



УДК 613.6+622.7

М. Г. Карнаух, Т. М. Альохіна, В. О. Гапон, В. Д. Крушевський

ТОКСИКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Український НДІ промислової медицини, Кривий Ріг

На виконання вимог Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя» і реалізації Національних програм зі збереження та захисту здоров'я громадян особливу роль сьогодні відіграє впровадження нових гірничо-металургійних технологій, які передбачають використання шкідливих хімічних речовин.

Гірничо-збагачувальні підприємства України мають досить добрі перспективи задовольнити повною мірою потреби у високоякісній залізорудній сировині не тільки внутрішнього ринку, а й стати значним її експортером на світовий ринок. Запорукою цього є, перш за все, наявність власної сировинної бази та науково-технічного потенціалу, який може забезпечити передовий технологічний рівень.

Тим же часом, проблема впровадження нових технологій із застосуванням шкідливих хімічних речовин на підприємствах гірничо-металургійного комплексу є досить складною з економічної та медико-соціальної точок зору. Передусім це обумовлено тим, що на різних етапах інноваційного процесу у протиріччя неминуче вступають техніко-технологічні та гігієнічно-екологічні інтереси. Розв'язання ж проблем економічно ви-

гідного та безпечного для здоров'я технологічного переозброєння гірничо-збагачувальних підприємств є можливим лише за умов досягнення сталого паритету таких інтересів.

Сьогодні в надрах України запаси руди з високим вмістом заліза поступово вичерпуються, а існуючі технології збагачення бідних руд не дають можливості одержувати концентрати, конкурентоспроможні на світовому ринку. Отримання концентратів, які б можна було найбільш ефективно використовувати під час металургійної переробки, є основною метою збагачення залізорудної сировини.

Найпоширеніший у світовій практиці магнітно-сепараційний метод збагачення дозволяє одержувати концентрати з масовою часткою заліза не більше 61,0–64,0 %. На світовому ринку ж користується попитом сировина з часткою заліза не менше 69 %. Такий вміст заліза можна одержати за допомогою флотаційного методу збагачення, в результаті якого відбувається відокремлення кварцу та силікатів з одночасним виділенням основного продукту — заліза.

Флотаційне збагачення залізорудної сировини нині використовується лише в країнах да-

лекого зарубіжжя. На деяких гірничо-збагачувальних підприємствах України також впроваджуються ефективні іноземні флотаційні технології.

Незважаючи на те, що однією з головних вимог до флотаційних режимів є мінімальна токсичність застосовуваних флотореагентів, зазвичай у «Паспорті безпеки хімічної речовини» іноземні виробники не наводять дані щодо токсикологічних властивостей реагенту. Це зумовлює нагальну необхідність визначення токсикологічних властивостей флотореагентів.

На першому етапі надзвичайно важливо визначити, наскільки повно надано виробником у «Паспорті безпеки хімічної речовини» дані про токсикологічні й екологічні властивості речовини, а також вимоги щодо охорони праці та безпеки працюючого персоналу. У тому разі, якщо у паспорті відсутні відомості про гранично допустимі концентрації у різних складових виробничого та навколишнього середовища, застосування такої речовини вважається недопустимим.

Напівпромислові гігієнічні випробування технологій із застосуванням шкідливих хімічних речовин повинні проводитися обов'язково. Їх належить



здійснювати на адекватних технологічних моделях, зменшених у сотні чи тисячі разів. Головною метою напівпромислових випробувань, із гігієнічної точки зору, є встановлення реальних концентрацій хімічних речовин у виробничому та навколишньому середовищах, а також технологічних процесів, під час яких виникають їх надмірні кількості.

