

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет

Геолого-мінералогічний вісник

Криворізького національного університету

Геолого-минералогический вестник
Криворожского национального университета

Geology and Mineralogy Bulletin
of Kryvyi Rih National University

Geologische und mineralogische Bulletin
der Nationalischen Universität von Krivvyj Rih

Bulletin de géologie et mineralogy
de l'université nationale de Krivii Rih

№ 1 (37)

Видавничий центр Криворізького національного університету
2017

УДК 549 : 55
ББК 26.31 + 26.34

Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету // Кривий Ріг: Видавничий центр Криворізького національного університету.– 2017.– №1 (37).– 109 с.

У віснику опубліковані оригінальні матеріали з геології, мінералогії, металогенії регіонів, родовищ корисних копалин і вмісних геологічних утворень. Наведені дані можуть бути корисними для працівників наукових, навчальних і виробничих організацій, а також аспірантів і студентів геологічних, мінералогічних, геохімічних, гірничих, екологічних спеціальностей.

Бібліографія в кінці статей.

Вісник заснований як збірник наукових праць у січні 1999 р.

Виходить 2 рази на рік.

Засновник – Криворізький національний університет.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:
серія КВ № 19154-7954ПР.

Вісник у якості збірника наукових праць визнаний фаховим виданням постановою Президії ВАК України №2-05/9 (Вісник ВАК України, № 6, 2001 р.) та наказом Міністерства освіти і науки України №455 від 15 квітня 2014 р.

Редакційна колегія:

головний редактор

доктор геолого-мінералогічних наук професор В.Д.Євтехов;

відповідальний секретар

кандидат геологічних наук С.В.Тіхлівець;

члени редакційної колегії:

доктор геологічних наук професор В.І.Альохін,

доктор геологічних наук професор А.А.Березовський,

кандидат геологічних наук Е.О.Беспояско,

доктор фізико-математичних наук професор, член-кореспондент НАН України О.Б.Брик,

доктор геологічних наук професор Т.П.Волкова,

кандидат геологічних наук доцент Є.В.Євтехов,

доктор геолого-мінералогічних наук професор, член-кореспондент НАН України Е.Я.Жовінський,

доктор геологічних наук Г.О.Кульчицька,

доктор хімічних наук О.М.Лавриненко,

доктор геолого-мінералогічних наук професор О.І.Матковський,

доктор геолого-мінералогічних наук професор Б.І.Пирогов,

доктор геологічних наук професор М.В.Рузіна,

доктор геолого-мінералогічних наук професор В.М.Трощенко,

доктор геологічних наук професор О.В.Чепіжко.

Адреса редакційної колегії: Криворізький національний університет.

37, вул. Пушкіна, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна, 50002.

Editorial office address: Kryvyi Rih National University.

37, Pushkin st., Kryvyi Rih, Dnipropetrovsk oblast, Ukraine, 50002.

Телефон/факс: +(38) (056) 409-61-13.

E-mail: evtekhov@gmail.com

Приймаються статті, написані українською, російською, англійською, німецькою, французькою мовами.

© Криворізький національний університет, 2017.

ЗМІСТ

	стор.
Сокур О.Н., Омельчук А.В. Возможности изучения газогидратных залежей как индикатора добычи подгидратного газа	5
Коваленко В.А. Пресноводные моллюски (<i>Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae</i>) в сарматских отложениях юга Украины	17
Непша О.В. Надходження теригенного матеріалу внаслідок абразії кліфів та морського дна як фактор стабільності акумулятивних утворень Північного Приазов'я	32
Евтехов В.Д., Евтехов Е.В., Шепелюк М.А., Филенко В.В., Тихливец С.В., Смирнов А.Я., Прилепа Д.Н., Демченко О.С., Стрельцов В.О. Актуализированная минералого-генетическая классификация бедных магнетитовых руд Первомайского месторождения Кривбасса	42
Демченко О.С., Євтехов В.Д., Євтехова А.В., Георгієва О.П. Оцінка ефективності роботи дробильно-сортувальних фабрик Криворізького басейну	73
Шоміна А.Д. Форамініфери туронського ярусу Райгородського родовища крейди (Донецький басейн)	82
Пигулевський П.Г., Кендзера О.В., Щербіна С.В., Вербицький С.Т., Шумлянська Л.А., Калініченко О.О., Гурова І.Ю., Ільєнко В.А., Амашукелі Т.А., Чалий О.О. Природа Криворізького землетрусу 29 липня 2017 року	92
Відомості про авторів	105
До відома авторів	107

CONTENTS

	page
Sokur O.M., Omelchuk O.V. Possibilities of studying gas-hydrate accumulations as an indicator for subhydrate gas extraction	5
Kovalenko V.A. Freshwater mollusks (<i>Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae</i>) in the Sarmatian sediments of the South of Ukraine	17
Nepsha O.V. Input of terrigenous material due to erosion of cliffs and seabed as a factor for accumulative formations stability in the Northern Azov sea region	32
Evtekhov V.D., Evtekhov E.V., Shepelyuk M.A., Filenko V.V., Tikhlivets S.V., Smirnov A.Ya., Prilepa D.N., Demchenko O.S, Streltsov V.O. Up-to-date mineralogical-genetic classification of low-grade magnetite ores of Kryvbas Pervomaiske deposit	42
Demchenko O.S., Evtekhov V.D., Evtekhova A.V., Georgiieva O.P. Mineralogical assessment of crushing and sizing plants efficiency (Kryvyi Rih basin)	73
Shomina A.D. Turonian stage foraminifera of Raygorod chalk deposit (Donetsk basin)	82
Pygulevskiy P.H., Rendzera O.V., Shcherbina S.V., Verbytskyi S.T., Shumlyanska L.O., Kalinichenko O.O., Gurova I.Yu., Il'yenko V.A., Amashukeli T.A., Chalyi O.O. Nature of Krivyi Rih earthquake of July 29, 2017.....	92
Information about authors	105
To authors' attention	107

УДК 553.981 : 551.352] (262.5)

Сокур О.Н., Омельчук А.В.

ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ГАЗОГИДРАТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ КАК ИНДИКАТОРА ДОБЫЧИ ПОДГИДРАТНОГО ГАЗА

Представлены результаты изучения проявлений газовых гидратов в Мировом океане. Рассмотрены абиогенная мантийная модель их образования, вопросы стабильности существования газогидратов, географии их размещения, ресурсов, а также перспективы освоения газогидратных месторождений для экономически эффективной добычи подгидратного газа.

Введение. Украина обладает значительными резервами нетрадиционных энергетических минерально-сырьевых ресурсов, что определяется, с одной стороны, результатами нетривиальных оценок перспектив нефтегазоносности ее территории на основе новых представлений о генезисе углеводородов, их концентрации в массивах разных горных пород регионов, относившихся ранее к бесперспективным; с другой – наличием запасов ранее не использовавшегося минерального энергетического сырья: метана угольных месторождений, гидратов углеводородных газов (газогидратов) и др.

К наиболее перспективным для промышленного освоения нетрадиционным энергоносителям относятся газогидраты углеводородных газов. В химическом отношении газогидраты – соединения (клатраты), состоящие из молекул воды и газов, главным образом метана, а также этана, пропана, изобутана, диоксида углерода, сероводорода, азота и некоторых других.

