



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105745** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
C22B 11/08 (2006.01)
C01G 7/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2013 09376	(72) Винахідник(и): Піоваров Олександр Андрійович (UA), Воробйова Маргарита Іванівна (UA), Воробйова Вікторія Іванівна (UA), Чигиринець Олена Едуардівна (UA)
(22) Дата подання заявки:	26.07.2013	(73) Власник(и): Піоваров Олександр Андрійович, вул. Агнії Барто, 19, кв. 14, м. Дніпропетровськ, 49127 (UA), Воробйова Маргарита Іванівна, вул. Сурська, 135, м. Дніпропетровськ, 49066 (UA), Воробйова Вікторія Іванівна, вул. Виборзька, 1, кв. 105, м. Київ-56, 03056 (UA), Чигиринець Олена Едуардівна, вул. Березінська, 45, кв. 72, м. Дніпропетровськ, 49130 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.06.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 53259 A1, 31.05.1938 UA 80444 U, 27.05.2013 WO 2009105832 A1, 03.09.2009 US 6337056 B1, 08.01.2002 JPS 62275024 A, 30.11.1987 AU 4789285 A, 10.04.1986 AU 567279 B2, 12.11.1987
(41) Публікація відомостей про заявку:	11.03.2014, Бюл.№ 5	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.06.2014, Бюл.№ 11	

(54) СПОСІБ ВИЛУЧЕННЯ ЗОЛОТА З РУДНИХ КОНЦЕНТРАТІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до способу переробки золотовмісних руд та концентратів. Спосіб включає вилуговування металів лужними ціаністими розчинами, які вміщують 0,3 % KCN, 0,6 % KOH, приготовленими з використанням води, активованої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить 100-300 мг/л перекисних і надперекисних сполук в присутності комплексоутворюючого агента, з подальшим розділенням золотовмісного розчину і твердого залишку. З попередньою механоактивацією рудного концентрату мокрим способом згідно з винаходом механоактивацію рудного концентрату протягом 20-40 хв. проводять з використанням як основного середовища, розчину, отриманого екстракцією шроту рапсу водно-спиртовим екстрагентом, виготовленим на основі води, обробленої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить 200-500 мг/л перекисних та надперекисних сполук та pH=9-11. Технічний результат: зменшення тривалості стадії доподрібнення та збільшити ступінь дисперсності та пористості сульфідних мінералів.

UA 105745 C2

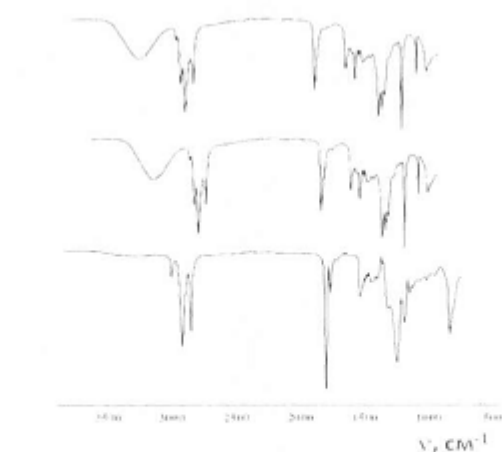


Рис. 1 - ІЧ спектроскопія розчину, отриманого екстракцією шроту рапсу водно-спиртовим екстрагентом, який виготовлений на основі води обробленої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми.

Винахід належить до способу переробки золотовмісних руд та концентратів і може бути застосований при вилученні золота з сульфідних концентратів, переважно з вкрапленнями тонкодисперсного золота.

Відомий спосіб видобування золота із пірит-арсенопіритних концентратів Дарасунського родовища шляхом їх механоактивації у кульковому млині та подальшим ціануванням. Місткість млину 1 дм³, подрібнюючі тіла - підшипникова дріб діаметром 3-5 мм, маса куль - 1,3 кг. Механоактивацію 100 г концентрату виконують у присутності 0,4 дм³ води протягом 3-20 хвилин. Максимальний ступінь вилучення золота - 94,2 % [В.Г. Кубекін, В.І. Молчанов та ін. Активация вскрытия минерального сырья. Новосибирск. "Наука, Сибирская издательская фирма РАН". 1999, с. 16, 29-30. таб. 5, 6].