Таким чином, головними етапами гігієнічної оцінки впроваджуваних технологій із застосуванням шкідливих хімічних речовин є:

- експертиза паспорта безпеки хімічної речовини виробника;

- напівпромислові випробування на адекватних технологічних моделях;

- токсиколого-гігієнічне регламентування хімічної речовини;

- передача матеріалів токсиколого-гігієнічної оцінки проектним організаціям для розробки проекту оцінки впливу на навколишнє середовище;

- моніторинг за дотриманням гігієнічних вимог при промислових випробуваннях технології.

Що ж стосується флотаційних реагентів, які найчастіше застосовуються за кордоном при збагаченні залізородної сировини, то варто зазначити таке. Ці флотореагенти є аміносполуками жирного ряду, технологічна ефективність яких зростає з подовженням вуглеводного ланцюга. Проте подовження вуглеводного ланцюга призводить до збільшення молекулярної ваги і відповідно зростання токсичності флотореагентів. Тому при їх виборі необхідно враховувати не тільки технологічну ефективність застосування, а й небезпечність для життя працюючих. Такий вибір доцільно зробити саме на етапі напівпромислових випробувань, а роль гігієніста при цьому має стати вирішальною.

Першим в Україні розпочав впровадження флотаційної технології Полтавський ГЗК (Ком-

сомольськ-на-Дніпрі). Майже через рік до нього приєднався Інгулецький ГЗК (Кривий Ріг), на стадії розробки знаходиться проект для Криворізького ГЗК окислених руд (КГЗКОР, Долинське). Технологія флотаційно-магнітного збагачення для останнього розроблена НДПІ «Механобрчормет», яка дозволяє отримувати із руди з вмістом заліза 29–34 % концентрат з масовою часткою заліза не менше 64 %.

У зв'язку з цим Українським НДІ промислової медицини проведено комплексні токсиколого-гігієнічні дослідження впровадження нової для України технології збагачення залізородного концентрату до світових стандартів, які передбачали усі вищезазначені етапи. При напівпромисловому випробуванні гігієнічні дослідження проводилися на базі НДПІ «Механобрчормет», токсикометричні дослідження з гігієнічного регламентування шведського флотореагенту «Лілафлот Д 817 М» у повітрі робочої зони, у воді водоймищ і атмосферному повітрі населених місць — на базі Українського НДІ промислової медицини і випробування одержаних гігієнічних нормативів — на Полтавському ГЗК.

Флотаційний реагент «Лілафлот Д 817 М» виробляє шведська фірма «AKZO NOBEL SURFACE CHEMISTRY AB». Він має такий хімічний склад:

- 1) 1,3-діамінопропан, N-(3-тридецилокси) пропіл-, розгалужений $C_{19}H_{42}N_2O$ — 60% ваг.; М. в. = 315;

- 2) 1,3-діамінопропан, N-(3-тридецилокси) пропіл-, розгалужений та лінійний, діацетат $[C_{19}H_{44}N_2O](C_2H_3O_2^-)_2$ — 35% ваг.; М. в. = 434;

- 3) спирти, C_{11} - C_{14} , розгалужені — 2% ваг.; М. в. = 172–214.

Флотореагент «Лілафлот Д 817 М» — це масляниста рідина світло-жовтого кольору з аміачним запахом. Температура плавлення 5 °С; температура кипіння — 100 °С при $1,01 \cdot 10^5$ Па

(760 мм рт. ст.); рН — 8,2; щільність 910 кг/м³ (при 20 °С); не розчиняється у воді, необмежено розчиняється в органічних сполуках (спиртах, вуглеводнях і жирах). Агрегатний стан присутності у повітрі — аерозоль. Стійкість при зберіганні: довго зберігається при температурі до 40 °С, а також за відсутності контакту з кислотами не розкладається.

