

В.В. ПЛОТНИКОВ, канд. техн. наук, доц., О.В. БАБАЄВСЬКА, асистент  
Криворізький національний університет

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ВПЛИВУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЛИТВА ТА В СУМІЖНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

**Метою** виконуваної роботи є вивчення та аналіз відомих на сьогодні способів застосування електрогідравлічного ефекту в технології ливарного виробництва і суміжних галузях промисловості, визначення глибини досліджуваної теоретичних аспектів процесу електрогідравлічного очищення литва й пошук резервів удосконалення відповідних технологій.

Для вирішення поставлених завдань у роботі використовувалися такі **методи** дослідження, як метод теоретичного аналізу даних наукових публікацій, патентної документації з досліджуваної проблеми; метод синтезу й інтеграції результатів аналізу; метод інтерпретації.

**Наукова новизна** полягає в доведенні доцільності й визначенні напрямку подальшого розвитку теорії й технології електрогідравлічного очищення виливків.

**Практична значимість** роботи полягає в тому, що результати дослідження можуть бути використані для досягнення економічного ефекту від електрогідравлічного очищення як чорного, так і кольорового литва, а також для підвищення екологічної безпеки ливарного виробництва. Окрім того результати дослідження можуть слугувати основою для розробки подібних технологій у суміжних галузях промисловості.

**Результати роботи.** На сьогоднішній день відома безліч способів використання електричного струму для очищення матеріалів від забруднень, у тому числі литих виробів від формувальних сумішей. Однак більшість із них так і не знайшли широкого застосування в промислових масштабах.

В той же час, ґрутуючись на аналізі існуючих процесів і установок для очищення, можна зробити висновок про доцільність і перспективність використання електрогідравлічного очищення різних матеріалів як у ливарному виробництві, так і в суміжних галузях промисловості, зокрема для очищення кузовів транспортних засобів, ущільненні ливарних, будівельних, скульптурних й інших форм, регенерації формувальних земель тощо.

Незважаючи на достатню вивченість теорії й технології електрогідравлічного ефекту, є низка маловивчених питань, поглиблене дослідження яких дозволить не лише ефективніше використовувати зазначене явище в ливарному виробництві, але й розробити принципово нові методи й пристрої для очищення виробів.

**Ключові слова:** виливок, очищення литва, електрогідравлічна установка, імпульсний струм, формувальна суміш.

doi: 10.31721/2306-5435-2020-1-107-112-117

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Серед різноманітних областей застосування електровпливу в сучасній промисловості одним з найбільш перспективних є очищення й особливо очищення литва. Метод електрогідравлічного очищення як чорного, так і кольорового литва здатний вирішити безліч проблем, пов'язаних з цією трудомісткою, немеханізованою й шкідливою для здоров'я технологічною операцією сучасного виробництва. Трудомісткість традиційних способів очищення складає 25-30 % трудомісткості всього процесу ливарного виробництва. Застосування електрогідравлічного способу для очищення виливків від стрижнів і формувальних сумішей повністю усуває ручну працю й пилоутворення на дільницях очищення литва, поліпшує умови праці в ливарних цехах, дозволяє звільнити від важкої й шкідливої праці велику кількість робітників.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Електрогідравлічний ефект являє собою високовольтний електричний розряд у рідкому середовищі. При формуванні електричного розряду в рідині виділення енергії відбувається впродовж достатньо короткого проміжку часу. Потужний високовольтний електричний імпульс із крутим переднім фронтом викликає різні фізичні явища, такі як поява надвисоких імпульсних гідравлічних тисків, електромагнітне випромінювання в широкому спектрі частот аж, за певних умов, до рентгенівського, кавітаційні явища. Зазначені фактори чинять на рідину й поміщені в неї тіла різні фізико-хімічні впливи. Це обумовлює значимість електрогідравлічного ефекту й все більше зростаючий інтерес до нього у різних галузях науки й техніки [1].