Недоліком цього способу є низька ступінь вилучення золота, що обумовлено неоптимальними параметрами періоду часу механоактивації та потужності механічної енергії (Вт), що підводиться, до питомої поверхні активованого пірит-арсенопіритного концентрату.

Відомий спосіб вилуговування золота і срібла при розмелюванні Au-вмісних концентратів. При введенні в пульпу, створену таким чином, ціаніду і пероксиду водню основна частина Au і Ag переходять в розчин. Пропонується додавати перекисні сполуки, зокрема пероксоборати, для підвищення вилучення золота і скорочення витрат ціаніду. Кількість пербората, що додається 10-60 еквівалентів BO_3 на 1 т концентрату, при цьому ступінь вилучення золота складає 65-84 %. [Пат. 4114514 ФРГ, МКИ⁵ C22B 11/08. Verfahren zur Laugung Gold und Silber / Lorosch Jurgen, Zieglen Anneye; Degussa Ag. - № 41145143; заявл. 03.05.91; опубл. 05.11.92].

Недоліком відомого способу є його нетехнологічність внаслідок використання концентрованого розчину H_2O_2 , що пов'язано з його токсичністю і вибухонебезпечністю; а також низький ступінь вилучення золота.

Відомий спосіб інтенсифікації процесу подрібнення за допомогою домішок хімічних реагентів, при котрому з метою підвищення ефективності роботи млину пропонується додавати до подрібнюваного матеріалу реагенти-інтенсифікатори, наприклад сульфітно-спиртову барду.

Проте недоліком відомого способу є те, що введення сульфітно-спиртової барди утворює кисле середовище в пульпі, що ускладнює ціанування, для якого потрібне лужне середовище. В зв'язку з чим зазначена технологія є не достатньо ефективною [Долина Л.Ф. и др. Использование поверхностно-активных веществ в обогащение руд цветных металлов. М.: Обзорная информация. Обогащение руд цветных металлов. Выпуск 6, с. 32-33].

Відомий спосіб вилучення тонкодисперсного золота з золотовмісних руд, що включає подрібнення, доподрібнення, флотацію та ціанування руди з додаванням на стадії доподрібнення борнілацетату в кількості 30-45 г/т, отриманого екстракцією з полині чи з ялицевого масла. Спосіб дозволяє підвищити ефективність вилучення золота тонковкрапленого в мінерали, ступінь розкриття зерен мінералів та продуктивність млинів на 20-25 % [Пат. 2309799 ФРГ, МКИ⁵ B03B 7/00. Способ извлечения тонкодисперсного золота из золотосодержащих руд / Александрова Т.Н., Ятлукова Н.Г., Литвинова Н.М., Билевич И.Я. - № 118602/03; заявл. 29.05.06; опубл. 10.11.07].

Недоліками відомого способу є недостатній ступінь розкриття мінералів-носіїв тонкодисперсного золота, ступінь вилучення золота, витрати ціаніду на подальшу стадію ціанування.

Відомий спосіб вилучення золота і срібла з рудних концентратів, який включає вилуговування золота і срібла лужними ціанідними розчинами, які вміщують 0,3 % KCN, 0,6 % КОН, приготовленими з використанням води, активованої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить 100-300 мг/л перекисних, надперекисних сполук, активних радикалів і часток. Ступінь вилучення золота і срібла складає 98,7, срібла 99,3 % [Пат. 29241. МПК⁶ C01G 7/00, 5/00. Спосіб вилучення золота і срібла з рудних концентратів / Ситнік С.В., Піваров О.А., Полотій Н.М., Буря О.І. (Україна). - № 98020952; заявл. 24.02.98; опубл. 16.10.2000. Бюл. № 5].

Недоліком способу є недостатня ступінь вилучення золота з рудних концентратів, в яких золото тонкодисперсне та знаходиться у тісній асоціації з сульфідами (упорні рудні концентрати).