Газовые гидраты могут составить реальную конкуренцию традиционным углеводородам в связи с их огромными ресурсами, широким распространением, неглубоким залеганием и концентрированным состоянием газа в них. Подтверждением этому является опыт США, где ресурсы газа газогидратных залежей на

суше и шельфе оценены Геологической службой в 6000 трлн. м³, запасы газа в гидратном состоянии на Аляске достигают 66,8 трлн. м³; в Мексиканском заливе выявлено 1,03 трлн. м³ метана в виде газовых гидратов.

Количество пунктов и площадей в Мировом океане, где наблюдались газовые гидраты или их признаки, в настоящее время уже достигло 64 (рис. 1.) [3]. Газовые гидраты были вскрыты глубоководным бурением или грунтовым пробоотбором и наблюдались визуально.

Скопления газовых гидратов, расположенные непосредственно вблизи дна и приуроченные к очагам разгрузки флюидов, оказались наиболее многочисленными; они обнаружены в 12 районах Мирового океана и в двух глубоководных озерах. Скопление газовых гидратов такого типа в прибрежье острова Ванкувер наиболее впечатляющее: более тонны гидратов метана было поднято на борт канадского рыболовного судна донным тралом [6].

Данные, приведенные в табл. 1 [5], отражают разные подходы к оценке содержания метана в газовых гидратах Мирового океана. Оценки основаны на допущении, что газовые гидраты распространены в пределах термобарической зоны стабильности только там, где

отложения достаточно обогащены органическим веществом (содержание его превышает 1%). Расхождения полученных величин в интервале от $2 \cdot 10^{16}$ до $1,4 \cdot 10^{17}$ м³ обусловлены, в основном, некоторыми различиями принятых значений площади гидратоносных акваторий

(от $1 \cdot 10^7$ до $3,17 \cdot 10^7$ км²) и коэффициента гидратонасыщения (от 5 до 10%). Глобальное удельное количество метана в гидратах на единицу площади при таком подходе к оценке должно составить от $2 \cdot 10^9$ до $4,4 \cdot 10^9$ м³/км².

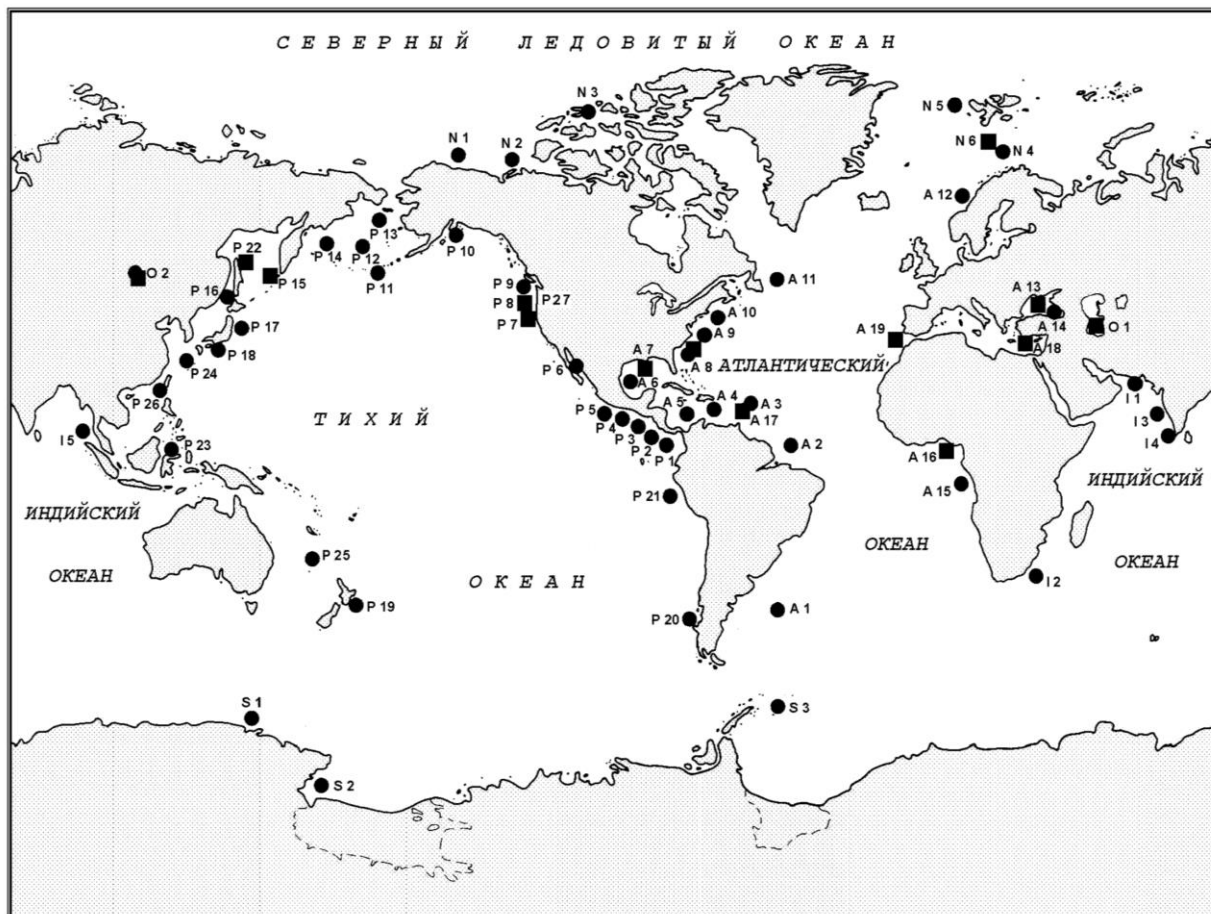


Рис. 1. Распространение проявлений газогидратов.

Методы и объект исследований. Общее количество газа в скоплениях газовых гидратов Мирового океана может быть оценено величиной 10^{15} м³, а в скоплениях у дна, связанных с очагами разгрузки флюидов, – 10^{14} м³. Последующий анализ результатов изучения десяти наиболее обеспеченным фактическими данными скоплений газовых гидратов дал оценки удельного содержания в них газовых гидратов от $2 \cdot 10^8$ до $1,4 \cdot 10^9$ м³/км². Среднее удельное содержание газа в этих десяти скоплениях около

$6,5 \cdot 10^8$ м³/км², что соизмеримо со средней плотностью запасов газа в месторождениях. Вместе с тем эта величина почти на порядок меньше, чем глобальное удельное содержание газа ($1,3 \cdot 5 \cdot 10^9$ м³/км²), полученное на основании опубликованных оценок.

Количество газа, сосредоточенного в гидратах каждого из изученных скоплений, составляет от $1 \cdot 10^8$ – $2,5 \cdot 10^9$ м³ в скоплениях, приуроченных к очагам разгрузки флюидов, до $1 \cdot 10^{13}$ м³ в крупнейшем скоплении газовых

гидратов на хребте Блейк Аутер (прибрежье США). Согласно известным закономерностям распределения плотностей запасов в газоносных объектах, глобальное удельное содержа-

ние метана в газовых гидратах, т.е. плотность запасов в пределах всех потенциально газогидратоносных акваторий на Земле, не должно превышать $5 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{км}^2$.