Електрогідравлічний ефект вже знайшов широке застосування при обробці металів (штампуванні, розвальцьовуванні, різанні), дробленні гірських порід, незалежно від їхньої твердості, одержанні різних колоїдів, у вібраційній техніці, в гірничій справі (бурінні свердловин, підриванні монолітів, прокладанні шахт, у гео- і гідролокації, сейсмозовідці, в безшахтному видобутку корисних копалин), сільському господарстві й навіть медицині [1-3].

**Постановка задачі.** Метою виконуваної роботи є вивчення й аналіз відомих способів застосування електрогідрравлічного ефекту в технології ливарного виробництва й суміжних галузях промисловості, визначення глибини досліджуваності теоретичних аспектів процесу електрогідрравлічного очищення литва й пошук резервів удосконалення відповідних технологій.

**Викладення матеріалу та результати.** Всі діючі електрогідрравлічні установки для очищення литва принципово однотипні й відрізняються один від одного лише за способом завантаження, вивантаження й переміщення виливків: тупикові — при завантаженні й вивантаженні з однієї й тієї ж сторони; прохідні — при завантаженні й вивантаженні з різних сторін (використовуються здебільшого для очищення дрібних виробів, виготовлених за виплавлюваними моделями) і конвеєрні установки.

Принципово новий електрогідрравлічний пристрій для очищення литва [4] включає робочу заземлену ванну, що є негативним електродом, з розміщеними в ній рухливими або нерухливими позитивними електродами. При цьому іскровий розряд може здійснюватися як між позитивним електродом і дном ванни, так і між позитивним електродом і виробом, що очищується. Виникаючі в робочій камері електрогідрравлічні удари виконують роботу з очищення виливків від стрижнів і формувальних сумішей.

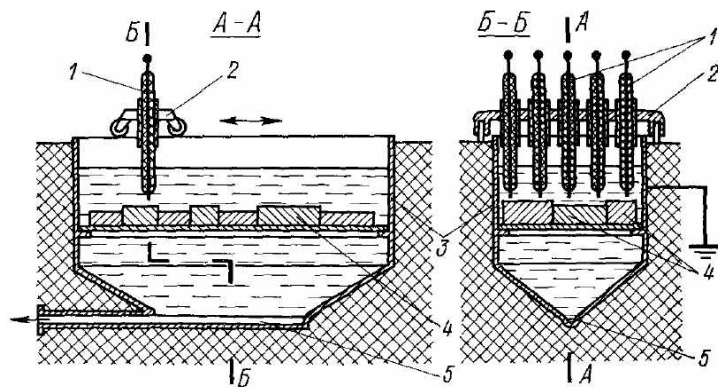
Слід відзначити, що при електроочищенні метал виробу, що очищується, практично не руйнується, не враховуючи слабких слідів «опіків» від розрядів, помітних тільки на гладкій або полірованій поверхні. Однак, якщо виріб має приховані в ньому й непомітні для ока тріщини, то ймовірність того, що він розколеться на частини по цих тріщинах, дуже велика. Таким чином, практично при електроочищенні додатково здійснюється своєрідний технологічний контроль якості виробів.

Електрогідрравлічна установка ванного типу [6] наведена на рис. 1.

**Рис. 1.** Установка ванного типу для електрогідрравлічного очищення литва: 1 – електроди; 2 – рухлива каретка; 3 – корпус ванни; 4 – виливки, що очищуються; 5 – лоток трубопроводу

У заглибленій до рівня підлоги ванні необхідного об'єму, недалеко від її дна, встановлена змінна решітка, що завантажується впритул в один шар виробами, що підлягають очищенню. Поки одна решітка з виробами чиститься у ванні, друга — вивантажується, а третя — завантажується виробами й готується до занурення у ванну. Всі процеси вивантаження, завантаження й переміщення решіток здійснюються засобами звичайної цехової механізації й ніяких додаткових пристроїв не потребують. Для завантаження кожної решітки вироби підбираються групами по висоті так, щоб коливання висоти не перевищували 50-100 мм. При розміщенні виробів на решітці необхідно передбачити, щоб найбільші отвори виробів опинилися б знизу (лежачими на решітці) і через них могли б безперешкодно висипатися на дно ванни відстаюча формувальна суміш й шматки стрижнів. Над ванною розміщується портал, що переміщається над нею, або кронштейн із кареткою, на якому закріплені електроди. Розряди з електродів, переходячи на виливки, що лежать на заземленій решітці, зануреній у ванну, створюють електрогідрравлічні удари, що очищують литво. Електродів на порталі або кронштейні може бути багато (коли ванна широка або формувальна суміш особливо міцна) або тільки один, але тоді цьому електроду, окрім прямого поступального руху разом з порталом вздовж ванни, надають періодичне (вправо-вліво) переміщення або погойдування поперек ванни.