У табл. 1 подаються параметри основних токсикометричних показників флотореагенту «Лілафлот Д 817 М», які свідчать про те, що ця речовина чинить надзвичайно сильну подразнювальну дію на шкіру і різко виражений подразнювальний вплив на слизову оболонку очей. Незважаючи на те, що, крім цього, флотореагент має сенсibiliзуючі властивості, згідно з чинними нормативними документами, подразнення такого ступеня є лімітуючим показником при обґрунтуванні гранично допустимих концентрацій (ГДК). Отже, ГДК у повітрі робочої зони, воді водоймищ і атмосферному повітрі населених місць, які визначені за результатами даних досліджень, супроводжуються позначкою, яка вказує на спеціальний захист шкіри та очей.

Як видно з токсикометричних показників цього флотореагенту, інгаляційний шлях проникнення до організму має бути більш небезпечний, ніж пероральний, тобто усі лімітуючі інгаляційні показники належать до першого класу небезпеки, а пероральні — до другого. Визначено, що флотореагент виявляє сенсibiliзуючі властивості за показниками РСАЛ і РСЛЛ. Але поріг хронічного впливу визначався за подразнювальним ефектом, бо параметри порога сенсibiliзуючої дії значно перевищують попередній. Досліджувалися також органолептичні та загальносанітарні властивості, але в табл. 1 їх не наведено, бо лімітуючими були визначені санітарно-токсикологічні.



Токсикометричні показники флотореагенту «Лілафлот Д 817 М»

Показники	Параметри токсикометрії	Клас небезпеки або висновки
Інгаляційний вплив на білих щурів-самців		
LC ₅₀	49,8±9,2 мг/м ³	1
Lim _{ac}	0,54 мг/м ³	
Lim _{ir}	0,22 мг/м ³	
Z _{ac}	92,2	4
Z _{ir}	2,45	+
Введення у шлунок білим щурам-самцям		
LD ₅₀	354,9±23,9 мг/кг	3
білим щурам-самкам		
LD ₅₀	136,5±29,3 мг/кг	2
білим мишам		
LD ₅₀	143,8±49,2 мг/кг	2
K _{с.ч.}	2,6	
K _{в.ч.}	1,7	
Подразнювальна дія на шкіру морських свинок (сумарний бал подразнення)	8	5 клас — надзвичайно сильна дія
Подразнювальна дія на слизову оболонку очей кролів (сумарний бал подразнення)	10	Різно виразна дія
Сенсибілізуюча дія з нашкірних аплікацій	Не визначено	—
РСАЛ, у. о.	2,4	Алерген
РСЛЛ, %	37,8	Алерген
Кумуляція		
Індекс кумуляції за Б. М. Штабським	0,4	Надкумуляція
Коефіцієнт кумуляції за Ю. С. Каганом	0,39	Надкумуляція
Параметри хронічної дії для повітря робочої зони		
Lim _{chr^{ir}} , мг/м ³	0,172	4
ГДК _{р.з.} , мг/м ³	0,06	1
Параметри хронічної дії для води водоймищ		
ГДК _{в.в.} , мг/дм ³	0,05	2
Параметри хронічної дії для атмосферного повітря населених місць		
Lim _{chr^{int}} , мг/м ³	0,026	2
K _з	5,68	—
ГДК _{с.д.} , мг/м ³	0,0046	1
ГДК _{м.р.} , мг/м ³	0,012	1

Після встановлення гігієнічних нормативів нами було проведено їх випробування на дослідно-промисловій фабриці ВАТ НДПІ «Механобрчормет», де технологічний процес флотації відтворювався аналогічно тому, що впроваджується, але у тисячу разів меншою потужністю.

