



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **71268** (13) **U**  
(51) МПК (2012.01)  
**C05B 1/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2011 15003</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>19.12.2011</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.07.2012</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.07.2012, Бюл.№ 13</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Товажнянський Леонід Леонідович (UA), Тошинський Володимир Ілліч (UA), Лазаківич Ігор Васильович (UA), Волков Володимир Миколайович (UA), Прохоренко Наталя Леонідівна (UA), Шкарупа Сергій Петрович (UA), Клименко Руслан Миколайович (UA), Кобзар Ніна Володимирівна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)</b></p>
--	--

## (54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ БІОМІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

### (57) Реферат:

Спосіб одержання біомінеральних добрив включає обробку фосфорнокислими розчинами осадів стічних вод систем водопідготовки, водоочистки та водовідведення. Нейтралізують вільну залишкову кислотність пульпи. Сушать та гранулюють добрива. Як фосфорнокислі розчини використовують фосфорну кислоту та/або реакційну масу кислотного розкладання природних збіднених фосфоритів українських родовищ.

UA 71268 U



Корисна модель належить до хімічної промисловості, а саме до технології виробництва біомінеральних (органо-мінеральних) добрив, які сприяють надходженню до ґрунту основних мінеральних поживних елементів та забезпечують відновлення вмісту гумусу. Вихідною сировиною для виробництва добрив даного типу можуть розглядатися осади стічних вод систем водопідготовки, водоочистки та водовідведення. Сприятливим фактором для цього є велика кількість органічних речовин, що містяться у вищевказаних осадах. Вони є цінною агрономічною речовиною органічного походження. Осади стічних вод також містять мінеральну частину, представлену сполуками основних поживних речовин і мікроелементів. Антропогенне походження осадів зумовлює наявність у їх складі ряду речовин, зокрема сполук металів Zn, Fe, Mn, Cu, Cr, Ni, Co, водорозчинні форми яких за певних умов можуть негативно впливати на стан ґрунту, викликаючи його забруднення.

Відомий спосіб одержання орґано-мінерального добрива (Патент Російської Федерації № 2038345 "Способ получения органоминерального удобрения"), за яким для поліпшення якості осаду стічних вод їх змішують з розчином сірчаної кислоти (масова частка  $H_2SO_4$  3-5 %) протягом 10-20 хвилин для зв'язування важких металів. Підготовлена таким чином реакційна маса підлягає розділенню на тверду та рідку фази, після чого тверда її фаза нейтралізується речовинами, що мають лужну реакцію. Спосіб характеризується невисоким ступенем зв'язування важких металів, оскільки використовувана при цьому сірчана кислота переводить дані метали у форму сульфатів, більшість яких є добре розчинними сполуками.

Відомий спосіб одержання біомінеральних добрив (патент України № 50419 "Спосіб одержання комплексного орґано-мінерального добрива на основі побутових відходів (тверді побутові відходи та осад стічних вод)", опубл. 15.10.2002 р., бюл. №10.) ґрунтується на використанні твердих побутових відходів і осадів стічних вод. Спосіб передбачає сепарацію твердих побутових відходів, їх подрібнення з наступним розкладанням органічної складової концентрованою сірчаною кислотою з окисом марганцю. Після кислотної обробки реакційна маса розбавляється водою з доведенням концентрації  $H_2SO_4$  до 15-20 % мас. Введення осаду стічних вод здійснюється після витримки отриманої маси протягом 1-2 годин у співвідношенні тверді побутові відходи до осаду стічних вод 1:0,5-1:3 у перерахунку на сухі речовини. Наступним етапом отримання добрива є фільтрація суміші з подальшою нейтралізацією осаду кальцієвмісним компонентом та нейтралізацією залишкової кислотності фільтрату лужним агентом (розчином NaOH). При цьому осад гідроокисів металів, що містяться у вихідній сировині, пропонується висушувати й направляти на подальшу переробку. Даним способом значно обмежується потужність виробництва добрива, оскільки процес є періодичним. Досить утрудненим технологічно і дороговартісним економічно є процес переробки фільтрату шляхом упарювання. Також за даним способом передбачено повне виведення із складу добрива і сполук таких металів, як Zn, Fe, Co, Mo, які за певних концентрацій можуть розглядатися як цінні поживні мікроелементи.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб одержання орґано-мінерального добрива (патент України №53597 "Спосіб одержання комплексного орґано-мінерального добрива", опубл. 11.10.2010 р., бюл. №19.), який передбачає сепарацію відходів, їх подрібнення й розкладання органічної складової кислотою, фільтрування й нейтралізацію надлишкової кількості лужними сполуками. При цьому відсепаровані хвости сортування твердих побутових відходів змішують із вапном, а потім піддають тонкому подрібненню й механо-хімічній активації в присутності азотної кислоти. Осад стічних вод підлягає попередньому концентруванню до залишкової вологості 65-70 % мас., після чого концентрат обробляється сірчаною кислотою. Підготовлений таким чином осад подається до реактора змішування з водою та обробленими хвостами сортування. Отримана реакційна маса спрямовується на фільтрацію; тверда фаза промивається на фільтрі розчином карбонату натрію, а фільтрат подається на подальшу переробку.