Найбільш близьким за технічною сутністю та досягнутому результату до винаходу, що заявляється, є спосіб вилучення золота з рудних концентратів, який включає вилуговування металів лужними ціаністими розчинами, які вміщують 0,3 % KCN, 0,6 % КОН, приготовленими з використанням води, активованої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить 100-300 мг/л перекисних і надперекисних сполук в присутності комплексоутворюючого агента, з подальшим розділенням золотовмісного розчину і твердого залишку, з попередньою механоактивацією рудного концентрату мокрим способом протягом 30-

270 хвилин з використанням як основного середовища активованої під дією контактної низькотемпературної плазми води, яка містить 200-500 мг/л перекисних і надперекисних сполук та $pH=9-11$. Ступінь вилучення золота складає 99,39-99,98 % [Пат. № 101772 Україна МПК C22B 11/08, C01G 7/00. Спосіб вилучення золота з рудних концентратів / Півоваров О.А., Воробйова М.І.; № u201203466; заявл. 23.03.2012; опубл. 25.04.2013, Бюл. № 8.] (прототип).

Недоліком прототипу є тривалість здійснення механоактивації для досягнення оптимальних показників дисперсності рудного матеріалу і недостатня ступінь подрібнюваності (дисперсності) рудного концентрату та, в яких золото тонко дисперсне та знаходиться у тісній асоціації з сульфідами (упорні рудні концентрати).

В основу винаходу поставлено задача - зменшити тривалості стадії доподрібнення та збільшити ступінь дисперсності та пористості сульфідних мінералів упорного рудного концентрату, при цьому підвищити ступінь вилучення тонкодисперсного золота з упорного рудного концентрату.

Поставлена задача досягається тим, що в відомому способі вилучення золота з рудних концентратів, який включає вилуговування металів лужними ціаністими розчинами, які вміщують 0,3 % KCN, 0,6 % KOH, приготовленими з використанням води, активованої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить 100-300 мг/л перекисних і надперекисних сполук в присутності комплексоутворюючого агента, з подальшим розділенням золотовмісного розчину і твердого залишку, з попередньою механоактивацією рудного концентрату мокрим способом згідно з винаходом механоактивацію рудного концентрату протягом 20-40 хв. проводять з використанням як основного середовища, розчину, отриманого екстракцією шроту рапсу водно-спиртовим екстрагентом, виготовленим на основі води, обробленої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить 200-500 мг/л перекисних та надперекисних сполук та $pH=9-11$.

Завдяки дрібнокластерній структурі води, підданій діє контактної нерівноважної плазми, та її поверхневій активності водно-спиртовий екстрагент, виготовлений на її основі, під час екстракції шрота рапсу забезпечує високу ступінь вилучення сполук в розчин. Відтак в результаті екстракції в розчині містяться альдегіди, глюкози, насичені та ненасичені жирні кислоти, терпенові сполуки, які є поверхнево-активними (фіг. 1, табл. 1, 2).

Таблиця 1

Віднесення смуг поглинання (cm^{-1}) в ІЧ-спектрах водно-спиртового екстракту шроту ріпаку

Полоси поглинання функціональних груп		Екстракт шрота ріпаку
ν_{OH} - валентні δ деформаційні	3650-3590 1450-1250	1315 1378, 1275 пл, 1233 пл 1229, 1158
ν_{OH} - пов'язані Н зв'язком (спирти, феноли, карбонові кислоти)	3550-3200 2700-2500 (широка)	3345
ν_{C-H} sp^3 ν_{OCH_3}	2975-2810 (сильні)	2922, 2930, 2986 пл, 2852
δ C-H sp^3	1470-1430 (середні) 1380-1370(сильні)	1460 1376
ν_{CHO} альдегіди (2 полоси)	2900-2820(слабка) 2775-2700(слабка)	2852
$\delta(=CH_2)$ sp^2	1420-1410 995-985 915-905	950, 965 пл
$\nu(C=C)$	1620-1680 вузька	1630 пл.
$\nu_{C=O}$ альдегіди, кетони, карбонові кислоти, $\nu(CPh)$ ацени	1600-1750	1742
$\nu_{C=O}$ ароматич. альдегіди, кетони	1705-1660	1600, 1637
$\delta(CH_2)$	710-720	722
$\nu_{as}(CO)$ Полуторні	1430-1470	1458
$\nu_{as}(CC)$	1540-1580	-
$\nu_s(CO)$	1570-1600	1600

