



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 44783

(13) C2

(51) 6 B08B7/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ВІД РІЗНОГО РОДУ ВІДКЛАДЕНЬ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) 97126328

(22) 26 12 1997

(24) 15 03 2002

(46) 15 03 2002, Бюл. № 3, 2002 р

(72) Борткевич Сергій Павлович, Гордієнко Вячеслав Михайлович, Іванов Володимир Костянтинович, Матвієнко Олег Володимирович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО "МІТЕК"

(56) SU 1736641 A1, 30 05 1992 SU 1761312 A1, 15 09 1992 WO 93/01894 A1, 04 02 1993 US 4977707 A, 18 12 1990 SU ТУ 16-441013-85

(57) 1 Спосіб очищення поверхонь від різного роду відкладень, який полягає в тому, що очищувану поверхню, піддають дії локальної пружної деформації, яку збуджують в очищуваній поверхні поодинокими механічними імпульсами з амплітудою коливань, яка не перевищує значення, при якому механічні напруження в очищуваній поверхні досягають межі утомлюваності або межі циклічної міцності, а імпульси формують з пологим переднім фронтом і крутим заднім фронтом, який відрізняється тим, що крутий передній фронт імпульсу формують тривалістю від $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі до $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в матеріалі відкладення, а крутий задній фронт імпульсу формують тривалістю принаймні на порядок меншою $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі

2 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що пружну деформацію викликають в пружній пластині, яка жорстко закріплена на очищуваній поверхні з боку відкладень і має меншу жорсткість, ніж оточуюча очищувана поверхня

жну деформацію викликають в пружній пластині, яка жорстко закріплена на очищуваній поверхні з боку відкладень і має меншу жорсткість, ніж оточуюча очищувана поверхня

3 Пристрій для очищення поверхонь від різного роду відкладень, який включає джерело високовольтної постійної напруги й розрядний контур, який містить послідовно включені накопичувальний конденсатор, зашунтований діодом, катод якого підключений до позитивного виводу накопичувального конденсатора, комутатор, плоский індуктор у вигляді спіралі і ярів, що має можливість вільно пересуватися відносно індуктора, виконаний з високопровідного матеріалу, який відрізняється тим, що ярів жорстко закріплений на очищуваній поверхні з протилежного від відкладень боку із зазором відносно індуктора, причому параметри елементів розрядного контуру вибрані таким чином, що період власних коливань його знаходиться в межах від подвоєного періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі до подвоєного періоду вільних коливань очищуваної поверхні в матеріалі відкладення, а постійна часу контуру, утвореного послідовно включеними комутатором, індуктором та діодом принаймні на порядок менша періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі

4 Пристрій за п. 3, який відрізняється тим, що ярів жорстко закріплений на пружній пластині, яка жорстко закріплена на очищуваній поверхні з боку відкладень і має меншу жорсткість, ніж оточуюча очищувана поверхня

Винахід відноситься до галузі очищення поверхонь конструкцій від різного роду відкладень і може бути застосований під час розвантаження сипучих вантажів із ємностей (бункерів, вагонів та ін.) при великій масі налиплого матеріалу, високій міцності адгезії та великій швидкості релаксації, що є характерною для відкладень з пластичною та пухкою структурою (наприклад, залізорудного концентрату, бокситів, шихти, формувальних сумішей і т. ін.)

Відомий спосіб обрушення насипного матеріалу в ємкостях шляхом імпульсного силового діяння на стінку ємкості проміжним елементом (Авт. свід. СРСР №299439, МКВ В65G 65/54, 1970). Недоліком цього способу є недостатнє силове діяння, яке не дозволяє використовувати його для відділення налиплого матеріалу з високою міцністю адгезії.

Відомий також прийнятий за прототип спосіб очищення поверхонь від різного роду відкладень, який полягає в тому, що поверхню піддають дії

(13) C2

(11) 44783

(19) UA

локальної пружної деформації, яку збуджують в очищуваній поверхні поодинокими короткочасними механічними імпульсами з амплітудою коливань, яка не перевищує значення, при якому механічні напруження в очищуваній поверхні досягають межі утомленості або межі циклічної міцності, а імпульси формують з пологим переднім фронтом і крутим заднім фронтом (Авт. свид. СРСР № 1736641, МКВ³ В08В 7/02, 1992).

