

**Дорошенко В.С., Калюжний П.Б.**

*(ФТІМС НАН України, м. Київ)*

## **РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЙ ЛИТИХ МОДУЛІВ З ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ТА ЛИТІ МОДУЛІ ДЛЯ ЗЕМЛЕРИЙНОЇ ТЕХНІКИ**

E-mail: doro55v@gmail.com

Розробка високоміцних литих модульних конструкцій для обладнання, що експлуатується в екстремальних умовах, потребує залучення передових ливарних технологій. Виробництво модульних виливків стимулює розвиток таких процесів, як лиття за моделями, що газифікуються (ЛГМ), бо цей процес вигідно покриває сферу малосерійного і ремонтного лиття, сприяє впровадженню у ливарні цехи 3D-технологій, які уможливають створення нових прототипів. Модульна побудова дозволяє покрокове удосконалення кожного складового модуля без зупинки виробництва збірних конструкцій.

За темою подолання мінних полів рухомою технікою провели огляд останніх досліджень і публікацій та серед аналогів вибрали модульний мінний трал для бронетехніки, як один з перспективних засобів вирішення таких завдань (рис. 1). На ескізі справа масивний трал, доповнений легкими виносними щитками, на сталевих прутах.



Рис. 1. Макет модульного тралу на виставці "Інтерполітех-2018" [1] та приклади бронетехніки для його застосування

Така конструкція тралу дозволяє збирати його з металевих модулів без допомоги крана і швидко змінювати пошкоджені елементи в польових умовах. Модульний мінний трал при подоланні мінно-вибухових загорож робить практично невразливими танки та важкі БМП, в тому числі на платформі "Оплот", та дозволить забезпечити високу рухливість військ. Його призначення – знешкоджувати міни різних типів, у тому числі виставлені системами дистанційного мінування. При вазі близько 950 кг, він створює смугу тралення шириною до 4 м. При цьому швидкість руху техніки може досягати 25 км/год. Час встановлення на бойову машину – 30 хв та 15 с необхідно, щоб перевести систему у бойове становище. Трал складається з механізму підвіски, що несе рами двовідвальної конфігурації з закріпленими на валу поворотними секціями, що мають плужки чи зубці-культиватори для оранки землі на певну глибину подібно ґрунтооброблювальній сільгосптехніці. На тралі [1] також передбачено електромагнітну приставку, що ініціює підрив мін заздалегідь.

Наша розробка полягала в проектуванні литих конструкцій полегшеної ваги для зменшення трудомісткості і собівартості виготовлення конструкцій тралів та ініціації створення серії таких модульних лито-збірних високоміцних металовиробів для роботи в екстремальних умовах [2]. Так, поворотні вагові ободи з передніми щитками і зубцями-культиваторами (їх по 8 шт. встановлено по обидва сторони від центральної осі бронемашини вздовж напрямку руху, рис. 1). нами запропоновано лити з високоміцного чавуну, на відміну від конструкції [1], на якій вони виготовлені з застосуванням зварювання. Також методу лиття за моделями, що газифікуються, (ЛГМ) властива достатня точність, що дозволяє застосовувати виливки в конструкції тралу без механічної обробки. На рис. 2 показано приклади лиття культиваторів для сільгосптехніки та ескіз захисних вагових ободів (мінних тралів) з двох частин.

Конструкція з двох півободів дозволяє зробити вагу цих виливків не більше 50 кг, що згідно НПАОП 52.0-1.01-96 та НПАОП 63.12-1.03-96 для чоловіків віком понад 18 років допускає ручне переміщення вантажів з робочої поверхні не більше 50 кг.