Результати досліджень показали (табл. 2), що усі технологічні процеси напівпромислової флотації супроводжуються за-

Таблиця 2
Середні концентрації аерозолю «Лілафлот Д 817 М» у повітрі робочої зони та кратність їх перевищення ГДК_{р.з.} під час напівпромислових випробувань

Точки взяття повітря	Середня концентрація аерозолю, мг/м ³	Кратність перевищення ГДК _{р.з.}
Дозування флотореагенту	3,11±0,20	44,4
Карман 1 флотомашини	2,42±0,21	34,6
Карман 6 флотомашини	2,22±0,20	31,7
Конус згущувача	2,02±0,18	28,8
Вакуум-фільтр	1,97±0,14	28,1



**Кратність середніх концентрацій
аерозолю флотореагенту у повітрі робочої зони до ГДК_{р.з.}
під час промислових випробувань**

Технологічні процеси	Кратність до ГДК _{р.з.} у різні періоди року		
	холодний	перехідний	теплий
Склад реагенту	0,43	0,73	0,93
Дозування флотореагенту	0,90	0,84	0,96
Контактний чан	2,31	3,57	3,74
Основна флотація	1,24	1,34	1,67
Гідроциклон	1,33	1,71	1,68
Магнітна сепарація	0,76	1,03	0,97
Контрольна флотація	1,07	1,26	1,31

брудненням повітря робочої зони флотореагентом до концентрацій, які перевищують ГДК у 28–44 рази, що зумовлене відсутністю вкриття й аспірації на усіх етапах технологічного процесу. При доробці технологічної документації нами були надані відповідні пропозиції щодо запобігання аналогічній ситуації при промисловому процесі.

Ці пропозиції були частково враховані. Результати наших гігієнічних досліджень показали, що при промислових випробуваннях концентрації флотореагенту у повітрі робочих зон знизилися майже у 12 разів (табл. 3). Найбільші перевищення — до 3,74 ГДК_{р.з.} — визначаються в процесі змішування флотореагенту з флотаційною водою, а також при флотації.

Рівні забруднення повітря робочої зони безпосередньо залежать від температури, тобто з підвищенням температури і концентратної пульпи, і повітря підвищується в'язкість флотаційної рідини і відповідно її леткість.

Таким чином, комплекс токсиколого-гігієнічних і санітарно-технічних заходів на напівпромислових етапах впровадження нової гірничо-металургійної технології дозволяє оптимізувати умови праці до санітарних норм.

УДК 577.21:575.17

Н. Е. Кожухова, О. О. Захарова, Ю. М. Сиволап

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ МІКОТОКСИГЕННИХ ФУЗАРІЇВ

Південний біотехнологічний центр в рослинництві, Одеса

Споживання людиною харчових продуктів рослинного походження часто може призводити до захворювань. Зерно хлібних злаків, рослинна сировина, продукти, корм є сприятливим субстратом для розвитку численних видів грибів, у тому числі роду *Fusarium*, які за певних умов можуть стати причиною мікозів і мікотоксикозів. Багато видів *Fusarium*, що уражують зернові культури, продукують фузаріотоксини, які мають нефротоксичні, імуносупресивні та канцерогенні властивості (аліментарно-токсична алейкія, уривська (Кашина — Бека) хвороба, отруєння «п'яним хлібом» та ін.) [1].

Складність проблеми захисту людини від мікотоксикозів посилюється тим, що продукти рослинного походження (зерно і зернопродукти), які містять мікотоксигенні фузарії, не втрачають токсичності протягом багатьох років. Хімічні та біологічні методи виділення і визначення мікотоксинів вельми складні, трудомісткі, не відповідають вимогам масового аналізу [2]. З 1990-х років для виявлення, ідентифікації та оцінки грибів почали використовувати метод полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) [3].

Вищесказане дозволяє вважати пріоритетним: розвиток досліджень у галузі сільськогос-

подарської та медичної мікології, впровадження широко-масштабних заходів щодо захисту рослин від токсичних грибів і селекції стійких генотипів сільськогосподарських культур, проведення ретельного мікологічного і мікотоксикологічного контролю за сільськогосподарською та харчовою продукцією з використанням сучасних технологій.

Повсюдна поширеність грибів роду *Fusarium*, наявність у них патогенних і токсиноутворюючих ознак і пов'язана з цим можливість розвитку грибів, нагромадження мікотоксинів не тільки в період вегетації рослин, а і під час зберігання ви-

