

СТРУКТУРНІ ВЗАЄМОВІДНОШЕННЯ МІНЕРАЛІВ ЗАЛІЗА ЯК ФАКТОР ЗБАГАЧЕННЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНИХ ШЛАКІВ

Постановка проблеми. Активізація металургійного виробництва в Україні супроводжується подальшим зростанням накопичень невикористаних відходів, у тому числі сталеплавильних шлаків. Незважаючи на великий вміст заліза в них, багаторазову повторну переробку і збагачення, обсяги шлакових відвалів не скорочуються. Одною з причин такого становища є незадовільна збагачуваність і низькі обсяги використання продуктів шлакопереробки [3]. На думку авторів, це пов'язано з недостатнім станом дослідження мінерального складу, особливо відсутністю даних про структурні взаємовідношення між численними мінералами заліза. Найбільш поширеними з них являються залізо і його оксиди, утворені на різних етапах кристалізації і гіпергенних змін сталеплавильних шлаків.

Мета досліджень полягає у встановленні генетичних ознак рудних мінералів, які можуть впливати на ефективність збагачення, переробки і використання даного типу вторинної залізорудної сировини.

Результати досліджень. Робота виконана на матеріалах вивчення відвалів мартенівських і конвертерних шлаків ВАТ «Міттал Стіл Кривий Ріг», з використанням мікроскопічних досліджень полірованих і прозорих шліфів, визначення мікротвердості і відбивної здатності мінералів, діагностичного травлення, хімічного аналізу і інших методів.

Об'єктами вивчення були рудні мінерали: залізо, когеніт, вюстит, магнетит, магхеміт, гематит, гетит, лепідокрокіт. Крім названих, в шлаках присутні силікати і ферити кальцію, діопсид, шпінель, графіт, силікатне і залізо-силікатне скло, карбонати, сульфати і деякі інші мінерали [1, 2].

У поточний час головною метою збагачення сталеплавильних шлаків є вилучення залишкових корольків металу. Мікроскопічними дослідженнями встановлена структурна неоднорідність даних виділень. Вона проявляється у великій кількості включень (рис. 1), зональності, наявності меж, які відділяють окремі зерна (рис. 2а) та інших дефектів.

Найчастіше в зернах заліза зустрічаються включення когеніту (Fe_3C). Його видовжені таблички і пластини, хаотично розташовані у об'ємі металічних зерен, проявляються у протравлених полірованих шліфах (рис. 1а). В асоціації з залізом, або самостійно, когеніт зустрічається також в кулястих утвореннях гетиту (рис. 1б, в). Кристалізація когеніту відбувається внаслідок надмірного насичення рідкого металу вуглецем. При зниженні температури твердого розчину до $910^{\circ}C$ з нього виділяється когеніт у вигляді тонкої сітки мікротвердості. В процесі гіпергенного заміщення заліза гетитом, когеніт, як більш стійкий до агентів вивітрювання мінерал, залишається у складі гетитових псевдоморфоз по округлим зернам заліза (рис. 1б, в).

Як правило, виділення заліза мають зернисту внутрішню будову. Межі окремих зерен вигнуті, порожністі. Пустоти збільшують контакт металу з повітрям, прискорюють процеси окислення і утворення тонких розгалужених проростань вюститу (рис. 2а).

Концентрично-зональні ділянки шлаку складаються як з виключно рудних мінералів, так і зростків їх з силікатами і склом. Залізо займає в них центральні ділянки, або перешаровується з магнетитом і вюститом у вигляді тонких концентричних прошарків. Периферійні зони складаються з магнетиту, гематиту, феритів кальцію, а також силікатів і скла (рис. 2б). В цілому, від центру сфер до їх периферії збільшується ступінь окислення заліза і присутність кремнезему. Крім того, зональну будову мають також натічні агрегати гідрооксидів заліза, які утворюються в пустотах заліза і на його поверхні.

Великою мінливістю відрізняються структурні взаємовідношення між оксидами заліза. Так, магхеміт заміщує центральні ділянки кристалів магнетиту, а гематит утворює коронарні

наростання на їх поверхні (рис. 3а, б). В кислих відмінах шлаку нерудні мінерали представлені β -кристобалітом, в основних – фаялітом.