Таблица 1.

Оценка количества метана в газовых гидратах Мирового океана

Количество метана, м ³	Год	Авторы	Количество метана, м ³	Год	Авторы
$5 \cdot 10^{15}$ - $2,5 \cdot 10^{16}$	1977	Трофимук и др.	$2,6 \cdot 10^{16}$ - $1,4 \cdot 10^{17}$	1994	Gornitz, Fung
$7,6 \cdot 10^{18}$	1981	Добрынин и др.	$2,3 \cdot 10^{16}$ - $9,1 \cdot 10^{16}$	1995	Harvey, Huang
$3,1 \cdot 10^{15}$	1981	Mclver	$1 \cdot 10^{15}$	1995	Гинсбург, Соловьев
$1 \cdot 10^{16}$	1988	Makogon	$7 \cdot 10^{15}$	1996	Holbrook, e. a.
$2,1 \cdot 10^{16}$	1988	Kvenvolden	$1,5 \cdot 10^{16}$	1997	Makogon
$2,1 \cdot 10^{16}$	1990	McDonald	$2 \cdot 10^{15}$ - $2 \cdot 10^{16}$	1997	Dickens, e. a.
$6,0 \cdot 10^{13}$	1994	Геворкьян	$2 \cdot 10^{14}$	1999	Соловьев

Природные газогидраты представляют собой метастабильное минеральное образование, формирование и разложение которого зависит от давления и температуры, состава газа и воды, от свойств пористой среды, в которой они образуются.

Массивные кристаллы (рис. 2) формируются за счет сорбции молекул газа и воды растущей, постоянно обновляющейся поверхностью кристалла. Вискерные кристаллы формируются за счет тоннельной сорбции газа и воды к основанию растущего кристалла. Размер сорбционного тоннеля соизмерим с размером сорбируемых молекул гидратообразователя. При образовании гидрата тоннель у основания растущего кристалла пульсирует, постоянно изменяясь в размере. При этом в зоне тоннеля создается электрическое поле высокого напряжения, результатом действия которого является интенсивная коррозия даже легированных металлов. Гель-кристаллы (рис. 3) формируются в объеме воды из растворенного газа, выделяющегося из нее при изменении давления и температуры.

Кристаллогидраты, формирующиеся в пластовых условиях, могут быть диспергированы в поровом пространстве без разрушения пор и с разрушением вмещающих пор, могут быть в виде частиц размером до 5-12 см, в виде линз небольшого размера и даже в виде хорошо выдержанных, чисто гидратных пластов большой протяженности, толщиной до нескольких метров. На рис. 4 представлена фотография природного газового гидрата из ядра скважины,

пробуренной в акватории Тихого океана. Ядро получено из пласта чистого гидрата толщиной более 4 м.

Формирование газогидратных залежей в зоне гидратообразования в период осадконакопления происходит как со стороны верхней границы зоны за счет поступления новых порций органического вещества в начальный период его преобразования, так и со стороны нижней границы – за счет газов, образующихся в последующие периоды заглубления и дальнейшего превращения органического вещества, а также за счет газов, поступающих из недр Земли. При вертикальной миграции газы поступают из высокотемпературных зон в зону гидратообразования, увеличивая мощность залежей снизу. Под гидратонасыщенными пластами может накапливаться подгидратный газ в свободном состоянии, образуя традиционные газовые месторождения. Известны примеры залежей нефти непосредственно под гидратонасыщенными пластами, служащими непроницаемой крышкой для них.

Детальная разведка газогидратных залежей осуществляется с использованием геофизических исследований в пробуренных скважинах, а также путем отбора ядра с последующим его комплексным изучением.

Исследования условий образования, стабильного существования и свойств гидратов в природных условиях позволяют уверенно прогнозировать их наличие в разных частях суши и Мирового океана. Целенаправленные поисковые работы, проводимые как на суше, так и

в акваториях, всегда выявляли газогидратные залежи.

Огромные перспективные залежи газогидратов выявлены в пределах полярных акваторий на глубине от 200 м; в районах Атлантического, Индийского и Тихого океанов – на глубине 0-700 м. Только в пределах Мекси-

канского залива обнаружены более 70 залежей газогидратов. В акватории Австралии, в районе Новой Каледонии сейсмическая разведка обнаружила газогидратную залежь общей площадью более 80 тыс. км² на глубине от 1 до 4 км [5]. Запасы газа в гидратном состоянии здесь могут быть от 20 до 200 трлн. м³.

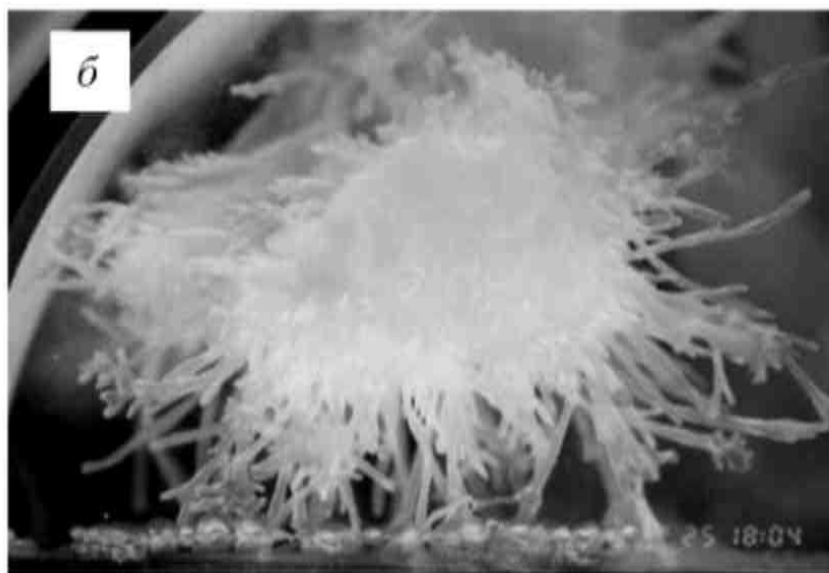
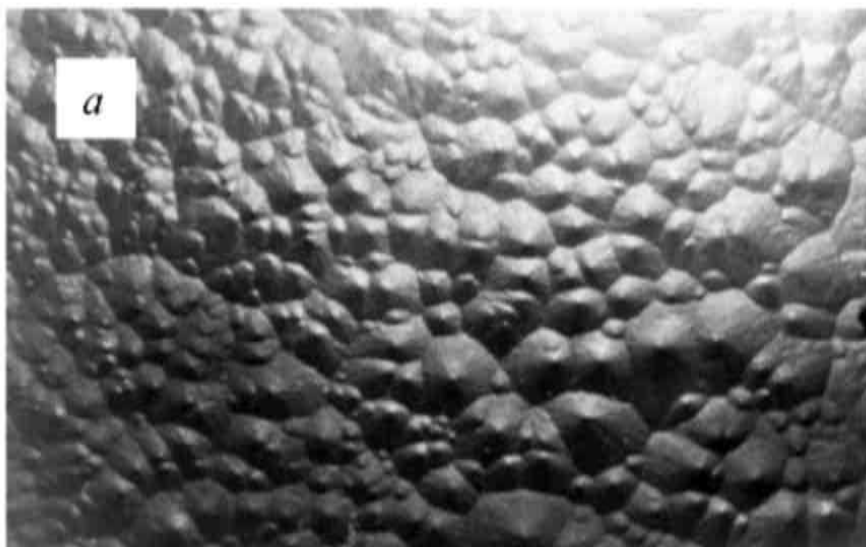


Рис. 2. Массивный агрегат кристаллогидрата метана, сформировавшийся на свободном контакте газ-вода (98 атм., 12°C) (а) и агрегат волокнистых кристаллов гидрата метана, образовавшийся в газовой среде из паров воды (86 атм., 3,3°C) (б).