Таким чином, при використанні отриманого водно-спиртового розчину при механоактивації рудного концентрату мокрим способом забезпечується більш швидке, в порівнянні з плазмохімічно обробленою водою, проникнення молекул розчину в мікрощілини і пори золототворюючих мінералів рудного концентрату. Проникаючи в зону формування мікротріщин, молекули водно-спиртового екстракту шрота рапсу в більшій мірі послаблюють зв'язки між поверхневими елементами кристалічної решітки часток, перешкоджаючи відновленню молекулярної взаємодії і тим самим сприяють збільшенню пористості та дисперсності матеріалу, що підтверджується даними представленими в табл. 2.

Аналіз представлених даних свідчить, що застосування розчину, отриманого екстракцією шроту рапсу водно-спиртовим екстрагентом, який виготовлений на основі води обробленої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми сприяє більш швидкому зростанню дисперсності частинок, в порівнянні з використанням в якості зволожуючого агента плазмохімічно обробленої води (табл. 3), Результати вимірювання пористості вихідного концентрату представлені також в табл. 3.

Враховуючи вище сказане, для подальших досліджень використовували рудний концентрат доподрібнений з використанням розчину, отриманого екстракцією шроту рапсу водно-спиртовим екстрагентом, який виготовлений на основі води, обробленої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми впродовж 30 хв. Таким чином, наслідком збільшення дисперсності та пористості є підвищення ступеня вилучення благородних металів з рудного концентрату під час послідовного ціанування.

Таблиця 2

Вплив виду екстрагента на ступінь екстракції сполук шроту рапсу в рідку фазу

№ прикладу	Вид екстрагента		Ступінь екстрагування корисних компонентів в рідку фазу, %
1	Спирт		12,0
2	Спирт + технологічна вода		8,0
3	Спирт + технологічна вода + синтетичний пероксид водню 500 мг/л		7,0
	Спирт + вода, оброблена під дією контактної нерівноважної плазми	Параметри плазмохімічно активованої води, в залежності від умов обробки	
		СН ₂ О ₂ , мг/л	рН
4		100	8
5		200	9
6		300	9,5
7		500	11
8		600	> 118
			15,55

Примітки: *Співвідношення складових екстрагент (мл): шрот рапсу (г) = 10:1, час екстрагування t=12 год.

Таблиця 3

Вплив доподрібнення мокрим способом із застосуванням водно-спиртового екстракту шрота рапсу на зміну дисперсності рудного концентрату, пористості

№ прикладу	Умови доподрібнення рудного концентрату		Розмір часток, мм				Пористість. %	Примітки
	Характеристика водного середовища	Час подрібнення, хв	>0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	< 0,01		
			Вихід фракції. %					
		0	14,00	29,81	30,02	26,16	11,0	Дисперсність вихідного концентрату
1	Прототип Вода, оброблена під дією контактної нерівноважної плазми, 3 вмістом C _{H2O2} =500 мг/л, рН=10,5	<30	11,01	20,35	25,32	43,32	12,8	
2		30	10,00	21,90	10,03	58,97	13,0	
		65	3,93	3,17	7,03	85,86	15,0	
4		135	0,64	3,58	7,65	88,11	15,7	
5		270	4,15	5,32	21,53	68,99	15,9	
6		>270	5,13	7,31	25,1	62,46	16,05	
	Водно-спиртовий екстракт шрота рапсу, виготовлений з використанням плазмохімічно обробленої води, 3 вмістом пероксида водню (H ₂ O ₂)							
7	H ₂ O ₂ =300 мг/л	20	0,3	1,61	10,5	87,6	16,5	
8		30	0,28	1,59	9,5	88,72	17,1	
9		40	0,25	1,52	9,4	88,83	17,4	
10	H ₂ O ₂ =500 мг/л	20	0,2	1,5	9,3	89,0	17,95	
11		30	0,1	1,11	7,69	91,1	18,1	
12		40	0,09	1,0	6,71	91,2	18,2	