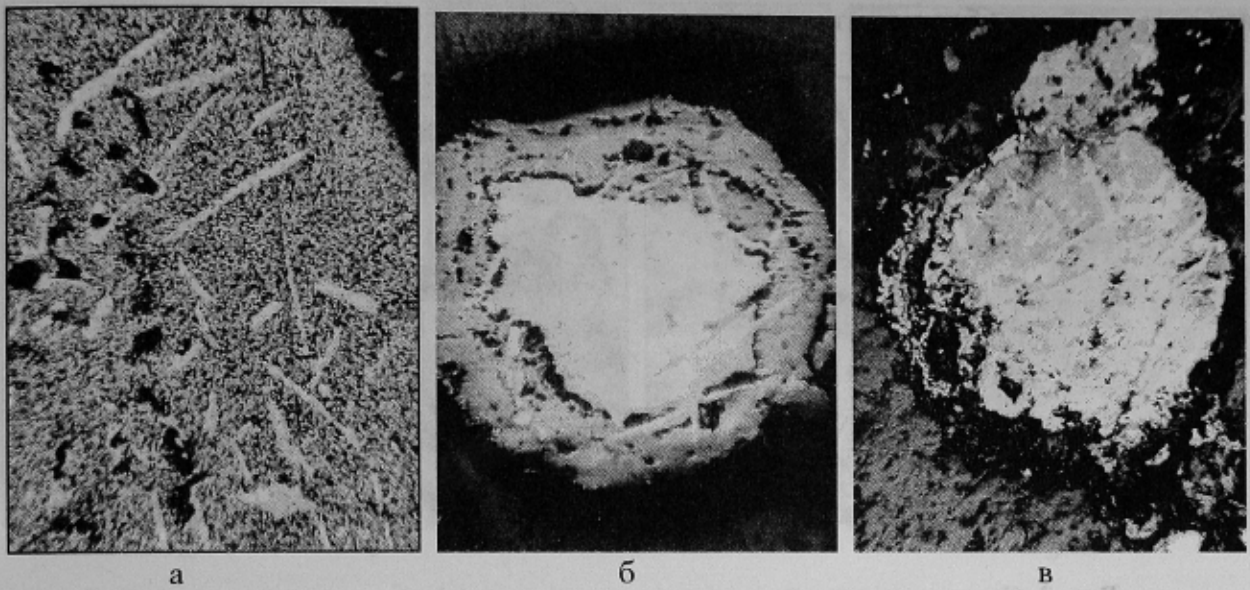


Рис. 1. Стадії заміщення заліза гетитом: а – незмінене залізо (сіре в результаті травлення розбавленою HNO_3) з включеннями видовжених кристалів когеніту (біле); б – металеве зерно з включеннями когеніту (біле), в периферійній частині заміщене гетитом (сіре); в – гетитова псевдоморфоза по кулястій частці заліза. Полірований шліф. Збільшення: а – 475^{\times} ; б – 380^{\times} ; в – 350^{\times} .

