., Мініцький А.В., Лук'яненко І.В.**  
*(КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ)*  
**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ, СТРУКТУРИ ТА  
ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРИСТИХ КАРКАСІВ**

Ефективність виробництва в Україні в сучасних економічних умовах суттєво залежить від раціонального підбору дешевих матеріалів і застосування ресурсозберігаючих технологій. Конкурентоспроможність промислових підприємств формується за рахунок регулювання собівартості продукції. Сучасні технологічні інновації дозволяють розглядати вторинні промислові відходи як додаткове джерело сировини і матеріалів. Аналіз машинобудівного виробництва показує, що воно супроводжується накопиченням значної кількості відходів [1-4].