Рис. 3. Гель-кристаллы гидрата метана.



Рис. 4. Массивный природный кристалл газогидрата из керна разведочной скважины.

На рис. 5 показано образование кристаллогидрата из смеси 95 мол.% CH_4 и 5% CO_2 в среде, где присутствуют пузырьки свободного газа. В этом эксперименте наблюдался одновременный рост кристаллогидратов из свободного и растворенного газа. В таких системах

газовые пузырьки растворяются одновременно с ростом кристаллов гидрата из растворенного газа. Это вызывает диффузионные процессы, обеспечивающие рост газовых гидратов в подводных осадках.

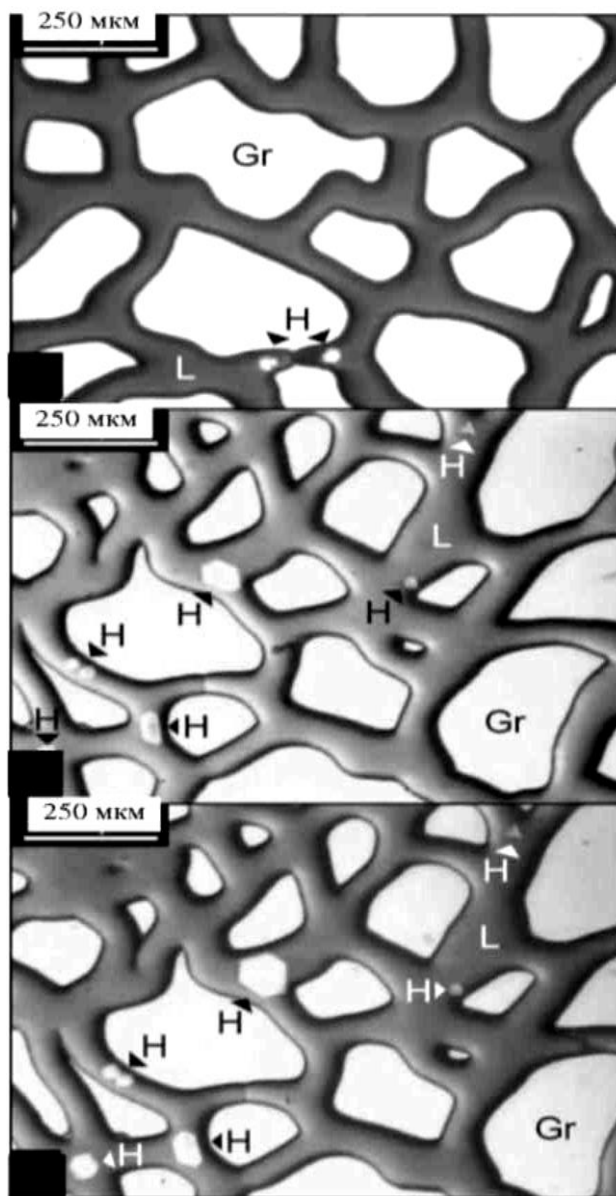


Рис. 5. Результаты визуального наблюдения одновременного роста кристаллогидратов из растворенного и свободного газа (смесь 95 мол.% CH_4 и 5% CO_2).

H – гидраты, сформировавшиеся из газа, L – жидкость, Gr – частицы горной породы.

Результаты и их анализ. В акватории Черного и Азовского морей имеются значительные прогнозные ресурсы газогидратов. Выявлено много перспективных объектов для постановки глубокого поисково-разведочного бурения, но темпы и объемы этих работ остаются неудовлетворительно низкими. За весь

период освоения углеводородных ресурсов Азово-Черноморского региона в украинских территориальных водах пробурены всего несколько глубоких поисково-разведочных скважин. Успешное освоение углеводородного потенциала морских акваторий Украины с целью наращивания объемов и темпов проведе-

ния геологоразведочных работ, открытия новых месторождений, как это предусмотрено Государственными программами «Освоение углеводородных ресурсов украинского сектора Черного и Азовского морей» и «Энергетическая стратегия Украины на период до 2030 г.», может быть реализовано на основе фундаментальных научных исследований с использованием новейших методов. Настоятельной задачей является оценка углеводородного потенциала акватории, установление закономерностей распространения разновозрастных и разнообразных месторождений традиционных и нетрадиционных углеводородов в соответствующих тектоноформационных, фациальных, седиментологических комплексах на небольших и значительных глубинах как в осадочном чехле, так и в фундаменте.

Характерной особенностью газогидратов является высокая концентрация газа в единице объема вещества. При полном заполнении межмолекулярного пространства воды один ее объем в гидратном состоянии связывает до 260 объемов газа. По расчетам А.А.Трофимука и др. [6, 7], в одном м³ пористого осадка, насыщенного газогидратами, содержится 30-36 м³ метана.

Исследователями была дана оценка прогнозных запасов метана газогидратных месторождений для глубоководной части Черного моря – 25-30 трлн. м³. По оценкам специалистов Института геологических наук НАН Украины (В.Х.Геворкьяна), запасы газогидратов в шельфовой зоне Украины составляют до 60 трлн. м³ газа в метановом эквиваленте. Перспективные газогидратные залежи, по данным сейсморазведки, прогнозируются в разных участках северо-западной части Черного моря.

Выводы

Основным источником метана многие исследователи считают газ органического происхождения – биогаз или продукты дегазации глубоко залегающих месторождений нефти и газа. В крайнем случае, допускается, что метан своим происхождением связан с земной корой. Учитывая состав отдельных оболочек земной коры, по мнению В.Х.Геворкьяна, в земной

коре (без литосферы) нет места для таких количеств углерода и водорода, которые связываются в метан [2].

Наиболее вероятно, что эти процессы обуславливают появление газовых факелов, и мы наблюдаем их по конечным продуктам реакции. Такой механизм формирования газовой выделений обусловлен потоками поступающих по разломным зонам глубинных флюидов в земную кору, донорами которых, возможно, являются мантия и ядро Земли.

В мелководных осадках северо-западной части шельфа Черного моря – на глубинах до 200 м и менее – визуально изредка наблюдаются газогидраты, главным образом, в виде мгновенно испаряющихся инееподобных налетов на стенках погребенных раковин моллюсков. Признаком присутствия газогидратов может служить то, что поднятые колонки осадков начинают «таять» на палубе судна и расплзаются, не сохраняя формы поднятого керна. Очевидно, это явление связано с распадом микроскопических, визуально не обнаруживаемых микровключений клатратов в пористое пространство осадка и выделением воды при их разложении. Это явление расплзания колонок осадков, поднятых грунтовой трубкой на небольших глубинах, неоднократно отмечал Е.Ф.Шнюков при проведении экспедиционных работ в Черном море [8, 9].