Як і приведені вище способи, даним технічним рішенням шляхом застосування сірчаної кислоти не забезпечується зв'язування сполук важких металів, що унеможливує отримання екологічно безпечної продукції; також не вирішується проблема переробки великої кількості фільтрату та промивних вод. Синтезоване за даним способом добриво містить невелику кількість мінеральних поживних речовин: вміст  $P_2O_5$  складає 2,0-2,1 % мас., N 3,9-7,2 % мас,  $K_2O$  3,5-5,0 % мас. Проведення нейтралізації вільної кислотності карбонатом натрію супроводжується негативним ефектом піноутворення, що виникає внаслідок виділення великої кількості вуглекислого газу при протіканні обмінної реакції між  $Na_2CO_3$  та іонами  $H^+$ .

Цей спосіб є найближчим по технічній суті і результату, що досягається, тому прийнятий за найближчий аналог.

Задачею корисної моделі є удосконалення способу одержання біомінеральних добрив та розширення області їх застосування за рахунок підвищення якості добрив та збільшення їх асортименту.

5 Поставлена задача вирішується тим, що у способі одержання біомінеральних добрив шляхом обробки фосфорнокислими розчинами осадів стічних вод систем водопідготовки, водоочистки та водовідведення, нейтралізації вільної залишкової кислотності пульпи, сушки та грануляції добрива, у якому як фосфорнокислі розчини використовують фосфорну кислоту та/або реакційну масу кислотного розкладання природних збіднених фосфоритів українських родовищ із вмістом  $P_2O_5$  8-22 % сірчаною, та/або азотною кислотою, вміст органічної складової 10 у добриві складає 50-70%, вміст мінеральної частини становить 30-50 %. Важкі метали, які містяться у осадах стічних вод, зв'язуються у нерозчинні форми фосфатних сполук. Нейтралізація вільної залишкової кислотності проводиться до досягнення показника не менше 3,8 рН.

15 Осади стічних вод систем водопідготовки, водоочистки та водовідведення в значній кількості накопичуються у відстійниках, які поступово заповнюються. Окрім проблеми залучення нових земельних ресурсів для організації складування осадів, їх накопичення негативно впливає на стан навколишнього середовища. При цьому осади стічних вод можуть розглядатися як альтернативне джерело органічної речовини, що позитивно впливає на процеси збереження та відтворення гумусу ґрунтів, та елементів мінерального живлення рослин. Однак пряме використання даної сировини у якості органо-мінерального добрива практично неможливе з 20 причини високого вмісту вологи, яка зумовлює погіршені фізико-механічні властивості продукту.