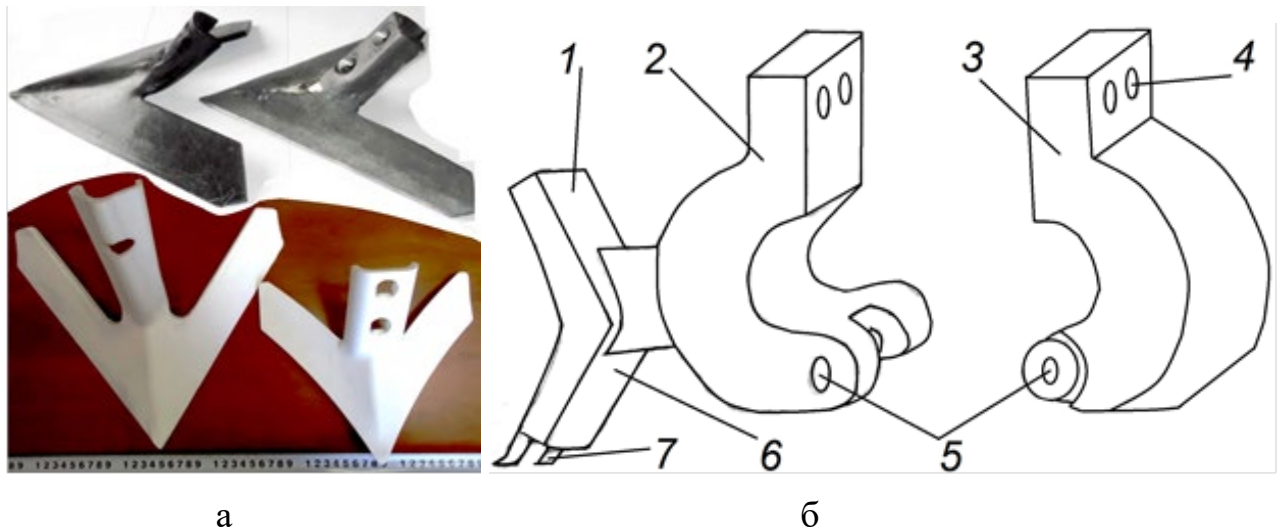


Рис. 2. Приклади лиття культиваторів (виливки та їх моделі) методом ЛГМ (а) та ескіз литих вагових ободів з двох частин (б)

Це полегшить заміну зруйнованих деталей в польових умовах та дозволить зменшити їх число. Конструкції елементів потенційного контакту мають бути поворотними і відкидатись вгору навколо осі при можливому вибухові, що призводить до гасіння енергії ударом поворотної частини об ґрунт при обертанні на  $180^\circ$ , для чого верхня частина полицки 1 на передньому півободі 2 має бути під відповідним кутом. При збиранні ободу з двох частин 2 і 3 передбачено скріплювати, зокрема, зверху болтами крізь отвори 4, а знизу можливе кріплення крізь отвори 5 на стальний палець з шплінтуванням, з наступним заведенням півободів під вісь на підкладках і потім кріпленням зверху болтами. Тоді нижня полицка 6 встановлюється на такій висоті, що зуби 7 занурюються у землю на певну глибину.

Значний потенціал зміцнення виливків з чавуну дозволяє зміцнювати їх ізотермічним гартуванням до створення структури бейнітного чавуну, в тому числі з залишковим аустенітом, що дає утворення мартенситу деформації за рахунок тріп-ефекту [2].

У ФТІМС НАНУ відділом проф. Шинського О.Й. напрацьовано науково-технологічні основи ЛГМ і значний досвід лиття деталей землерийної техніки (рис. 2 а, 3), яку застосовують як в цивільних будівельних чи промислових умовах, так і в оборонному плані, щоб рити окопи, траншеї, котловани для укриття,

бліндажів тощо. Ці виливки також є, по суті, змінними модулями, якими заміщають зношені деталі, вони виготовляються методом ЛГМ з отворами для кріплення і практично не потребують механічної обробки.



Рис. 3. Приклади литих деталей землерийної техніки і моделей для ЛГМ

Таким чином, в роботі удосконалено конструкцію мінного тралу шляхом збирання з точних модулів - виливків з високоміцного чавуну і з подальшою перспективою їх зміцнення термообробкою для експлуатації в екстремальних умовах. Також наведено приклади точного лиття методом ЛГМ деталей землерийної техніки, які показують потенціал цього методу в плані високої точності цих виливків, що практично не потребують механічної обробки.

#### Література:

1. Модульный минный трал с улучшенными характеристиками. URL: <https://photos.rg.ru/2018/10/24/2c3a3bc0.html/>
2. Патент 139560 Україна, МПК В22D 7/00, В22D 23/00, F41H 5/00. Спосіб виробництва броньової перешкоди з високоміцного чавуну у ливарних формах з сипкого піску / В.С. Дорошенко, В.О. Шинський. Опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1.