Таблиця 4

Умови проведення дослідів та основні технологічні показники способу вилучення золота з рудних концентратів при концентраціях KCN - 0,3 %, KOH - 0,6 % співвідношенні тверде:рідке 1:5 і температурі 293 К

№ прикладу	Час до подрібнення рудного концентрату, хв.	Вид зволожуючого агента при подрібненні мокрим способом		Комплексоутворюючий агент (КУА)	Концентрація комплексоутворюючого агента, мг/л	Ступінь вилучення золота, %
0	135 (прототип)	Параметри плазмохімічно активованого розчину, в залежності від умов обробки		KH ₂ PO ₄	0,4	
		C _{H2O2} , мг/л	pH			99,39
		100	8			99,73
		350	9,5			99,81
		600	> 11			99,55
		200	9			99,95
		500	11			
1		Водно-спиртовий розчин екстракту шрота рапсу, виготовлений з використанням плазмохімічно обробленої води, з кількістю				
2	20	C _{H2O2} =500 мг/л				99,96
3	30					99,975
	40					99,98
	20	C _{H2O2} =300 мг/л				99,955
	30					99,96
	40					99,97

Сутність винаходу пояснюється наступними прикладами.

Приклад 1.

- 5 Вихідний матеріал у вигляді рудного концентрату, заздалегідь доподрібнюють у лабораторному млині шарового типу МШ-250×160, з частотою обертів 64 об/хв, подрібнюючі тіла - кульки діаметром 12 мм. що виготовлені з фарфору, при оптимальному часі доподрібнення 40 хв і співвідношенні тверде:рідке 2:1. В якості водного середовища при доподрібненні рудного концентрату використовують розчин, отриманий екстракцією шроту рапсу водно-спиртовим екстрагентом, який виготовлений на основі води, обробленої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить перекисних сполук C_{H₂O₂}=500 мг/л та pH=11,0. Одразу після завершення механоактивації матеріал загрузають у скляний реактор діаметром 0,08 м і висотою 0,15 м, який містить 0,2 л плазмохімічно активованого водного розчину з вмістом перекисних і надперекисних сполук - 300 мг/л і загальним відсотковим складом компонентів 0,3 % KCN, 0,6 % KOH та комплексоутворюючий компонент 0,4 % KH₂PO₄, при постійному перемішуванні і температурі 323К. Після закінчення процесу (через 3 години) твердий залишок відокремлюють від розчину. Ступінь вилучення золота 99,98 %.

Приклад 2.

- 20 Обробку вихідного матеріалу здійснювали згідно прикладу 1, з тією відзнакою, що доподрібнення рудного концентрату виконували впродовж 30 хв. Ступінь вилучення золота 99,975 %.

Приклад 3.

Обробку вихідного матеріалу здійснювали згідно прикладу 1, з тією відзнакою, що доподрібнення рудного концентрату виконували впродовж 20 хв. Ступінь вилучення золота 99,96 %.

Приклад 4.

5 Обробку вихідного матеріалу здійснювали згідно прикладу 1, з тією відзнакою, що якості водного середовища при доподрібненні рудного концентрату використовують розчин, отриманий екстракцією шроту рапсу водно-спиртовим екстрагентом, який виготовлений на основі води, обробленої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить перекисних сполук $C_{H_2O_2}=300$ мг/л. Ступінь вилучення золота 99,97 %.

10 Приклад 5.

Обробку вихідного матеріалу здійснювали згідно прикладу 2, з тією відзнакою, що якості водного середовища при доподрібненні рудного концентрату використовують розчин, отриманий екстракцією шроту рапсу водно-спиртовим екстрагентом, який виготовлений на основі води, обробленої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить перекисних сполук $C_{H_2O_2}=300$ мг/л. Ступінь вилучення золота 99,96 %.

15 Приклад 6.

Обробку вихідного матеріалу здійснювали згідно прикладу 3, з тією відзнакою, що якості водного середовища при доподрібненні рудного концентрату використовують розчин, отриманий екстракцією шроту рапсу водно-спиртовим екстрагентом, який виготовлений на основі води, обробленої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить перекисних сполук $C_{H_2O_2}=300$ мг/л. Ступінь вилучення золота 99,955 %.