Відомий пристрій для очищення поверхонь від відкладень, який складається з джерела високовольтної постійної напруги й розрядного контура, який містить послідовно включені накопичувальний конденсатор, зашунтований діодом, катод якого підключений до позитивного виводу накопичувального конденсатора, комутатор, плоский індуктор у вигляді спіралі та ярма, що має можливість вільно пересуватися відносно індуктора, виконаний з високопровідного матеріалу, який при пропусканні електричного імпульсу крізь індуктор набуває руху та здійснює різкі удари у поверхню, що підлягає очищенню (Установка очищення типу УО4000-09-12-Паспорт, ПИАФ 441432 001ПС, Технічний опис та інструкція з експлуатації, ПИАФ 441432ТО, Технічні умови, ТУ 16-441 013-85, ПИАФ 441432 001ТУ).

Недоліком прийнятих як прототипи способу та пристрою є низька ефективність очищення поверхонь й розвантаження сипучих вантажів із ємностей при великій масі налиплих матеріалів (від десятків до сотень тон), високий рівень адгезії й великий швидкості релаксації, яка є характерною для відкладень з пластичною та пухкою структурою (наприклад, залізорудного концентрату, бокситів, шихти, формувальних сумішей та т. ін.). Низька ефективність пов'язана з тим, що під час дії короткочасного механічного імпульсу неможливо досягти достатньо великих значень прискорення точок поверхні, суттєвого вигину стінки, в результаті чого сили інерції часток відкладення, що дорівнюють добутку їхньої маси на прискорення, не досягають значень, що перевищують адгезію цих часток до поверхні, а напруження зсуву між поверхнею та відкладеннями практично відсутні, внаслідок чого не відбувається відділення налиплих матеріалів від очищуваної поверхні.

Технічна задача винаходу полягає в формуванні механічних імпульсів, які дозволяють одержувати великі значення прискорення точок очищуваної поверхні, в результаті чого досягається технічний результат, який полягає в створенні сил, значення яких є достатніми для руйнування сил адгезії між очищуваною поверхнею та відкладеннями, в результаті чого підвищується ефективність очищення поверхні при великій масі, високий швидкості релаксації й міцності адгезії налиплих матеріалів.

Поставлена технічна задача розв'язується завдяки тому, що під час очищення поверхні від різного роду відкладень способом, згідно до якого очищувану поверхню піддають дії локальної пружної деформації, яку збуджують в очищуваній поверхні поодинокими механічними імпульсами з амплітудою коливань, яка не перевищує значення, при якому механічні напруження в очищуваній поверхні досягають межі утомленості або межі циклічної

міцності, імпульси формують з пологим переднім фронтом тривалістю від $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі до $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в матеріалі відкладення й крутим заднім фронтом тривалістю, принаймні, на порядок меншою $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі. В варіанті виконання способу пружну деформацію викликають в пружкій пластині, яка жорстко закріплена на очищуваній поверхні з боку відкладень і має меншу жорсткість, ніж оточуюча очищувана поверхня.