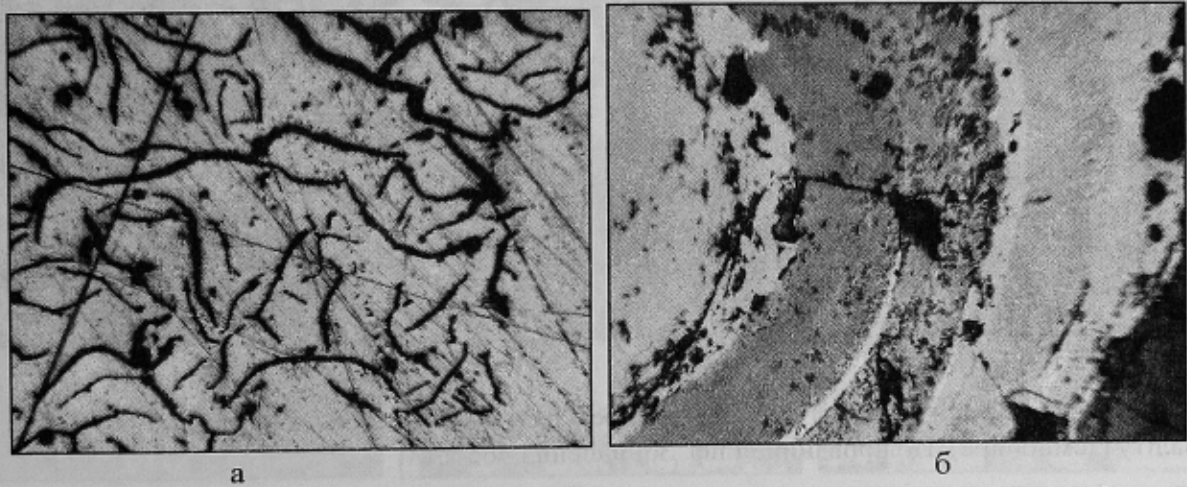


Рис.2. Внутрішня будова однорідних рівномірно-зернистих (а) і зональних (б) гранул заліза (біле) з магнетитом (світло-сіре) і вюститом (темно-сіре). Полірований шліф. Збільшення: а – 450^{\times} ; б – 320^{\times} .

Позицію магнетиту у послідовності кристалізації силікатно-залізного розплаву ілюструє рис. 3б. Одним з перших кристалізується β -кристобаліт. Потім виникають кристали магнетиту, гематиту, фаяліту. Внаслідок цього утворюються кірки наростання магнетиту на поверхні більш ранніх виділень герциніту і кристобаліту (рис. 4).

Спостерігались і інші варіанти послідовності, оскільки умови виплавки шлаку, його мінеральний і хімічний склад постійно змінюються. З силікатом кальцію магнетит кристалізується одночасно, з утворенням індукційної поверхні, яка розділяє їх кристали (рис. 5). Вторинний магхеміт утворюється в результаті високотемпературного окислення магнетиту (рис. 3а).

Досить характерними для вивченого шлаку є дендритні структури. Їх поява свідчить про кристалізацію мінералів в умовах швидкого охолодження мінералоутворюючого середовища [4, 6]. Дендрити складаються з різних мінералів: герциніту, магнетиту (рис. 6а), фериту кальцію (рис. 6б), силікату кальцію (рис. 6в) та інших.

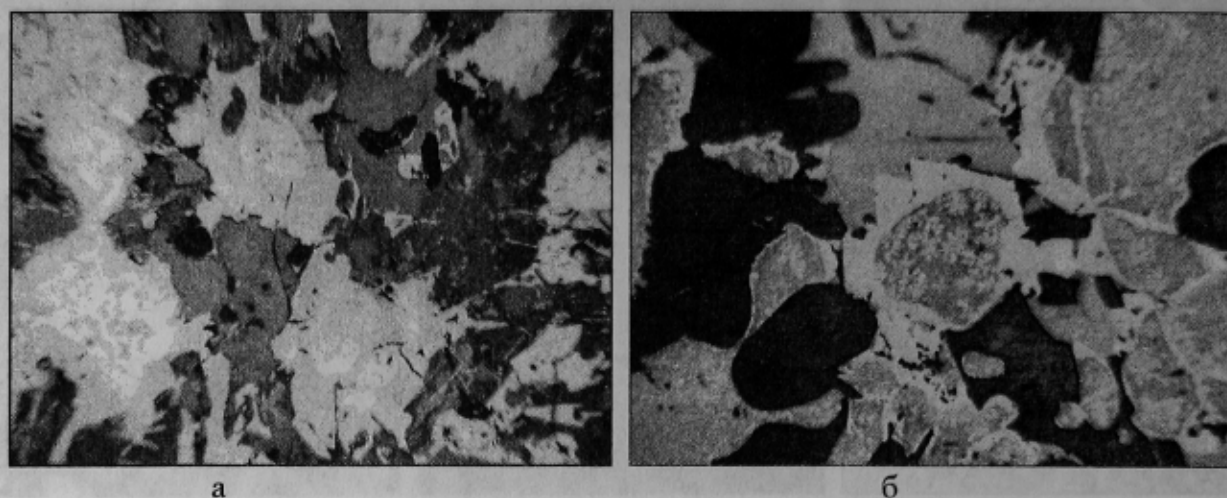


Рис. 3. Структурні взаємовідношення магнетиту (сіре) з магхемітом (світло-сіре, в центральній частині зерен магнетиту) і гематитом (біле), в асоціації з β -кристобалітом (чорне) і фаялітом (темно-сіре). Полірований шліф. Збільшення: а – 340^{\times} ; б – 360^{\times} .