Для абиогенно-мантийной модели образования углеводородов ограничений в погружении нет. Главное условие – мощный вертикальный подток глубинных углеводородов. Перспективными участками можно считать смежные с мантийными разломами зоны дилатансии (пути миграции глубинных флюидов).

Новая теория дает ответ на вопрос, почему подавляющее большинство нефтяных и газовых месторождений мира размещено в местах больших накоплений осадочных пород, т.е. в геосинклиналях, рифтогенах и других впадинах земной коры. Именно в этих геоструктурах сосредоточены большие массы углерода, необходимого для соединения с водородом и к этим геологическим структурам по зонам глубинных разломов поступает наибольшее количество ювенильного водорода.

Зоны глубинных разломов также являются

наиболее вероятными путями поставки глубинных углеводородных флюидов для формирования газогидратных залежей (при соответствующих термобарических условиях).

Таким образом, донорами всех элементов, способных образовывать газогидраты, являются продукты дегазации глубинных сфер Земли, а синтез указанных соединений обеспечивается энергией флюидного потока. Такой подход к формированию газогидратов позволяет предполагать, что они могут образовывать скопления при благоприятных горно-геологических условиях практически на любых гипсометрических горизонтах осадочных толщ и в кристаллических породах.

В этом отношении заслуживает внимания предположение А.П.Клименко [4] о мощном газогидратном слое, изолирующем литосферу от потоков глубинных веществ. Как показали экспериментальные исследования, проницаемость газогидратов ниже проницаемости водонасыщенных глин и они практически непроницаемы для молекул воды и газов.

Следовательно, газогидратная залежь является практически непроницаемой идеальной крышкой для нижележащих газов и под нею может скапливаться свободный газ, не включенный в процесс гидратообразования, количество которого может быть достаточно велико. Скопления его могут представлять значительный интерес как самостоятельный тип га-

зовых месторождений. Например, Норвегия избрала путь разработки зон гидратообразования, начав добычу природного газа, залегающего глубже зоны гидратообразования.

Изменение Р-Т условий существования скоплений газогидратов, нарушение сплошности пластов, появление газопроводящих каналов приводит к «таянию» газогидратов и возникновению высокоэнергетических потоков продуктов разложения газогидратов, которые прорывают водную толщу мощностью до 2000 м (Тихий океан, Черное море). В мелководной области Черного моря с глубинами от 25 до 160 м такие потоки газов создают на морской поверхности эффект «кипящей воды». Эти данные позволяют предположить, что глубинные потоки газов поступают в водную толщу под давлением, значительно превышающим необходимый для образования метановых клатратов минимум в 20 атм.

О составе глубинных флюидов в настоящее время мы можем судить только по косвенным признакам, в частности по составу продуктов разложения газогидратов, поступающих в водную толщу по каналам «черноморских курильщиков». В табл. 2 приведены результаты анализа газов, отобранных в северо-западной части Черного моря непосредственно у жерла курильщика и над ним.

Таблица 2.

Состав газов (%) «черноморского курильщика»

Места отбора проб газа	CH ₄	N ₂	O ₂	H	H ₂ S
2 м от дна в газовом факеле	45,1	42,7	10,0	1,0	1,2
21 м от дна в зоне действия газового факела	53,6	35,9	9,6	Сл.	Сл.
1 м от поверхности, кипящая вода	87,3	9,7	3,0	Сл.	0,0
поверхность, кипящая вода	90,0	7,0	3,0	Сл.	0,0

Наряду с газами «черноморские курильщики» выносят и минерализованную жидкую фазу, состав которой, различные темпы поступления и субстратная специфичность донных отложений, ведут к созданию в зоне геохимического барьера вода-осадок многообразия форм построек [1].

По результатам геолого-сейсмических исследований, скопления газогидратов образуют

мощные залежи как в мелководной, так и в глубоководной части Черного моря. Таким образом, имеющиеся теоретические разработки и фактические данные, требуют постановки комплекса фундаментальных и экспериментальных работ для решения ведущей научно-практической проблемы освоения газогидратов Черного моря для нужд народного хозяйства Украины. Потенциал энергии, который

сосредоточен в природных газогидратах, может обеспечить Украину экологически чистой энергией на много лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Геворкьян В.Х., Сокур О.Н.** Генетические особенности Черноморских «курульциков» // Геологический журнал.– 2005.– №2.– С. 68-82.

2. **Геворкьян В.Х., Сокур О.Н.** Газогидраты – продукт мантийной дегазации // Геология и полезные ископаемые Мирового океана.– 2012.– №1 (27).– С. 52-65.

3. **Гуляниц С.Т., Егорова Г.И., Аксентьев А.А.** Физико-химические особенности газовых гидратов // Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2010.– 152 с.

4. **Клименко А.П.** Клатраты (гидраты газов) // Киев: Наукова думка, 1989.– 76 с.

5. **Соловьев В.А.** Природные газовые гидраты как потенциальное полезное ископаемое // Российский химический журнал.– 2003.– Т. XLVII.– С. 59-69.

6. **Трофимук А.А., Черский Н.В., Царев В.П.** Ресурсы биогенного метана Мирового океана // Доклады АН СССР.– 1975.– Т. 225, №4.– С. 936-943.

7. **Трофимук А.А., Черский Н.В., Царев В.П.** Газогидратные источники углеводородов // Природа.– 1987.– №8.– С. 53-57.

8. **Шнюков Е.Ф., Иванников А.В., Безбородов А.А. и др.** Геологические итоги рейса НИС «Ихтиандр» в Черном море // Геологический журнал.– 1993.– №6.– С. 136-138.

9. **Шнюков Е.Ф., Пасынков А.А., Клещенко С.А. и др.** Газовые факелы на дне Черного моря // Киев, 1999.– 133 с.

REFERENCES

1. **Gevorkyan V.Kh., Sokur O.N.** Genetic features of the Black Sea “smokers” (in Russian) // Geological journal (Kyiv).– 2005.– №2.– P. 68-82.

2. **Gevorkyan V.Kh., Sokur O.N.** Gas hydrates as a product of mantle degassing (in Russian) // Geology and mineral resources of the World Ocean.– 2012.– №1 (27).– P. 52-65.

3. **Guliyants S.T., Egorova G.I., Aksentiev A.A.** Physical and chemical features of gas hydrates (in Russian) // Tyumen: Tyumen state oil and gas university, 2010.– 152 p.

4. **Klimenko A.P.** Klathrates (hydrates of gases) (in Russian) // Kiev: Naukova dumka, 1989.– 76 p.

5. **Soloviev V.A.** Natural gas hydrates as a potential useful mineral (in Russian) // Russian chemical journal (Moscow).– 2003.– V. XLVII.– P. 59-69.

6. **Trofimuk A.A., Cherskyi N.V., Tsarev V.P.** Resources of biogenic methane in the World Ocean (in Russian) // Reports of the Academy of Sciences of the USSR (Moscow).– 1975.– V. 225, №4.– P. 936-943.

7. **Trofimuk A.A., Cherskyi N.V., Tsarev V.P.** Gas hydrate sources of hydrocarbons (in Russian) // Nature (Moscow).– 1987.– №8.– P. 53-57.