Протягом першої стадії (наростання механічного імпульсу від нуля до максимального значення) відбувається прогин очищуваної поверхні, цей прогин призводить до ущільнення верств відкладень, прилеглих до очищуваної поверхні та до виникнення напружень зсуву між поверхнею та відкладеннями, а також до виникнення пружних сил, які прагнуть повернути прогнуту поверхню в первісне положення. Коли очищувана поверхня досягає максимального переміщення, кінетична енергія очищуваної поверхні повністю переходить в потенціальну енергію, після чого, під дією сили пружності, максимальне значення якої пропорційне амплітуді коливань, починається рух поверхні в первісне положення. На першій стадії пререміщенню очищуваної поверхні протидіють сила пружності, що виникає, та сила опору матеріалу відкладень. На другій стадії поворотному приміщенню поверхні в первісне положення протидіють механічний імпульс, амплітуда якого зменшується, та сила адгезії матеріалу відкладень до очищуваної поверхні. При малій тривалості спаду механічного імпульсу результуюча сила (різниця сил пружності і механічного імпульсу), яка відриває очищувану поверхню від налиплих на неї матеріалів відкладень, різко зростає, досягаючи за величиною значення, близького до максимального значення сили пружності. Якщо забезпечити на стадії наростання механічного імпульсу до максимального значення таке переміщення очищуваної поверхні, коли в ній виникає сила пружності, що перевищує силу адгезії відкладень, після чого спідом йде достатньо різкий спад механічного імпульсу, то під час руху прогнаної поверхні в первісне положення відбувається відрив її від налиплих матеріалів, й тим самим досягається ефект очищення всієї поверхні. Для створення переміщення потрібної величини з урахуванням обмеження амплітуди механічних імпульсів, які не мають приводити до виникнення напружень в очищуваній поверхні, які б досягали межі утомленості або межі циклічної міцності, необхідне узгодження часових характеристик механічного імпульсу з частотними властивостями очищуваної поверхні, що дозволяє одержати максимальне переміщення поверхні за заданою амплітудою механічного імпульсу.

Відомо, що рівняння руху демпфованої системи з одним ступенем свободи за дії збурюючої сили $F = F(t)$ довільного виду описується диференціальним рівнянням виду

$$m\ddot{x} = -c\dot{x} - kx + F \quad (1)$$

де m - маса,

c - коефіцієнт в'язкого демпфування,

k - коефіцієнт пружності

Нехтуючи демпфуванням, що є припустимим

за розгляду спектральних характеристик, обумовлених імпульсним діянням, можна представити рішення рівняння (1) для переміщення в вигляді інтеграла Дюамеля

$$x = \frac{1}{p_0} \int_0^t f \sin(t-t') dx', \quad (2)$$

де $p = \sqrt{(k/m)}$ - власна кругова частота коливань поверхні,,
 $f = F/m$

Обчислюючи амплітуду вільних коливань, що виникають після діяння імпульсу F довільної форми, можна показати, що у всіх випадках найбільше значення амплітуди досягається за тривалості наростання t_1 імпульсу F до максимального значення Fm яке дорівнює $1/2$ періоду вільних коливань поверхні. Отже, рішення рівняння (2) для випадків діяння імпульсу прямокутної форми має вигляд

$$x = \frac{F_m}{K} (1 - \cos pt)$$

а амплітуда коливань визначається як

$$A = \frac{2F_m}{k} \sin\left(\frac{\pi t_1}{t}\right), \quad (3)$$

де t_1 - тривалість імпульсу прямокутної форми, й приймає найбільше значення

При діянні на поверхню лінійно наростаючого імпульсу закон руху має вигляд

$$x = \frac{F_m}{k} \left(\frac{t}{t_1} - \frac{\sin pt_1}{pt_1} \right), \quad (4)$$

де t_1 - час наростання імпульсу до значення

Fm й амплітуда коливань приймає найбільше значення $A = Fm/k$ при $t_1 = T/2$

За будь-якого іншого закону наростання імпульсу F до максимуму (від лінійного до прямокутного) найбільше значення амплітуди переміщення досягаються при $t_1 = T/2$ й лежать в межах від

Fm/k до $2Fm/k$

Отже, для досягнення максимального переміщення очищуваної поверхні необхідно механічний імпульс формувати з тривалістю наростання, що дорівнює $1/2$ періоду власних коливань очищуваної поверхні. При цьому, враховуючи, що на очищувану поверхню можливе налипання великої маси матеріалу (наприклад, випадки, що характерні для завантажувальних бункерів з утворенням "шурфу" або зависання в вигляді "шапки"), період власних коливань в граничному випадку слід визначати як період коливань в матеріалі відкладень

Після досягнення максимального переміщення очищувана поверхня набуває потенціальної енергії, яка може бути використана для руйнування адгезії матеріалу відкладення. При цьому сила, яка руйнує адгезію, визначається прискоренням, яке передається очищуваній поверхні силою пружності. Величина прискорення очищуваної поверхні, як будь-якої коливальної системи, є пропорційною відхиленню й квадрату частоти, яка при поворотному русі в повітрі в декілька разів пере-