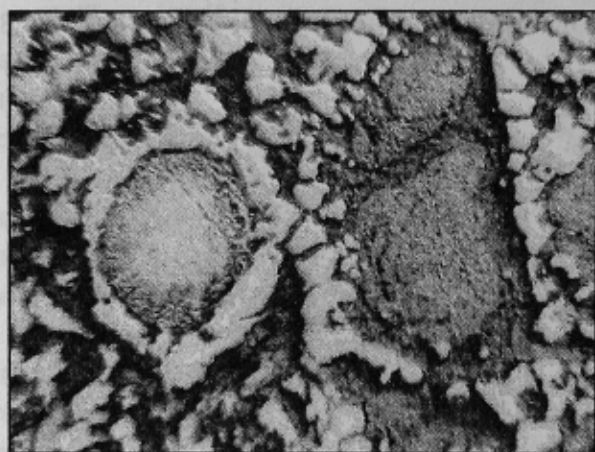


Рис. 4

Рис. 4. Наростання магнетиту (світло-сіре) на поверхні кристалів герциніту (сіре), і β -кристобаліту (темно-сіре). Полірований шліф. Збільшення 465^{\times} .

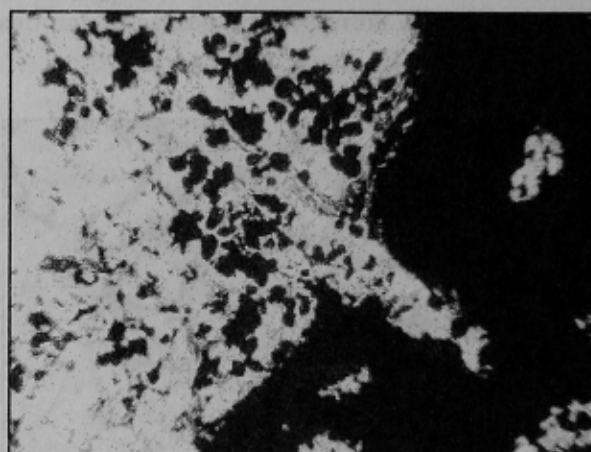


Рис. 5

Рис. 5. Спільна кристалізація магнетиту (чорне) і силікату кальцію (біле), в результаті якої виникла індукційна поверхня і пойкилітові вклучення магнетиту в кристалах силікату кальцію. Прозорий шліф. Ніколі паралельні. Збільшення 280^{\times} .

В дрібнозернистих різновидах сталеплавильного шлаку часто утворюються сітчаста структура. Вона обумовлена зростанням великої кількості лускуватих виділень залізної слюдки (рис. 7а), волокнистих агрегатів гетиту (рис. 7б), видовжених вклучень оксидів заліза, розташованих вдовж тріщин спайності в кристалах силікату кальцію (рис. 7в).

Обговорення результатів. Присутність різноманітних зростків мінералів значною мірою впливає на технологію переробки і збагачення шлаку. Наприклад, внаслідок різної стійкості заліза і когеніту відносно дії гіпергенних агентів, зерна гетиту мають різні технологічні властивості. Гетит, який розвивається по низько вуглецевих сталях (без вклучень когеніту) має природні властивості. У випадку заміщення високо вуглецевої сталі і чавуну, які містять велику кількість виділень когеніту, в зернах гетиту з'являються магнітні

властивості, зростає їх питома вага і міцність. За технологічними властивостями гетит з включеннями залишкового когеніту або металічного заліза відповідає магнетиту.