8. **Shnyukov E.F., Ivannikov A.V., Bezborodov A.A., a.o.** Geological results of the passage of research vessel “Ichtiander” in the Black Sea (in Russian) // Geological journal (Kyiv).– 1993.– №6.– P. 136-138.

9. **Shnyukov E.F., Pasyнков A.A., Kleshchenko S.A., a.o.** Gas flares at the bottom of the Black Sea (in Russian) // Kiev, 1999.– 133 p.

СОКУР О.М., ОМЕЛЬЧУК О.В. Можливості вивчення газогідратних покладів як індикатор видобутку підгідратного газу.

Резюме. Газогідрати вуглеводнів відносяться до найбільш перспективних для промислового освоєння нетрадиційних енергоносіїв. Вони можуть скласти реальну конкуренцію традиційним вуглеводням у зв'язку з величезними ресурсами, широким розповсюдженням, неглибоким заляганням і концентрованим станом газу в них.

Формування газогідратних покладів протягом осадкоутворення відбувається як з боку верхньої межі товщі осадків за рахунок надходження нових порцій органічної речовини, так і з боку нижньої межі – за рахунок газів, які утворюються внаслідок розкладання органічної речовини,

та за рахунок газів, що надходять з надр Землі. Під верствами, насиченими газогідратами, може накопичуватись газ у вільному стані (підгідратний газ), утворюючи традиційні газові родовища.

У відповідності з результатами вивчення умов утворення, стабільного існування та властивостей газогідратів у природних умовах, можна впевнено прогнозувати присутність їх покладів у різних регіонах континентів і Світового океану. В акваторії Чорного й Азовського морів присутні значні ресурси газогідратів і виявлені численні перспективні об'єкти для проведення пошуково-розвідувального буріння. Але темпи й об'єми цих робіт низькі. Головними проблемами є: оцінка вуглеводневого потенціалу акваторій, встановлення закономірностей поширення різновікових і різних за походженням родовищ традиційних і нетрадиційних вуглеводнів у різних геологічних структурах, у осадових і кристалічних гірських породах різного складу, на різній глибині.

За результатами геолого-сейсмічних досліджень, скупчення газогідратів утворюють крупні поклади як у мілководній, так і в глибоководній частинах Чорного моря. Прогнозні ресурси метану глибоководної частини Чорного моря складають 25-30 трлн. м³. Ресурси газогідратів зони шельфу Чорного й Азовського морів України становлять близько 60 трлн. м³ газу в метановому еквіваленті.

Поклади газогідратів практично непроникні для розташованих нижче концентрацій метану та інших газів, які можуть накопичуватись і формувати поклади підгідратного газу. Його кількість може бути досить великою й мати значний промисловий і економічний інтерес. Поклади підгідратного газу представляють самостійний тип родовищ вуглеводневої сировини. В Норвегії розпочато видобуток підгідратного газу, поклади якого розташовані під зонами утворення газогідратів.

Таким чином, враховуючи результати теоретичних досліджень і геологічних спостережень, необхідно виконати комплекс фундаментальних і експериментальних робіт для вирішення наукових і прикладних проблем освоєння родовищ газогідратів Чорного й Азовського морів. Потенціал енергії, який зосереджений у покладах природних газогідратів, може забезпечити Україну екологічно чистою енергією на багато років.

Ключові слова: газогідрати, глибинні флюїди, мантийна дегазація, утворення вуглеводнів, підгідратний газ.

СОКУР О.Н., ОМЕЛЬЧУК А.В. Возможности изучения газогидратных залежей как индикатора добычи подгидратного газа.

Резюме. Газогидраты углеводородов относятся к наиболее перспективным для промышленного освоения нетрадиционным энергоносителям. Они могут составить реальную конкуренцию традиционным углеводородам в связи с огромными ресурсами, широким распространением, неглубоким залеганием и концентрированным состоянием газа в них.

Формирование газогидратных залежей в период осадконакопления происходит как со стороны верхней границы толщи осадков за счет поступления новых порций органического вещества, так и со стороны нижней границы – за счет газов, образующихся в результате разложения органического вещества, и за счет газов, поступающих из недр Земли. Под пластами, насыщенными газогидратами, может накапливаться газ в свободном состоянии (подгидратный газ), образуя традиционные газовые месторождения.

В соответствии с результатами изучения условий образования, стабильного существования и свойств газогидратов в природных условиях, можно уверенно прогнозировать присутствие их залежей в разных регионах континентов и Мирового океана. В акватории Черного и Азовского морей имеются значительные ресурсы газогидратов и выявлено много перспективных объектов для проведения поисково-разведочного бурения. Но темпы и объемы этих работ низкие. Главными проблемами являются: оценка углеводородного потенциала акваторий, установление за-

кономерностей распространения разновозрастных и разнообразных месторождений традиционных и нетрадиционных углеводородов в разных геологических структурах, в осадочных и кристаллических горных породах разного состава, на разной глубине.

По результатам геолого-сейсмических исследований, скопления газогидратов образуют крупные залежи как в мелководной, так и в глубоководной части Черного моря. Прогнозные ресурсы метана глубоководной части Черного моря составляют 25-30 трлн. м³. Ресурсы газогидратов зоны шельфа Черного и Азовского морей Украины составляют около 60 трлн. м³ газа в метановом эквиваленте.

Залежи газогидратов являются практически непроницаемыми для расположенных ниже концентраций метана и других газов, которые могут скапливаться и формировать залежи подгидратного газа. Его количество может быть достаточно большим и представлять значительный промышленный и экономический интерес. Залежи подгидратного газа представляют самостоятельный тип месторождений углеводородного сырья. В Норвегии началась добыча подгидратного газа, залежи которого расположены под зонами образования газогидратов.

Таким образом, учитывая результаты теоретических исследований и геологических наблюдений, необходимо выполнить комплекс фундаментальных и экспериментальных работ для решения научных и прикладных проблем освоения месторождений газогидратов Черного и Азовского морей. Потенциал энергии, который сосредоточен в залежах природных газогидратов, может обеспечить Украину экологически чистой энергией на многие годы.

Ключевые слова: газогидраты, глубинные флюиды, мантийная дегазация, образование углеводородов, подгидратный газ.

SOKUR O.M., OMELCHUK O.V. Possibilities of studying gas-hydrate accumulations as an indicator for subhydrate gas extraction.

Summary. Gas hydrates of hydrocarbons are among the most promising non-traditional energy resources for the industrial development. They can become a real competitor for traditional hydrocarbons due to the huge resources, widespread and shallow occurrence and concentrated state of gas.

The formation of gas hydrate accumulations during the sedimentation period occurs both from the upper boundary of the sediment strata due to the arrival of new portions of organic matter and from the lower boundary due to the gases formed as a result of the decomposition of organic matter and due to gases entering from the earth interior. Under the seams saturated with gas hydrates, gas can be accumulated in the free state (sub-hydrate gas), forming traditional gas accumulations.