вищує частоту коливань в матеріалі відкладення. В свою чергу, досягти максимальної величини прискорення можна лише за умови правильного вибору такого параметру діючого імпульсу F , як тривалість спаду. Це пов'язано із тим, що на стадії

спаду ($t > t_1$) механічний імпульс F здійснює від'ємну роботу, тому набута очищуваною поверхнею

під час першої стадії ($t < t_1$) потенціальна енергія частково витрачається на подолання імпульсу F , який зменшується за амплітудою. Щоб мінімізувати ці витрати тривалість спаду механічного імпульсу має бути значно, принаймні, на порядок, меншою $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні. При цьому, оскільки поворотне переміщення поверхні здійснюється в повітря, то тривалість спаду слід визначати по відношенню до періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі

У випадку значної жорсткості очищуваної поверхні, наприклад, за наявності ребер жорсткості або за великої товщини, жорсткість поверхні може бути локально зменшена в зоні діяння механічного імпульсу, наприклад, жорстким прикріпленням на боці поверхні, обернутому до налиплиго матеріалу, додаткової пластини, яка має меншу жорсткість, ніж очищувана поверхня. Локальне зменшення жорсткості дозволяє здійснювати очищення поверхонь за допомогою механічних імпульсів з суттєво меншою амплітудою

Пропонований спосіб очищення поверхонь від різного роду відкладень здійснюється за допомогою пристрою для очищення поверхонь від різного роду відкладень, який включає джерело високовольтної постійної напруги й розрядний контур, який містить послідовно включені накопичувальний конденсатор, затушований діодом, катод якого підключений до позитивного виводу накопичувального конденсатора, комутатор, плоский індуктор у вигляді спіралі і ярк, що має можливість вільно пересуватися відносно індуктора, виконаний з високопровідного матеріалу. В цьому пристрої ярк є жорстко закріплений на очищуваній поверхні з протилежного від відкладень боку із зазором відносно індуктора, причому параметри елементів розрядного контура вибрані таким чином, що період власних коливань його знаходиться в межах від подвоєного періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі до подвоєного періоду вільних коливань очищуваної поверхні в матеріалі відкладення, а постійна часу контура, що утворений послідовно включеними комутатором, індуктором та діодом, принаймні, на порядок менша періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі. Як варіант, ярк може бути жорстко закріплений на пружній пластині, яка жорстко закріплена на очищуваній поверхні з боку відкладень і має жорсткість меншу, ніж оточуюча очищувана поверхня

Жорстке закріплення ярка на очищуваній поверхні дозволяє збуджувати в ній механічні імпульси, амплітуда та форма яких повністю визначаються параметрами струму, що протікає крізь індуктор, та, як наслідок, параметрами елементів розрядного контура

Тривалість наростання електромагнітної сили F дорівнює часу досягнення розрядним струмом

максимального значення або, що те ж саме, часу зниження до нуля напруги на накопичувальному конденсаторі, тобто $1/4$ періоду власних коливань розрядного контура. Внаслідок цього формування механічного імпульсу з тривалістю наростання, яка дорівнює $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні, забезпечується при періоді власних коливань розрядного контура, який дорівнює подвоєному періоду вільних коливань очищуваної поверхні. При цьому період власних коливань розрядного контура регулюється зміною ємності накопичувального конденсатора та еквівалентної індуктивності індуктора, яка залежить як від числа витків індуктора, так і від величини зазора, який встановлюється між індуктором та якорем.

Вибір параметрів розрядного контура здійснюється таким чином, що період власних коливань його знаходиться в межах від подвоєного періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі до подвоєного періоду вільних коливань очищуваної поверхні в матеріалі відкладення, що в сполучі з жорстким закріпленням якоря дозволяє забезпечити діяння на очищувану поверхню механічними імпульсами з тривалістю наростання від $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі до $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в матеріалі відкладення та, внаслідок цього, досягти максимальної величини прогину очищуваної поверхні за будь-якої товщини шару налиплого матеріалу.