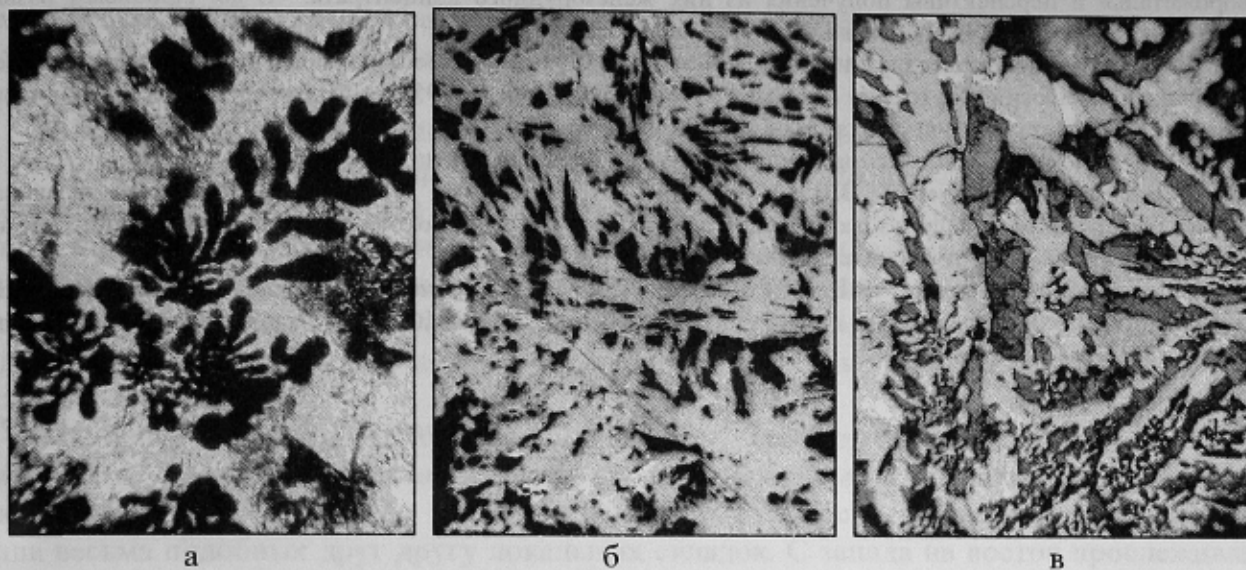


Рис. 6. Дендритова структура сталеплавильного шлаку, обумовлена відповідними формами комплексних герциніт-магнетитових кристалів (а, чорне), феритів кальцію (б, сіре) і проростань магнетиту (біле), силікату кальцію (темно-сіре), фериту кальцію (в). а – прозорий шліф, ніколі паралельні; б, в – полірований шліф. Збільшення: а – 380^{\times} ; б – 500^{\times} ; в – 440^{\times} .

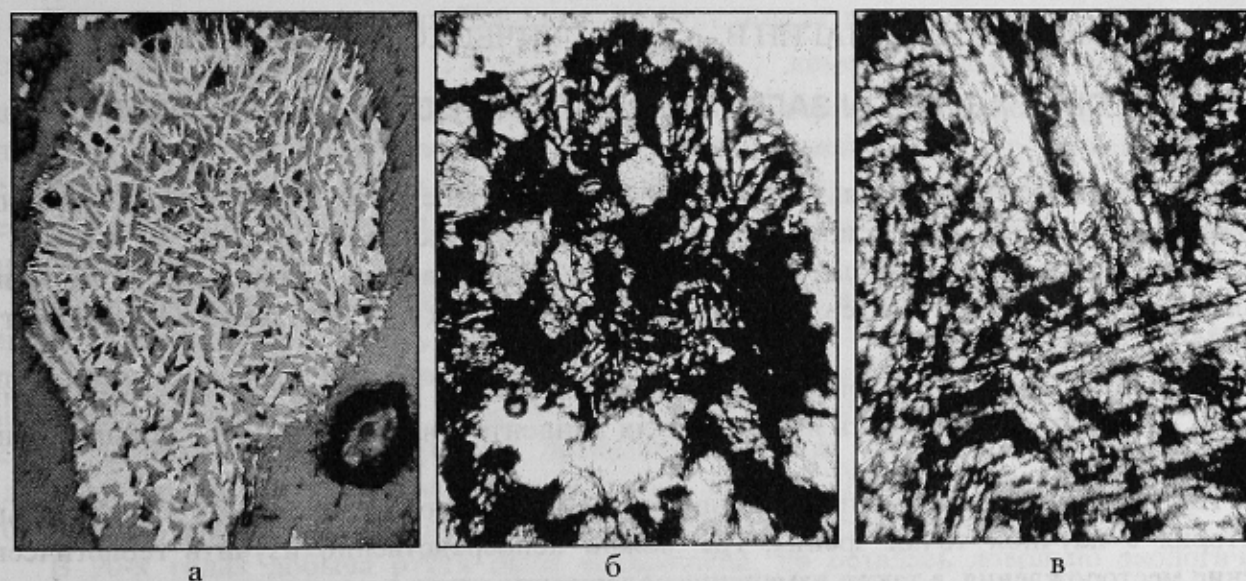


Рис. 7. Різновиди сітчастої текстури сталеплавильного шлаку, обумовленої зростанням кристалів залізної олюдки у масі скла (а), гідроксидів заліза з фаялітом (б) і силікатом кальцію (в). Полірований шліф (а), прозорий шліф (б, в). Ніколі паралельні. Збільшення: а – 260^{\times} ; б – 270^{\times} ; в – 280^{\times} .