Руйнування шару формувальної землі, що покриває виливок, здійснюється насамперед дією кавітаційних гідрравлічних ударів, що виникають при захопленні порожнин. Основні гідрравлічні удари, що виникають при розширенні порожнин, відіграють допоміжну роль, видаляючи з поверхні, що очищується, вже відбиту формувальну суміш або відшаровуючи знизу вже розтріскані її шари. Враховуючи, що «пляма очищення», тобто площа на поверхні виливка, що очищається одним електрогідрравлічним ударом, при звичайних формувальних сумішах, як пра-

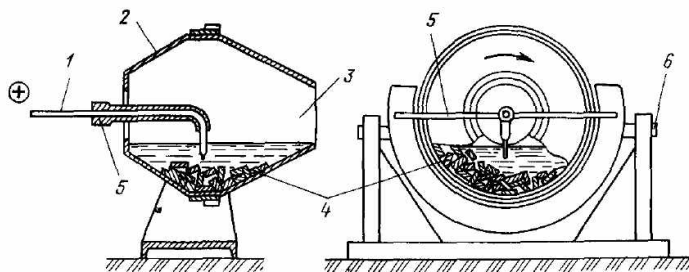


вило, має діаметр близько 150-400 мм, електроди на порталі розташовують один від одного на відстань 300-400 мм. Якщо ж електрод тільки один, то швидкість його руху вздовж порталу підбирають таким чином, щоб відстань між двома його проходками поперек ванни становила ту ж саму величину. Режим роботи й швидкість поздовжнього переміщення порталу підбирають таким чином, щоб за час одного повного переміщення порталу (або одиночного електрода) від одного кінця ванни до іншого весь цикл очищення був повністю закінченим і литво могло б направлятися на вивантаження.

В електрогідравлічних установках конвеєрного типу [5] у ванні, розташованій під порталом з електродами, по конвеєру безперервно рухаються виливки, що очищуються, повне очищення яких відбувається за один прохід. Оптимальна довжина робочого іскрового проміжку при обраному режимі очищення має важливе значення для ефективної роботи установки, тому необхідно підбирати виливки за висотою або вводити в конструкцію пристрою регулятори довжини робочого проміжку. Оскільки підбір виробів за висотою в дрібносерійному виробництві ускладнений, то слід застосовувати всякого роду регулятори довжини робочого іскрового проміжку.

Установки конвеєрного типу мають велику ефективність у порівнянні з установками ванного типу. Очищення виливків за конвеєрною схемою без вибивання з їхніх опок (тобто разом з ними) здійснюється шляхом подовження й об'єднання ливарного конвеєра з конвеєром установки електрогідравлічного очищення литва. Формувальна суміш під дією електрогідравлічних ударів вивільняється з опок, відшаровується від литва й разом із стрижневими сумішами падає на дно конвеєрної ванни, звідки грязьовим насосом перекачується на регенерацію, промивання, розсів, просушку й потім без втрат повертається в ливарне виробництво.

Електрогідравлічні установки барабанного типу [1] періодичної дії (рис. 2) служать для очищення дрібного литва чорних і кольорових металів.



**Рис. 2.** Установка барабанного типу для электрогидравлического очищения литва: 1 - положительный электрод; 2 - барабан; 3 - завантажувально-розвантажувальний отвір; 4 - вироби, що очищуються; 5 - тримаєч електрода; 6 - вісь нахилу барабана

При обертанні барабану з насипаними в нього виробами, що підлягають очищенню, кожен з них періодично попадає під дію електричних ударів від розрядів, що виникають з одного або групи електродів, на масу виробів, розташованих під ними.