В запропонованій пристрої постійна часу спаду електромагнітної сили F приблизно в 2 рази менша постійної часу контура, утвореного послідовно включеними індуктором, діодом та комутатором, а сама електромагнітна сила F є пропорційною добутку розрядного струму в індукторі й наведеного струму в якорі:

$$F \sim I_{im} \times \left(\frac{t}{\tau_{L1}} - \frac{t}{\tau_{L2}} - \frac{2t}{\tau_{L1}} \right) \approx I_{im} \quad (5)$$

де τ_{L1} та τ_{L2} - постійні часу розрядного контура та контура наведеного струму.

Добір параметрів індуктора (його індуктивності та активного опору), при якому постійна часу контура, утвореного послідовно включеними комутатором, індуктором та діодом, значно, принаймні, на порядок, менша періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі, та схемне рішення розрядного контура дозволяють формувати механічний імпульс з вельми крутим заднім фронтом тривалістю значно, принаймні, на порядок, меншою $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі, завдяки чому діючий імпульс на цій стадії чинить мінімальну протидію поворотному рухові прогнutoї очищуваної поверхні під дією пружних сил, які прагнуть повернути її в первісне положення.

Жорстке закріплення якоря на пружкій пластині, яка жорстко закріплена на очищуваній поверхні з боку відкладень і має жорсткість меншу, ніж оточуюча очищувана поверхня, дозволяє здійснити очищення поверхонь за допомогою механічних імпульсів з суттєво меншою амплітудою. Установ-

ка якої з зазором відносно індуктора забезпечує відсутність механічної перешкоди очищуваній поверхні під час її поворотного переміщення під дією сил пружності й дозволяє змінювати еквівалентну індуктивність індуктора за рахунок регулювання величини зазора. Крім того, наявність зазора між якорем та індуктором охороняє індуктор від механічних діянь, що призводять до його руйнування, й сприяє підвищенню його ресурса.

Винахід проілюстровано наступними матеріалами.

Фіг. 1 Епюра механічного імпульсу, що формується відповідно до запропонованого способу.

Фіг. 2 Ескіз пристрою для очищення поверхонь від різного роду відкладень.

Фіг. 3 Діаграма розрядного струму, що протікає крізь індуктор.

Фіг. 4 Епюра механічного імпульсу, що формується пристроєм для очищення поверхонь від різного роду відкладень.

Під час очищення поверхні від різного роду відкладень очищувану поверхню піддають дії локальної пружної деформації, яку збуджують в очищуваній поверхні поодинокими механічними імпульсами з амплітудою коливань, яка не перевищує значення, при якому механічні напруження в очищуваній поверхні досягають межі утомленості або межі циклічної міцності. На Фіг. 1 представлена форма імпульсу з пологим переднім фронтом (I) тривалістю (проміжок часу від 0 до t_1) від $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі до $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в матеріалі відкладення й крутим заднім фронтом (II) тривалістю (проміжок часу від

t_1 до t_2) значно, принаймні, на порядок, меншою $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі. Протягом першої стадії (I) відбувається прогин очищуваної поверхні, який призводить до ущільнення прилягаючих до очищуваної поверхні верств відкладень й появи напружень зсуву між поверхнею й відкладеннями, а також до виникнення пружних сил, які прагнуть повернути прогнуту поверхню в первісне положення. Копи очищувана поверхня досягає максимального переміщення, кінетична енергія руку очищуваної поверхні повністю переходить в потенціальну енергію, після чого під дією сили пружності, максимальне значення якої пропорційне амплітуді коливань, починається рух поверхні в первісне положення. На першій стадії переміщенню очищуваної поверхні протидіє виникаюча сила пружності та сила опору матеріалу відкладень. На другій стадії (II) поворотному переміщенню поверхні в первісне положення перешкоджають механічний імпульс F , який зменшується за амплітудою, та сила адгезії матеріалу відкладень до очищуваної поверхні. При малій тривалості спаду механічного імпульсу результуюча сила (різниця сил пружності та механічного імпульсу F), яка відриває очищувану поверхню від налиплого на неї матеріалу відкладень, різко зростає, досягаючи за величиною значення, близького до максимального значення сил пружності. За умов забезпечення такого переміщення очищуваної поверхні під дією механічного імпульсу, копи в ній виникає сила пружності, яка перевищує силу