Також на заваді безпосереднього застосування осадів стічних вод є присутність у їх складі сполук важких металів. Тому вагомим чинником екологічно безпечного використання осадів стічних вод як добрив є забезпечення відсутності рухомих форм сполук важких металів. На 25 відміну від відомих способів зв'язування важких металів, у яких передбачено використання сірчаної кислоти, у запропонованому способі для цієї мети використовується фосфорна кислота. Це обумовлено більшою розчинністю сульфатів важких металів у порівнянні з їх фосфатами. Як видно з наведених у таблиці 1 даних, фосфати хрому, заліза, магнію, свинцю, цинку характеризуються значно меншим значенням добутку розчинності, ніж відповідні сульфати. В свою чергу це сприяє більш повному зв'язуванню даних елементів у нерозчинні 30 форми, що забезпечить безпечність їх використання.

Найбільш агрономічно ефективними є біомінеральні (органомінеральні) добрива, вміст органічної складової у яких складає 50-70 %, а вміст мінеральної частини становить 30-50 %.

35 Осади стічних вод містять мінеральну частину у кількості до 20 % у перерахунку на суху речовину, що є меншим за обґрунтоване значення. Відповідно до способу, що заявляється, мінеральна складова біомінерального добрива забезпечується шляхом введення до складу добрива фосфорної кислоти або кислоти пульпи розкладу фосфатної сировини. Фосфорна кислота, що застосовується у даному процесі, може бути отримана відомими способами з апатитів чи фосфоритів, технологічні та екологічні показники яких задовольняють вимогам 40 відповідної нормативної документації.

Як фосфатна сировина пропонується використання збіднених українських фосфоритів забалансової групи із вмістом  $P_2O_5$  8-22 %. Застосування таких фосфоритів у процесах отримання фосфорної кислоти сірчано-кислотним розкладанням з фільтрацією твердої фази 45 пульпи є недоцільним, оскільки невисока концентрація фосфатів при збільшеному вмісті мінералів-домішок призводить до значного збільшення гіпсового числа (при цьому зростає обсяг відкидного фосфогіпсу) та до отримання розбавленої кислоти. Способом, що заявляється, передбачено проведення кислотного розкладу з використанням сірчаної та/або азотної кислоти; при цьому фільтрація реакційної маси не проводиться. Рідка фаза пульпи розкладу представляє собою розчин фосфорної кислоти, який ефективно використовується на стадії 50 зв'язування важких металів шляхом змішування реакційної маси з осадом стічних вод.

Для отримання добрива високої якості необхідною умовою є відсутність у його складі вільної кислотності. Це обумовлює необхідність проведення нейтралізації вільної кислотності у пульпі, що проводиться шляхом амонізації до досягнення рН не менше 3,8 - мінімального значення рН, що заявляється.

55 Спосіб реалізується таким чином. На першому етапі синтезу добрива здійснюється кислотне розкладання збідненого фосфориту. Для цього до реактора поз. 1 (креслення) одночасно спрямовуються фосфорит з сірчаною та/або азотною кислотою. Видаткова норма кислот відповідає їх стехіометричній кількості, розрахованій відповідно до складу фосфатної сировини. Розкладання фосфориту здійснюється при безперервному перемішуванні. Підготовлена 60 реакційна маса разом з осадом стічних вод подається до реактора поз. P2, у якому

здійснюється зв'язування важких металів фосфат-іоном. У разі застосування з цією метою фосфорної кислоти, потреба у проведенні кислотного розкладу фосфориту відсутня, тому до реактора поз. 2 разом з осадом стічних вод подається фосфорна кислота. Після цього пульпа спрямовується до реактора поз. Р3, у якому протікає процес нейтралізації. Для забезпечення цього до реактора також спрямовується аміак (рідкий, газоподібний чи його водний розчин - аміачна вода з масовою часткою  $\text{NH}_3$  25 %). Нейтралізація проводиться до досягнення значення рН не менше 3,8.

Наступною стадією процесу отримання добрива є сушка та грануляція продукту, який реалізується у апаратах барабан-гранулятор-сушилка, в апаратах киплячого шару та ін. Відпрацьовані сушильні гази, що представляють собою парогазову суміш продуктів згоряння природного газу, парів води, пилу готового продукту підлягають очистці. Процес очистки парогазової суміші та відпрацьованих сушильних газів до відповідних санітарних норм проводиться абсорбційними методами. Після доведення концентрації забруднюючих речовин до нормативних показників, очищені гази викидаються в атмосферу. Абсорбційні рідини повністю використовуються у виробництві добрива для розбавлення пульпи.