Для очищення більших виливків внутрішні стінки барабана можуть бути виконані з ребрами. Вода, що безупинно надходить у барабан, несе зруйновані стрижні й формувальну суміш, залишаючи вироби чистими. Після завершення очищення вироби подаються в транспортний візок, а в барабан завантажуються для очищення наступна партія виробів. Для забезпечення нормальної роботи установки необхідно дотримуватися оптимального обсягу завантаження, при якому прийнята оптимальна для даного режиму середня довжина робочого іскрового проміжку зберігається стабільною. При надмірному збільшенні завантаження виливки можуть закортити робочий іскровий проміжок, і робота пристрою припиниться.

Електрогідравлічні установки можуть з успіхом замінити існуючі менш продуктивні установки для звичайного гідроочищення литва. При цьому заміні підлягає лише менша частина установки: гідромонітори звичайної установки гідроочищення литва замінюються на електрогідравлічні монітори. Імпульсний струмінь періодично викидається із сопла такого монітора й зустрічає на своєму шляху перешкоду, що складається зі старої формувальної землі й іншого абразивного матеріалу, який постійно й автоматично надходить з бункера, який розміщений над соплом монітора. Рухаючись по соплу, струмінь захоплює абразивний матеріал за собою і з силою викидає його на виливок. В результаті виливок інтенсивно звільняється від формувальної суміші, пригару й інших забруднень.

Електрогідравлічне очищення протяжних виробів [5], наприклад, прокату, дроту, рейок, може здійснюватися в пристроях, виконаних у вигляді ванни, заповненої водою з абразивними добавками. У ванні розташовані розрядники, оснащені відбивачами. Прокат або інші вироби,

безупинно проходячи через таку ванну, інтенсивно очищаються в ній від різного роду забруднень. Безперервне очищення довгомірних виробів може здійснюватися й в електрогідравлічних установках невеликих розмірів. Для цього в протилежних стінках робочої камери виконані отвори зі знімними ушільненнями за формою виробів крізь які безупинно проходить виріб, що очищається. Між електродами, розміщеними в камері по периметру виробу, що очищається, і самим виробом безупинно виникають електрогідравлічні удари, дія яких і очищає виріб.

Інтенсивність очищення виробів на електрогідравлічних установках всіх типів можна підвищити, якщо вводити в робочу рідину абразив і подавати через патрубки й отвори в дні камери повітря або воду для створення навколо виробу «киплячого шару». Розроблений метод дозволяє здійснювати очищення литва не тільки від пригару, але й очищення найрізноманітніших поверхонь виробів від усіх видів покриваючих їхніх забруднень, налипань, обростань, фарби, окалини, іржі зі згладжуванням нерівностей на цих поверхнях. Метод заснований на використанні запропонованого способу одержання колоїдів металів [6] і може бути здійснений для очищення будь-яких стандартних виробів (всіх видів прокату, дроту, листів, рейок), а також дрібних (масою до 1 кг) виробів, у тому числі й виливків.

Сутність методу полягає в наступному. У ванну, заповнену рідиною, безупинно надходять вироби, що очищуються, і засипається дрібна металева стружка, а потім через перфороване дно ванни подається вода або продувається повітря. В результаті у ванні створюються умови «киплячого шару». Імпульси струму (а в деяких випадках і звичайний перемінний струм промислової частоти) подаються на стінки ванни й виріб. Між частками стружки і виробом, що контактує із ними, виникає безліч мікроскопічних розрядів, що перетворюють верхній шар виробу (і особливо різного роду виступи на ньому) в колоїдну речовину. Для того щоб металеві частки розподілялися в рідині рівномірно й не злипалися між собою, в рідину одночасно вводяться непровідні частки, наприклад, стружки дерева, поліетилену тощо. В результаті виріб, проходячи крізь ванну, інтенсивно очищується не тільки від усіх видів забруднень, але й від свого поверхневого шару. З цієї причини стінки ванни необхідно виконувати (або футерувати) з будь-якої тугоплавкої речовини (наприклад, твердого сплаву, графіту).