In accordance with the results of studying the conditions of formation, stable existence and properties of gas hydrates under natural conditions, it is possible to forecast with certainty the presence of their accumulations in different regions of the continents and the World ocean. There are significant resources of gas hydrates and many promising sites for exploratory drilling were identified in the aquatories of the Black sea and the sea of Azov. However, the rate of progress and the volume of these works are low. The main problems are as follows: assessing the hydrocarbon potential of the water areas, determining patterns of distribution of different ages and diverse deposits of traditional and non-traditional hydrocarbons in different geological structures, sedimentary and crystalline rocks of different composition, at different depths.

According to the results of geological and seismic studies, gas hydrate accumulations form large deposits both in the shallow and deep-water part of the Black sea. The inferred resources of methane in the deep-water part of the Black sea are 25-30 trillion m³. Resources of gas hydrates of the shelf zone of the Black and Azov seas of Ukraine make up about 60 trillion cubic meters of gas in methane equivalent.

Deposits of gas hydrates are practically impermeable for sub-concentrations of methane and other gases that can accumulate and form deposits of sub-hydrate gas. Its quantity can be quite large and

represent a significant industrial and economic interest. Accumulations of sub-hydrate gas represent an independent type of hydrocarbon deposits. The production of sub-hydrate gas, the accumulations of which are located under the zones of gas hydrates formation, has begun in Norway.

Thus, taking into account the results of theoretical studies and geological observations, it is necessary to carry out a complex of fundamental and experimental work to solve scientific and applied problems of developing gas hydrate deposits in the Black and Azov seas. The energy potential, which is concentrated in accumulations of natural gas hydrates, can provide Ukraine with clean energy for many years.

Key words: gas hydrates, abyssal fluids, mantle degassing, formation of hydrocarbons, sub-hydrate gas.

*Надійшла до редакції 10 травня 2016 р.
Представив до публікації доцент Є.В.Євтехов.*

564.3 : 551.782.1 (477.7)

Коваленко В.А.

ПРЕСНОВОДНЫЕ МОЛЛЮСКИ (GASTROPODA, PULMONATA, LYMNÆIDAE) В САРМАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

*По результатам обобщения данных о распространении лимнеид в сарматских отложениях Центрального и Западного Причерноморья юга Украины, выделены 34 вида лимней, относящихся к одному роду, семи под родам, восьми секциям. В связи с наличием в среднесарматских породах нового вида лимней под рода *Omphiscola* – *Lymnaea (Omphiscola) paramiocenica* Kovalenko sp. nov – сделан вывод о сарматском возрасте вмещающих его континентальных отложений юга Украины.*

Введение. Пресноводные легочные моллюски семейства Lymnaeidae изучались нами из сарматских отложений юга Украины (Центральное Причерноморье). В последнее время появились данные о пресноводных легочных моллюсках в сарматских отложениях западной части Причерноморской впадины.

Целью работы являлось обобщение данных о распространении сарматских лимнеид юга Украины, а также описание нового вида под рода *Omphiscola Rafinesque, 1819* – *Lymnaea (Omphiscola) paramiocenica* Kovalenko sp. nov.

Результаты исследований

Сарматский региоярус. Большое значение для понимания истории развития сарматского бассейна имеют работы Л.С.Белокрыса, в которых прослежена смена моллюсковых комплексов в разнофациальных отложениях сарматского региояруса [1-5].

В результате многочисленных исследований разнофациальных сарматских отложений юга Украины, анализа особенностей развития комплексов органических остатков в породах разных литологических типов были установлены этапы развития сарматского бассейна и выделены в составе нижнего, среднего и верх-

него региоподъярусов сармата *горизонты*: для нижнего сармата – кужорский и збручский; для среднего – новомосковский, васильевский и днепропетровский; для верхнего – херсонский (катерлезский) [6, с. 94].

Нижний сармат. Отложения нижнего сармата юга Украины представлены, в основном, песчано-глинистыми породами, среди которых выделяются черные косослоистые глины, отмечаются также известняки-ракушечники. Мощность нижнесарматских отложений от 1 до 12 м, в наиболее погруженной части Причерноморской впадины – до 45 м.

Нижнесарматский региоподъярус включает в себя кужорский и збручский горизонты. Пресноводные легочные моллюски верхнего (збручского) горизонта были изучены нами из отложений нижнего сармата Богдановского карьера у г. Орджоникидзе [12, 15].

Збручские слои (горизонт) неоднократно описывались разными авторами [7, 22]. Из нижней пачки збручских слоев рассматриваемого разреза (пески, глины, детритовые песчано-глинистые породы с морскими моллюсками – *Ervilia pussila dissita* (Eichwald), *Maetra (Sarmatimaetra) eichwaldi* Laskarev, с прослоями известняков), залегающих во врезках,

образованных в более древних палеогеновых и неогеновых породах общей мощностью 2-6 м, был выделен нами представительный комплекс лимнеид – *Lymnaea (Lymnaea) doriana* (Bourguignat, 1862); *L. (L.) stagnalis turgidiformis* Kovalenko, 2014; *L. (Stagnicola) cf. bouilleti* Michaud, 1855; *L. (Omphiscola) armaniacensis palustriformis* Gottschick, 1920; *L. (Galba) kreutzii subfusca* Lomnicki, 1886; *L. (G.) anceps* Eichwald, 1929; *L. (Radix) subcaillaudi* Kovalenko, 2004 [12]; *L. (R.) socialis socialis* Zieten, 1830; *L. (Peregriana) laevigata* Eichwald, 1830; *L. (P.) subovata* Hartmann, 1840; *L. (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989 [8] (табл. 1).

Среднесарматский региоподъярус. Отложения среднего сармата в южной части Украины характеризуются широким распространением. Они выполняют Причерноморскую впадину, перекрывают пониженные участки Украинского щита и прослеживаются в виде небольших островов на южном борту Днепровско-Донецкой впадины. Среднесарматский региоподъярус включает в себя новомосковский, васильевский и днепропетровский горизонты.

Пресноводные легочные моллюски семейства *Lymnaeidae* васильевского и днепропетровского горизонтов среднего сармата изучены нами из второй опорной скважины (с. Белозерка, Запорожской области), а также из континентальных отложений Михайловского карьера Николаевской области, континентальные моллюски которого изучались и описывались ранее [7]. По результатам проведенных исследований, был расширен список пресноводных легочных моллюсков. В последнее время появились данные [21] о среднесарматских лимнеидах западной части Причерноморской впадины (табл. 1, 2, 3).

Васильевский горизонт. Во второй опорной скважине (с. Белозерка, Запорожская область) в интервале 64,5-68,0 м из мергеля светлосерого, комковатого были выделены пресноводные легочные моллюски семейства *Lymnaeidae* – *Lymnaea (Stagnicola) berlani* Bourguignat, 1870; *L. (Galba) oblonga* (Puton, 1847); *L. (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989 [8]. Анализ лимнеид из васильевского

горизонта показал, что в нем впервые появились виды, широко распространенные в настоящее время – *Lymnaea (Stagnicola) berlani* Bourguignat, 1870; *L. (Galba) oblonga* (Puton, 1847). *L. (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989 приурочена к отложениям збручского горизонта нижнего сармата и васильевского горизонта среднего сармата.

Днепропетровский горизонт. Глины и мергели Михайловского карьера, содержащие континентальные моллюски, залегают в небольшом эрозионном понижении на известняках с *Cerastoderma fittoni fittoni* Orbigny и перекрываются известняками и алевролитами, в которых позднесарматские мактры появляются в двух метрах от их нижнего контакта.