Відповідно до значень технологічних параметрів, що заявляються, наводяться приклади реалізації способу. При цьому використовується екстракційна фосфорна кислота (масова частка  $\text{P}_2\text{O}_5$  25,0 %); фосфорит Ново-Амвросіївського родовища складу: масова частка  $\text{P}_2\text{O}_5$  загальн. 13,3 %; сірчана кислота з масовою часткою  $\text{H}_2\text{SO}_4$  70 %; азотна кислота з масовою часткою 40 %; аміак 100 %; осад стічних вод із вмістом органічної частини 80 %, мінеральної частини 20 % у перерахунку на суху речовину.

Нижче наводяться приклади реалізації способу.

Приклад №1.

Для отримання 1000 кг біомінерального добрива у реактор поз. Р1 подається 84,6 кг фосфатної сировини, що містить 11,3 кг  $\text{P}_2\text{O}_5$  та сірчана кислота, що містить 45,9 кг моногідрату; для забезпечення рухливості пульпи до реактора також подаються стоки системи абсорбції. Після проведення розкладу фосфатної сировини пульпа, що містить вільну фосфорну кислоту, спрямовується до реактора поз. Р2. Також до реактора за допомогою шнекового транспортера подається осад стічних вод у кількості 2187,5 кг, що містить 700 кг органічної речовини, 175 кг мінеральної складової, 1312,5 кг води. Після зв'язування фосфорною кислотою важких металів, які знаходяться в осаді стічних вод, пульпа подається до реактора поз. Р3, де вона підлягає амонізації. Для цього здійснюється введення аміаку до досягнення водневого показника 3,8 рН. Амонізовану пульпу подають до сушильно-грануляційного апарата. Після проведення сушіння та грануляції отримують 1000 кг біомінерального добрива. Вміст органічної речовини становить 70 %, вміст мінеральної речовини складає 30 %. Добриво містить 13,4 % сполук фосфору у перерахунку на  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 1,5 % сульфатної сірки та 0,3 % азоту. Водорозчинні форми сполук важких металів відсутні.

Приклад № 2.

Для отримання 1000 кг біомінерального добрива у реактор поз. Р1 подається 126,9 кг фосфатної сировини, що містить 16,9 кг  $\text{P}_2\text{O}_5$  та сірчана кислота, що містить 68,9 кг моногідрату; для забезпечення рухливості пульпи до реактора також подаються стоки системи абсорбції. Після проведення розкладу фосфатної сировини пульпа, що містить вільну фосфорну кислоту, спрямовується до реактора поз. Р2. Також до реактора за допомогою шнекового транспортера подається осад стічних вод у кількості 2031,3 кг, що містить 650 кг органічної речовини, 162,5 кг мінеральної складової, 1218,8 кг води. Після зв'язування фосфорною кислотою важких металів, які знаходяться в осаді стічних вод, пульпа подається до реактора поз. Р3, де вона підлягає амонізації. Для цього здійснюється введення аміаку до досягнення водневого показника 4,0 рН. Амонізовану пульпу подають до сушильно-грануляційного апарата. Після проведення сушіння та грануляції отримують 1000 кг біомінерального добрива. Вміст органічної речовини становить 65 %, вміст мінеральної речовини складає 35 %. Добриво містить 13,1% сполук фосфору у перерахунку на  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 2,3 % сульфатної сірки та 0,4 % азоту. Водорозчинні форми сполук важких металів відсутні.

Приклад №3.