Електрогідравлічна установка, що використовує цей метод, нагадує електрогідравлічну установку для одержання колоїдів металів [6] і складається з ванни з перфорованим дном і патрубками для введення й виведення робочої рідини (або газу), в яку занурений конвеєр із закріпленими на ньому виробами, що очищуються. Процес очищення може бути інтенсифікований, наприклад, безперервним обертанням закріплених на конвеєрі виробів.

Для очищення дрібних виробів складної конфігурації масою до 10 кг значний інтерес представляє очищення методом «повітряної кавітації». Конвеєрні установки для електрогідравлічного очищення виробів цим методом [7] виконують у вигляді ванни з електродами, розміщеними неглибоко під поверхнею води. Сітчастий конвеєр, що несе вироби, проходить як під електродами, де вироби очищуються загальною для всіх типів установок дією електрогідравлічних ударів, так і над шаром води, де вироби очищуються методом «повітряної кавітації». При цьому маси рідини, що вилітають нагору, ударяючись об вироби, очищують їхню поверхню від різного роду покриттів або забруднень, а удари мас води інтенсивно перевертають дрібні вироби, підставляючи їх неочищеними сторонами під нові удари води, що викидається електрогідравлічними ударами.

Для підвищення ефективності очищення цим методом раціонально використовувати спосіб обважнення рідини або ввести до складу рідини будь-який абразив [8]. У деяких випадках доцільно використовувати метод «бульбашкової кумуляції», який може бути рекомендований для підвищення ефективності очищення на електрогідравлічних установках всіх типів, тому що для його застосування не потрібне внесення серйозних конструктивних змін. Наприклад, конвеєрна установка для електрогідравлічного очищення виробів методом «бульбашкової кумуляції» може бути аналогічна іншим конвеєрним установкам, але при цьому додатково на дні робочої ванни розміщується труба із дрібними отворами для подачі повітря, газу або пари.

При здійсненні різних варіантів електрогідравлічного очищення можуть бути використані й інші методи, що розширюють можливість використання ефекту: радіоактивне або лазерне підпалення розряду, а також метод теплового вибуху. Підвищити ефективність електрогідравлічного очищення можна шляхом обважнення робочої рідини різними добавками (тонкими

суспензіями важких металів, сполук тощо). Зокрема, тонкоподрібнена плівка окислів заліза або міді, все більше насичуючи робочу рідину, поступово значно обважнює її [9].

Також з метою підвищення ефективності очищення виливків рекомендується перед електрогідравлічною обробкою стрижневі й формувальні суміші насичувати вологою (тому що пористі матеріали, до яких вони відносяться, в міру збільшення вмісту вологи втрачають свою міцність). Крім того, оскільки стрижневі й формувальні суміші мають численні пори, то розряд, проходячи через наповнені повітрям пори до тіла виливки, створює не електрогідравлічний, а тільки електропневматичний удар, механічний ККД якого у 800 разів нижче за ККД електрогідравлічного удару. Тому на початку очищення, поки формувальна суміш й стрижні виливки ще не просочилися водою, більшість розрядів мають низьке значення механічного ККД. Зниження механічної міцності стрижневих і формувальних сумішей в результаті насичення їх вологою перед електрогідравлічною обробкою підвищить механічний ККД розрядів на початковій стадії очищення виливків, чим значно поліпшить техніко-економічні показники процесу в цілому.

Електрогідравлічне очищення може бути рекомендоване не лише для звичайного або прецизійного литва, але й для очищення матеріалів від найрізноманітніших забруднень (наприклад, масложирових). Очищення тут слід вести у ванні, заповненій будь-яким «м'яким абразивом» (деревними або пластмасовими стружками, які, інтенсивно переміщуючись разом з рідиною при кожному електрогідравлічному ударі, ефективно очищують вироби або об'єкти).