20 З порівняння результатів, наведених у прикладах, а також способу - найближчому аналогу слідує, що ступінь вилучення золота у цьому винаході (99,955-99,98 %) перевищує ступінь вилучення золота у способі - найближчому аналізі (99,39-99,95 %) при зменшенні часу механоактивації в 2-2,5 рази.

25 Таким чином, в результаті здійснення способу вилучення золота з рудних концентратів по технології, яка пропонується забезпечується високий ступінь вилучення золота (в тому числі і дисперсного) з упорного рудного концентрату, висока швидкість і селективність процесу. Спосіб, що пропонується, при реалізації має наступні переваги:

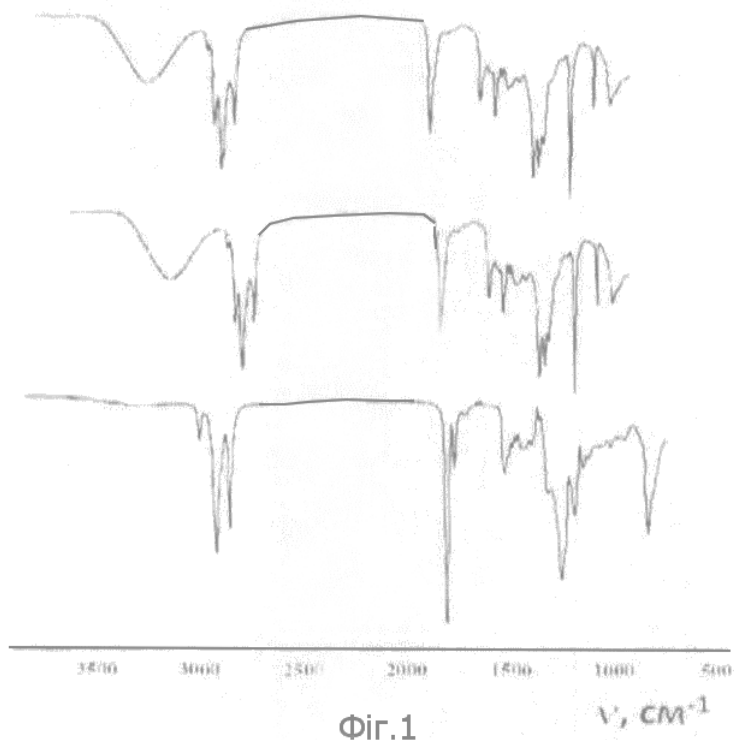
30 - забезпечується інтенсифікація стадії механоактивації рудного концентрату;
- забезпечується ефективне вилучення золота (в тому числі і дисперсного) з рудних концентратів;

- досягається значна інтенсифікація процесу вилуговування золота з рудних концентратів

35 Таким чином спосіб може бути застосований при вилученні золота з сульфідних концентратів, переважно з вкрапленнями тонкодисперсного золота.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

40 Спосіб вилучення золота з рудних концентратів, який включає вилуговування металів лужними ціаністими розчинами, які вміщують 0,3 % KCN, 0,6 % KOH, приготовленими з використанням води, активованої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить 100-300 мг/л перекисних і надперекисних сполук в присутності комплексоутворюючого агента, з подальшим розділенням золотовмісного розчину і твердого залишку, з попередньою механоактивацією рудного концентрату мокрим способом, який **відрізняється** тим, що
45 механоактивацію рудного концентрату протягом 20-40 хв. проводять з використанням як основного середовища, розчину, отриманого екстракцією шроту рапсу водно-спиртовим екстрагентом, виготовленим на основі води, обробленої під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми, яка містить 200-500 мг/л перекисних та надперекисних сполук та $pH=9-11$.



ІЧ спектроскопія
розчину, отриманого екстракцією
шроту рапсу водно-спиртовим
екстрагентом, який виготовлений на
основі води обробленої під дією
контактної нерівноважної
низькотемпературної плазми.

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