Для отримання 1000 кг біомінерального добрива у реактор поз. Р1 подається 169,2 кг фосфатної сировини, що містить 22,5 кг  $\text{P}_2\text{O}_5$  та сірчана кислота, що містить 91,9 кг моногідрату; для забезпечення рухливості пульпи до реактора також подаються стоки системи абсорбції. Для забезпечення рухливості пульпи до реактора додається 100 кг стоків системи абсорбції. Після проведення розкладу фосфатної сировини пульпа, що містить вільну фосфорну кислоту, спрямовується до реактора поз. Р2. Також до реактора за допомогою шнекового транспортера подається осад стічних вод у кількості 1875 кг, що містить 600 кг органічної речовини, 150 кг

мінеральної складової, 1125 кг води. Після зв'язування фосфорною кислотою важких металів, які знаходяться в осаді стічних вод, пульпа подається до реактора поз. Р3, де вона підлягає амонізації. Для цього здійснюється введення аміаку до досягнення водневого показника 3,9 рН. Амонізовану пульпу подають до сушильно-грануляційного апарата. Після проведення сушіння та грануляції отримують 1000 кг біомінерального добрива. Вміст органічної речовини становить 60 %, вміст мінеральної речовини складає 30 %. Добриво містить 12,8 % сполук фосфору у перерахунку на  $P_2O_5$ , 3,0 % сульфатної сірки та 0,5 % азоту. Водорозчинні форми сполук важких металів відсутні.

Приклад №4.

Для отримання 1000 кг біомінерального добрива у реактор поз. 1 подається 211,5 кг фосфатної сировини, що містить 28,1 кг  $P_2O_5$  та сірчана кислота, що містить 114,8 кг моногідрату; для забезпечення рухливості пульпи до реактора також подаються стоки системи абсорбції. Для забезпечення рухливості пульпи до реактора додається 100 кг стоків системи абсорбції. Після проведення розкладу фосфатної сировини пульпа, що містить вільну фосфорну кислоту, спрямовується до реактора поз. Р2. Також до реактора за допомогою шнекового транспортера подається осад стічних вод у кількості 1718 кг, що містить 550 кг органічної речовини, 137,5 кг мінеральної складової, 1031,3 кг води. Після зв'язування фосфорною кислотою важких металів, які знаходяться в осаді стічних вод, пульпа подається до реактора поз. Р3, де вона підлягає амонізації. Для цього здійснюється введення аміаку до досягнення водневого показника 4,2 рН. Амонізовану пульпу подають до сушильно-грануляційного апарата. Після проведення сушіння та грануляції отримують 1000 кг біомінерального добрива. Вміст органічної речовини становить 55 %, вміст мінеральної речовини складає 45%. Добриво містить 12,4 % сполук фосфору у перерахунку на  $P_2O_5$ , 3,8% сульфатної сірки та 0,6% азоту. Водорозчинні форми сполук важких металів відсутні.

Приклад № 5.

Для отримання 1000 кг біомінерального добрива у реактор поз. Р1 подається 253,8 кг фосфатної сировини, що містить 33,8 кг  $P_2O_5$  та сірчана кислота, що містить 137,8 кг моногідрату; для забезпечення рухливості пульпи до реактора також подаються стоки системи абсорбції. Для забезпечення рухливості пульпи до реактора додається 100 кг стоків системи абсорбції. Після проведення розкладу фосфатної сировини пульпа, що містить вільну фосфорну кислоту, спрямовується до реактора поз. Р2. Також до реактора за допомогою шнекового транспортера подається осад стічних вод у кількості 1562,5 кг, що містить 500 кг органічної речовини, 125 кг мінеральної складової, 937,5 кг води. Після зв'язування фосфорною кислотою важких металів, які знаходяться в осаді стічних вод, пульпа подається до реактора поз. Р3, де вона підлягає амонізації. Для цього здійснюється введення аміаку до досягнення водневого показника 4,5 рН. Амонізовану пульпу подають до сушильно-грануляційного апарата. Після проведення сушіння та грануляції отримують 1000 кг біомінерального добрива. Вміст органічної речовини становить 50 %, вміст мінеральної речовини складає 50 %. Добриво містить 12,1 % сполук фосфору у перерахунку на  $P_2O_5$ , 4,5 % сульфатної сірки та 0,8 % азоту. Водорозчинні форми сполук важких металів відсутні.

Приклад №6.