Досить перспективним є електрогідравлічне очищення кузовів транспортних засобів (вагонеток, кузовів автомобілів і залізничних вагонів) від налиплого на них бетону, цементу й інших матеріалів, що важко піддаються очищенню. При транспортуванні сипучих вантажів, руди, вугілля, цементу на рудниках, шахтах, при залізничних і автомобільних перевезеннях пил і дрібняк осідають на дно транспортних ємностей і злежуються або змерзаються, утворюючи досить міцну масу. При розвантаженні ця маса не вивалюється, а поступово накопичується, зменшує іноді до 15-20 % корисний об'єм транспортної ємності.

Установка для електрогідравлічного очищення рудничних вагонеток може знаходитися за звичайним рудничним перекидачем вагонеток. Процес електрогідравлічного очищення здійснюється наступними чином. Потяг проходить перекидач і розвантажується, але у вагонетках ще залишаються налиплі на підлогу й стінки злежалі сипучі матеріали (штиб). Просуваючись вперед, вагонетка відводить убік блок-контакт і гідрант наповнює її водою до заданого рівня. Далі, в міру розвантаження потяга, вагонетка, просуваючись, натискає на контакт, що служить для її заземлення й блокування високовольтної установки, таким чином, що установку включити при розімкнутому контакті неможливо. Одночасно із цим контакт управляє подачею електроду по вертикалі. Через те, що на кожному руднику застосовують зазвичай один тип вагонеток, то подача електроду на потрібну величину вниз і вивід його вгору через певні проміжки часу легко піддаються автоматизації й програмуванню. Як тільки електрод зайняв робоче положення, включається високовольтна установка і між торцем електроду й стінками вагонетки, що є другим негативним електродом, відбувається розряд і виникає електрогідравлічний удар. Енергією електрогідравлічного удару й виконується очищення вагонетки від налиплого штибу. Очищена вагонетка, наповнена пульпою штибу й води, підводиться до перекидача й спорожняється від пульпи. Далі вагонетка рухається очищеною. Шлак зі шлакозбирача самопливом або за допомогою насоса надходить у бункер. Така схема дозволяє робити безперервне очищення рухливого потяга без його розчеплення. Аналогічно може здійснюватися очищення кузовів автомашин і залізничних вагонів.

Електрогідравлічна обробка може використовуватися й при всякого роду допоміжних операціях, що мають пряме або непряме відношення до очищення литва, можна здійснити інтенсивне ущільнення ливарних форм без застосування складних машин, витрати великої кількості стисненого повітря, а головне — без струсу машин і будівель [10]. Цим методом можна ущільнювати не тільки опоки й інші ливарні форми, але й будь-які форми взагалі (будівельні, скульптурні й ін.). Широке застосування коркових або оболонкових форм викликає необхідність у їхньому ущільненні. Ущільнення може бути зроблене тепловим вибухом шляхом розміщення теплового елемента, що вибухає, всередині оболонки й обтиснення її за формою електропневматичною дією вибуху, посиленого при необхідності якими-небудь добавками.

Позитивні результати дає й електрогідравлічна регенерація формувальних земель. Формувальна земля будь-якого складу, пропущена через звичайну електрогідравлічну дробарку піщаного

типу з вихідними отворами, в 2-3 рази більшими, ніж максимальний діаметр часток, що входять у даний формувальний склад, виявляється повністю звільненою від обволікаючого її частки сполучного або клеює складу. Це дозволяє легко розділити їх. Як показав досвід, формувальний пісок при цьому практично не подрібнюється, втрати його незначні, і він шляхом звичайного промивання легко відділяється потім від усіх еднальних його речовин. Регенерація формувальних земель здійснюється, по-перше, за рахунок різко вираженої вибіркової дії електрогідролічного удару, що швидше подрібнює крихкі й повільніше в'язкі матеріали, і, по-друге, за рахунок резонансного електрогідролічного ефекту, тем, що легше відшаровує друг від друга компонента, що мають різну власну частоту коливань, чому більш велика різниця цих частот.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Таким чином, метод електрогідролічного очищення як чорного, так і кольорового литва дозволяє: підвищити продуктивність очищення литва; знизити собівартість виробів і енергоємність їх виробництва; забезпечити повне видалення стрижнів і формувальної суміші з виливків будь-якої складності; механізувати й автоматизувати важку ручну працю; докорінно поліпшити умови праці на обрубній дільниці й знизити запиленість в 10-20 разів, тим самим виключивши умови для виникнення професійних захворювань.