адгезії відкладень, після чого йде достатньо швидкий спад механічного імпульсу, в процесі руху прогнutoї поверхні в первісне положення відбувається відрив її від налиплого матеріалу, й тим самим досягається ефект очищення всієї поверхні. Узгодження часових характеристик механічного імпульсу з частотними властивостями очищуваної поверхні й дозволяє одержати максимальне переміщення поверхні з урахуванням обмеження амплітуди механічних імпульсів, які не мають приводити до виникнення в очищуваній поверхні механічних напружень, які перевищують межу утомленості або межі циклічної міцності.

Якщо конструкція має високу жорсткість внаслідок великої товщини, наявності ребер жорсткості й т.п., тоді пружну деформацію доцільно викликати на ділянці очищуваної поверхні, яка має меншу жорсткість, ніж оточуюча очищувана поверхня. Це дозволяє здійснити очищення поверхонь конструкцій за допомогою механічних імпульсів із суттєво меншою амплітудою, при цьому параметри механічного імпульсу визначаються стосовно до ділянки очищуваної поверхні, яка має жорсткість меншу, ніж оточуюча очищувана поверхня, або до пружкої пластини, яка жорстко закріплена на очищуваній поверхні з боку відкладень і має меншу жорсткість, ніж оточуюча очищувана поверхня.

Пристрій для очищення поверхонь від різного роду відкладень (Фіг. 2) включає джерело високовольтної постійної напруги 1, розрядний контур, який містить накопичувальний конденсатор 2, шунтуючий діод 3, катод якого підключений до позитивного виводу конденсатора 2, комутатор 4, який може бути виконаний, наприклад, у вигляді тиристорного ключа, плоский індуктор 5, виконаний в вигляді спіралі, та ярмі 6. Ярмі 6 жорстко закріплені на очищуваній поверхні 7 з протилежного боку від відкладень 8, що виникають, та утворює зазор 9 із індуктором 5. Індуктор 5 встановлений на жорсткій основі 10, яка жорстко закріплена відносно очищуваної поверхні 7.

Очищення поверхні від різного роду відкладень здійснюється наступним чином. Від джерела високовольтної постійної напруги 1 відбувається зарядка накопичувального конденсатора 2. В потрібний момент часу від системи управління (не показано) подається сигнал управління на комутатор 4, який переходить в провідний стан. Ланцюгом конденсатор 2 - комутатор 4 - індуктор 5 - конденсатор 2 протікає розрядний струм (Фіг. 3) в

інтервалі часу від 0 до t^1 . Струм, який протікає крізь індуктор 5 наводить електромагнітне поле в зазорі між індуктором 5 та ярмом 6, яке, в свою чергу, наводить вихровий струм в ярмі 6. Взаємодія імпульсних магнітних полів, що утворюються розрядним та наведеним струмами, призводить до виникнення імпульсної сили F , що розштовхує індуктор 5 та ярмі 6. Виникаюча електромагнітна сила F (Фіг. 4) є пропорційною добутку вказаних

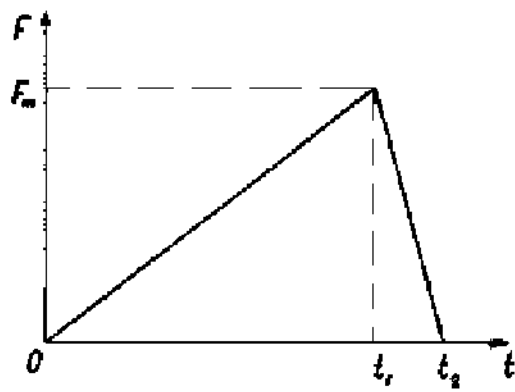
струмів й досягає максимального значення в момент часу t^1 коли струм в розрядному контурі досягає максимального значення, а напруга на накопичувальному конденсаторі 2 знижується до нуля, в цей момент відбувається шунтування конденсатора 2 діодом 3, й струм починає протікати крізь контур індуктор 5 - діод 3 - комутатор 4 - індуктор 5, зменшуючись за експоненціальним законом (ділянка II на Фіг. 4) з постійною часу $T_L = L/R$, де L - еквівалентна індуктивність індуктора 5 з ярмом 6, а R - сумарний активний опір контура. Оскільки ярмі 6 закріплені на очищуваній поверхні 7, остання піддається дії електромагнітної сили F (Фіг. 4).