Тісні зростання рудних мінералів з силікатами і склом обумовлюють значні втрати заліза в немагнітному продукті збагачення шлаку. Для скорочення втрат заліза автори рекомендують використати гравітаційні методи збагачення. При цьому силікати кальцію можуть частково або повністю розчинятися у воді, що забезпечить більш якісне і ефективне вилучення у концентрат мінералів заліза [5].

В цілому врахування встановлених особливостей морфології індивідів і характерів їх зростань допоможе покращити технологію переробки і збагачення сталеплавильних шлаків та зменшити обсяги їх накопичень.

Література

1. **Иванченко В.В., Чугунов Ю.Д.** Особенности состава шлаков кислородно-конвертерного цеха КТТМК «Криворожсталь» и перспективы получения из них железорудного концентрата. – В сб. Проблемы развития Криворожского железорудного бассейна. - Кривой Рог, 2002. 56 с.
2. **Лапин В.В.** Петрография металлургических и топливных шлаков // Институт геологии рудных месторождений петрографии, минералогии и геохимии АН СССР. Труды // М.: Вып. 2 -1956- с.323.
3. **Панфилов М.И.** Металлургический завод без шлаковых отвалов // Москва: Металлургия, 1978.- 248 с.
4. **Рамдор П.** Рудные минералы и их сростания. М.: Изд-во иностранной литературы. 1962. 1132 с.
5. **Тырышкина С.Н., Иванченко В.В., Котляр М.И., Ковальчук Л.Н.** Минералогическое обоснование повышения эффективности использования сталеплавильных шлаков. Геолого-мінералогічний вісник // Кривий Ріг: Криворізький технічний університет. – 2005. – № 2, с. 113-117.
6. **Тиришкіна С.М., Иванченко В.В., Демченко Л., Мальковська К.С.** Мінералогічні дослідження сталеплавильних шлаків у курсовому проєктуванні студентів-геологів. Записки Українського мінералогічного товариства. -2006- т.3. с. 178-181.

© *Иванченко В. В., Тиришкіна С. М., 2007*

УДК 622.85+330.15

Доктор геол.-мин.наук КОРЧЕМАГИН В. А, студ. ГУНЧЕНКО В. В. (ДонНТУ)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ВОКРУГ ПОЛУКУПОЛА «НОВЫЙ»

Объектом исследования является Никитовское рудное поле. Предмет исследования – содержание ртути в почве, воде и воздухе на Никитовском месторождении.

Цель работы: изучить геологическое строение Никитовского рудного поля и выяснить, как влияют рудные тела на содержание ртути в почве и как она негативно воздействует на состояние здоровья людей.

Основные задачи исследования: отобрать пробы почв, углей, воды на месторождении, провести их анализ и определить превышает ли концентрация ртути в почве установленные нормы.

Научная новизна полученных результатов: Никитовское рудное поле - это уникальная территория с научной точки зрения, где можно непосредственно изучить геологическое строение месторождения, а также изменение содержания ртути с удалением от рудных тел, её накопление в почвах, воде и организме человека.

Практическое значение: геологические изыскания на Никитовском рудном поле начались в конце 19 века, но результаты исследований, полученных сегодня позволяют также оценить экологическую ситуацию на месторождении. На основании полученных результатов опробования почв сделаны соответствующие выводы о загрязнении окружающей среды. наименования: Никитовское ртутное месторождение и Никитовское рудное поле. Эти наименования часто употребляются как равнозначные, хотя последнее является более правильным, поскольку оруденение выявлено на ряде достаточно удаленных друг от друга участков, иногда в различных горизонтах песчаников, и имеет на различных участках некоторые свои структурные особенности. В данной работе под Никитовским рудным полем понимается весь присводовый участок Горловской антиклинали, на отдельных участках которого существовали условия, благоприятные для ртутного оруденения [1].