Незважаючи на безліч запропонованих методів використання, існують резерви для подальшого вдосконалення технології очищення литва за допомогою електрогідролічного впливу.

#### Список літератури

1. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. – М.: «Машиностроение». – 1986. – 253 с.
2. Гульий Г.А. Оборудование и технологические процессы с использованием электрогидравлического эффекта / Г.А. Гульий, П.П. Малюшевский, Е.В. Кривицкий. – М.: «Машиностроение». – 1977. – 320 с.
3. Жбанова Е.Н. Электрофизический метод повышения износостойкости отливок из стали 110Г13Л при кристаллизации / Жбанова Е.Н., Саитгареев Л.Н., Скидин И.Э., Бялик Г.А. // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. - 2017. - №3. - С. 24-28.
4. Прогрессивные литейные технологии и материалы: сб. науч. трудов. – Киев: Ин-т проблем литья, 1990. – 108 с.
5. Вёрёш А. Очистка отливок / Пер. с венгерского; ред. Г. Ф. Баландин. — М.: Машиностроение, 1982. — 256 с.
6. Подураев В.Н. Технология физико-химических методов обработки, М.: Машиностроение, 1985. – 264 с.
7. Шмаков М.В. Очистка поверхности пластин и подложек / М.В. Шмаков, В.П. Паршин, А.Н. Смирнов // Технологии в электронной промышленности. - 2008. - № 5. - С. 77-78.
8. Приходько И.В. Электрогидроимпульсные технологии и оборудование для нужд литейного производства / И.В. Приходько, Р.Н. Исабеков // Металл и литье Украины. - № 2 (213). - 2011. – С. 25-30.
9. Лучкин, А.Г. Очистка поверхности подложек для нанесения покрытий вакуумно-плазменными методами / А.Г. Лучкин, Г.С. Лучкин // Вестник Казанского технологического университета. - 2002. -Т. 15. - С. 208-210.
10. <https://extxe.com/823/ochistka-otlivok-jelektricheskimi-sposobami-ot-prigara-i-melkih-zalivov/>

Рукопис подано до редакції 17.03.2020

УДК 622.013.364

М.А. ГРИЩЕНКО, аспірант  
Криворізький національний університет

### ВІДПРАЦЮВАННЯ ПРИРОДНО БАГАТИХ ЗАЛІЗНИХ РУДНИХ ПОКЛАДІВ НА ГЛИБОКИХ ГОРИЗОНТАХ З НЕДОСТАТНІМИ КУТАМИ ЗАЛІГАННЯ В УМОВАХ ВИСОКОГО ГІРСЬКОГО ТИСКУ

Відпрацювання покладів природно багатих залізних руд в умовах високого гірського тиску на глибоких горизонтах є однією з основних проблем теперішнього часу та близького майбутнього. Втрати руди пов'язані з формуванням еліпсоїди випуску яка в свою чергу намагається отримати форму циліндру, тим самим до воронки випуску руди які знаходяться на лежачому боці не стягуються. Тим самим при недостатніх кутах втрати можуть сягати майже половини всього запасу.

**Мета.** Метою роботи є аналіз існуючих технологій, дослідження та розробка ефективної технології випуску відбитої рудної маси з лежачого боку в якій за умов слабо-похилих кутів втрати будуть мінімальними.

**Методи дослідження.** Питання випуску досліджувалося на лабораторних моделях було проведено ряд дослідів з урахуванням масштабу на еквівалентних матеріалах. Проведено техніко-економічний аналіз випуску відбитої рудної маси, розглянуті фактори які безпосередньо впливають на ефективність очисних робіт в трикутнику лежачого боку.

---

© Грищенко М.А., 2020