Протягом інтервалу часу від 0 до t^1 ярмі 6, відштовхуючись від індуктора 5, надає руху очищуваній поверхні 7, яка прогинається й ущільнює прилегли до неї верства відкладень 8, при цьому між поверхнею 7 та відкладами 8 з'являються напруження ссуву, а в поверхні 7 виникають пружні сили, які прагнуть повернути прогнуту поверхню 7 в первіс-

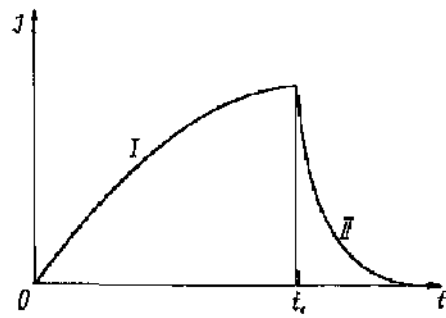
не положення. В момент часу t^1 починається різкий спад механічного імпульсу, а далі під дією сили пружності прогнута поверхня 7, практично не зазнаючи протидії, крім сил адгезії налиплого матеріалу відкладень 8, з високою швидкістю повертається в первісне положення. При цьому відбувається відрив очищуваної поверхні 7 від налиплого матеріалу відкладень 8, й тим самим досягається ефективне очищення всієї поверхні.

Потрібні параметри механічного імпульсу (напряження) протягом проміжку часу від 0 до t^1 тривалістю від $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі до $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в матеріалі відкладень й спад протягом проміжку часу від t_1 до t_2 тривалістю значно, принаймні, на порядок, меншою $1/2$ періоду вільних коливань очищуваної поверхні в повітрі) визначаються законом зміни електромагнітної сили, який, в свою чергу, забезпечується вибором параметрів елементів розрядного контура - ємності накопичувального конденсатора 2, еквівалентних індуктивностей та активного опору індуктора 5 з ярмом 6, напруги на конденсаторі 2, а також величини зазору 9, що встановлюється. Для показаного на Фіг. 2 варіанта кріплення частотні характеристики очищуваної поверхні 7 розраховуються виходячи з довжини жорсткої основи 10.

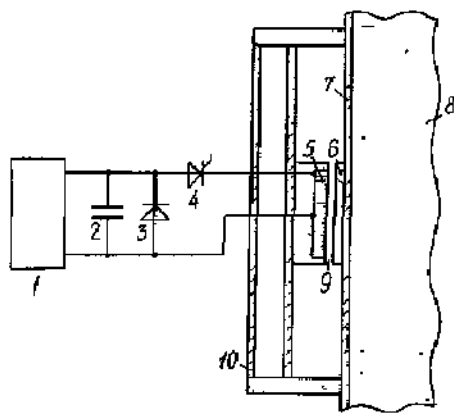
Застосування пропонуваного способу й пристрою для очищення поверхонь від різного роду відкладень при створенні магніто-імпульсних установок очищення стінок завантажувальних бункерів й запобігання в них утворення склепіння сприяє ефективному очищенню бункерів ємністю до кількох сотень кубічних метрів, які завантажуються залізрудним концентратом, бокситами, вогкими формувальними сумішами й т.п.



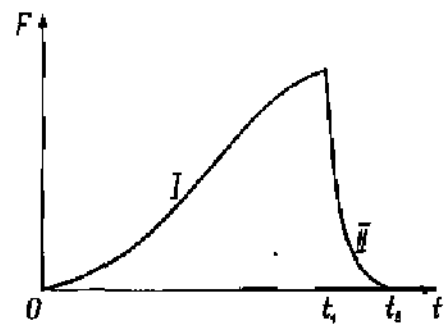
Фиг. 1



Фиг. 3



Фиг. 2



Фиг. 4