Для отримання 1000 кг біомінерального добрива у реактор поз. Р2 подається екстракційна фосфорна кислота у кількості 260 кг, що містить 65 кг  $P_2O_5$ ; також до реактора за допомогою шнекового транспортера подається осад стічних вод у кількості 2187,5 кг, що містить 700 кг органічної речовини, 175 кг мінеральної складової, 1312,5 кг води. Після зв'язування фосфорною кислотою важких металів, які знаходяться в осаді стічних вод, пульпа подається до реактора поз. Р3, де вона підлягає амонізації. Для цього здійснюється введення аміаку до досягнення водневого показника 4,2 рН. Амонізовану пульпу подають до сушильно-грануляційного апарата. Після проведення сушіння та грануляції отримують 1000 кг біомінерального добрива. Вміст органічної речовини становить 70 %, вміст мінеральної речовини складає 30 %. Добриво містить 18,8 % сполук фосфору у перерахунку на  $P_2O_5$  та 1,4 % азоту. Водорозчинні форми сполук важких металів відсутні.

Приклад №7.

Для отримання 1000 кг біомінерального добрива у реактор поз. Р1 подається 105,7 кг фосфатної сировини, що містить 14 кг  $P_2O_5$  та азотна кислота, що містить 135 кг  $HNO_3$ . Для забезпечення рухливості пульпи до реактора додаються стоки системи абсорбції. Після проведення розкладу фосфатної сировини пульпа, що містить вільну фосфорну кислоту, спрямовується до реактора поз. Р2. Також до реактора за допомогою шнекового транспортера подається осад стічних вод у кількості 2031,3 кг, що містить 650 кг органічної речовини, 162,5 кг мінеральної складової, 1218,8 кг води. Після зв'язування фосфорною кислотою важких металів,

які знаходяться в осаді стічних вод, пульпа подається до реактора поз. РЗ, де вона підлягає амонізації. Для цього здійснюється введення аміаку до досягнення водневого показника 4,2 рН. Амонізовану пульпу подають до сушильно-грануляційного апарата. Після проведення сушіння та грануляції отримують 1000 кг біомінерального добрива. Вміст органічної речовини становить 65 %, вміст мінеральної речовини складає 35 %. Добриво містить 12,8 % сполук фосфору у перерахунку на  $P_2O_5$ , та 3,4 % азоту. Водорозчинні форми сполук важких металів відсутні.

З огляду на те, що осад стічних вод є великотоннажним відходом процесів водопідготовки, водоочистки та водовідведення, його використання у виробництві біомінеральних (органомінеральних) добрив позитивно відобразиться на екологічному стані навколишнього середовища. Наявність домішок важких металів, що містяться у осаді стічних вод, не призведе до погіршення екологічних властивостей добрив на його основі, оскільки вони задовільно зв'язуються фосфат-іоном фосфорної кислоти чи пульпи кислотного розкладання фосфориту.

Результатом запропонованого способу є виробництво великого асортименту біомінеральних (органомінеральних) добрив із різним співвідношенням органічної та мінеральної частини. Це дозволяє розробити та виготовити добриво саме того якісного складу, яке відповідає існуючій агрохімічній потребі ґрунтів.

Спосіб, що заявляється, пройшов лабораторні дослідження на кафедрі автоматизації хіміко-технологічних систем і екологічного моніторингу Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" та у сумському комунальному закладі "Міськводоканал". Отримане добриво пройшло агрохімічні дослідження у Національному науковому центрі "Інститут агрохімії і ґрунтознавства імені О.Н. Соколовського", м. Харків, які показали високу агрохімічну цінність нового біомінерального добрива.

Джерела інформації:

1. Патент Російської Федерації № 2038345 "Спосіб получения органо-минерального удобрения".

2. Патент України № 50419 "Спосіб одержання комплексного органо-мінерального добрива на основі побутових відходів (тверді побутові відходи та осад стічних вод)", опубл. 15.10.2002 р., бюл. № 10.

3. Патент України № 53597 "Спосіб одержання комплексного органо-мінерального добрива", опубл. 11.10.2010 р., бюл. № 19.

Таблица 1

Добуток розчинності сульфатів і фосфатів важких металів

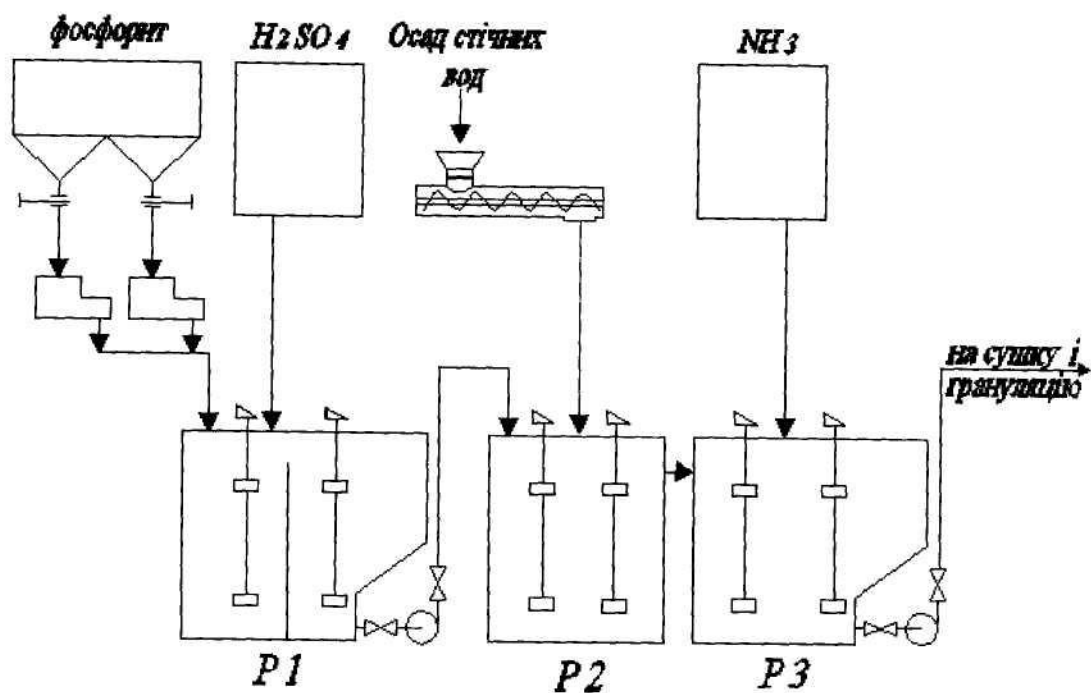
Назва металу	Добуток розчинності ДР	
	$Me_2[SO_4]_n$	$Me_3[PO_4]_n$
Cr(III)	Малорозчинна сполука	$1,0 \cdot 10^{-17}$
Fe(III)	Розчинна сполука	$1,3 \cdot 10^{-22}$
Mg	Розчинна сполука	$1,0 \cdot 10^{-13}$
Pb	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$7,9 \cdot 10^{-43}$
Zn	Розчинна сполука	$9,1 \cdot 10^{-33}$

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб одержання біомінеральних добрив шляхом обробки фосфорнокислими розчинами осадів стічних вод систем водопідготовки, водоочистки та водовідведення, нейтралізації вільної залишкової кислотності пульпи, сушки та грануляції добрива, який **відрізняється** тим, що як фосфорнокислі розчини використовують фосфорну кислоту та/або реакційну масу кислотного розкладання природних збіднених фосфоритів українських родовищ із вмістом  $P_2O_5$  8-22 % сірчаною та/або азотною кислотою, вміст органічної складової у добриві складає 50-70 %, вміст мінеральної частини становить 30-50 %.

2. Спосіб одержання біомінеральних добрив за п. 1, який **відрізняється** тим, що важкі метали, які містяться у осадах стічних вод, зв'язуються у нерозчинні форми фосфатних сполук.

3. Спосіб одержання біомінеральних добрив за п. 1, який **відрізняється** тим, що нейтралізація вільної залишкової кислотності здійснюється до досягнення показника не менше 3,8 рН.



---

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601