Осадки с континентальными моллюсками располагаются в кровле среднесарматских и под верхнесарматскими отложениями [7, с. 31]. Их следует относить к каховским слоям, которые Л.С.Белокрыс [4] считал опресненной фацией днепропетровских слоев среднего сармата.

В этих отложениях найдены и определены следующие виды пресноводных легочных моллюсков семейства *Lymnaeidae* – (*Lymnaea (Lymnaea) roshkai* Kovalenko, 2004 [12]); *L. (Stagnicola) berlani* Bourguignat, 1870; *L. (St.) palustris* (O.F.Müller, 1774); *L. (St.) subbugensis* Kovalenko, 1992 [10]); *L. (Omphiscola) pryszajhnjuki* Kovalenko, 1990; *L. (O.) schirokinoensis* Kovalenko, 1990 [9]; *L. (Galba) truncatula* (Müller, 1774); *L. (G.) subangulata* Roffiaen, 1868; *L. (G.) suboblonga* Kovalenko, 1994 [11]); *L. (Peregriana) lagotis* (Schranck, 1803); *L. (P.) patula* (E.M. Costa, 1778); *L. (P.) fontinalis* (Studer, 1820); *L. (P.) balthica* (Linnaeus, 1758).

Анализ лимнеид из днепропетровского горизонта среднего сармата показал, что здесь также появляются виды, широко распространенные в настоящее время – *Lymnaea (Stagnicola) palustris* (O.F.Müller, 1774); *L. (Galba) truncatula* (Müller, 1774); *L. (G.) subangulata* Roffiaen, 1868; *L. (Peregriana) lagotis* (Schranck, 1803); *L. (P.) patula* (E.M. Costa, 1778); *L. (P.) fontinalis* (Studer, 1820); *L. (P.) balthica* (Linnaeus, 1758).

Lymnaea (Omphiscola) pryszajhnjuki Ко-

valenko, 1990 приурочена к отложениям рассматриваемого горизонта.

Таблица 1.

Распространение Lymnaeidae в сарматских отложениях юга Украины

Видовой состав	Центральное Причерноморье					Западное Причерноморье
	нижний сармат	средний сармат		верхний сармат		средний сармат
	1	2	3	4	5	6
<i>Lymnaea (Lymnaea) doriana</i> (Bourguignat, 1862)	+	-	-	-	-	-
<i>L. (L.) stagnalis turgidiformis</i> Kovalenko, 2014	+	-	-	-	-	-
<i>L. (Stagnicola) cf. bouilleti</i> Michaud, 1855	+	-	-	-	-	-
<i>L. (Omphiscola) armaniacensis palustriformis</i> Gottschick, 1920	+	-	-	-	-	+
<i>L. (Galba) kreutzii subfusca</i> Lomnicki, 1866	+	-	-	-	-	-
<i>L. (G.) anceps</i> Eichwald, 1929	+	-	-	-	-	-
<i>L. (Radix) subcaillaudi</i> Kovalenko, 2004	+	-	-	-	-	-
<i>L. (R.) socialis socialis</i> Zieten, 1830	+	-	-	-	-	-
<i>L. (Peregriana) laevigata</i> Eichwald, 1830	+	-	-	-	-	-
<i>L. (P.) subovata</i> Hartmann, 1840	+	-	-	-	-	-
<i>L. (Corvusiana) beloserkaensis</i> Kovalenko, 1989	-	-	+	-	-	-
<i>L. (Stagnicola) berlani</i> Bourguignat, 1870	-	+	+	+	-	-
<i>L. (Galba) oblonga</i> (Puton, 1847)	-	-	+	-	-	+
<i>L. (Lymnaea) roshkai</i> Kovalenko, 2004	-	+	-	+	+	-
<i>L. (Stagnicola) palustris</i> (O. F. Muller, 1774)	-	+	-	+	-	+
<i>Lymnaea (Stagnicola) subbugensis</i> Kovalenko, 1992	-	+	-	+	-	-
<i>L. (Omphiscola) prysjzhnjuki</i> Kovalenko, 1990	-	+	-	-	-	-
<i>L. (O.) schirokinoensis</i> Kovalenko, 1990	-	+	-	+	-	-
<i>L. (Galba) truncatula</i> (Muller, 1774)	-	+	-	-	-	+
<i>L. (G.) subangulata</i> Roffiaen, 1868	-	+	-	-	-	+
<i>L. (G.) suboblonga</i> Kovalenko, 1994	-	+	-	-	-	+
<i>L. (Peregriana) lagotis</i> (Schranck, 1803)	-	+	-	-	-	-
<i>L. (P.) patula</i> (E.M. Costa, 1778)	-	+	-	-	-	-
<i>L. (P.) fontinalis</i> (Studer, 1820)	-	+	-	+	-	-
<i>L. (P.) balthica</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	-	-
<i>L. (Lymnaea) stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	-	-
<i>L. (Stagnicola) bugensis</i> Kovalenko, 1992	-	-	-	+	-	-
<i>L. (Omphiscola) gozhiki</i> Kovalenko, 1990	-	-	-	+	-	-
<i>L. (O.) ukrainica</i> Kovalenko, 2004	-	-	-	+	-	-
<i>L. (Galba) turrita</i> Klein, 1830	-	-	-	-	-	+
<i>L. (O.) paramiocenica</i> Kovalenko sp.nov	-	-	-	-	-	+
<i>L. (Corvusiana) corvus</i> Gmelin, 1791	-	-	-	-	-	+
<i>L. (Peregriana) ex gr. laevigata</i> (Eichwald, 1830)	-	-	-	-	-	+

1 – Богдановский карьер (Днепропетровская обл.); 2 – Михайловский карьер (Николаевская обл.); 3 – с. Белозерка (Запорожская обл.), 2-ая опорная скважина; 4 – г. Николаев (у водной станции); 5 – с. Новобогдановка (Николаевская обл.); 6 – скв. 02, с. Черная (Одесская обл.).

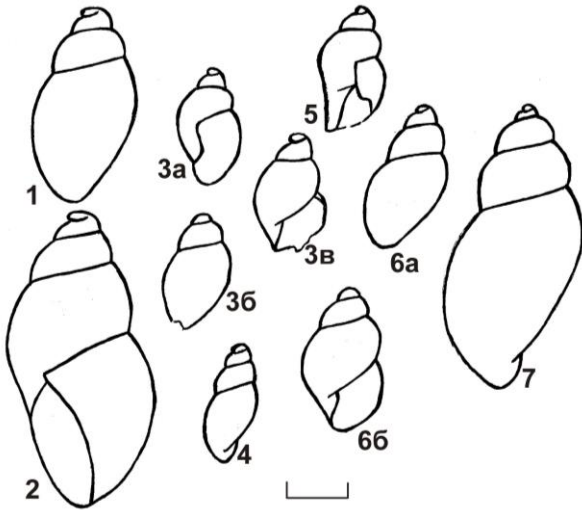
Верхнесарматский региоподъярус. Верхнесарматские отложения юга Украины имеют меньшее распространение, чем среднесарматские. Северная их граница проходит южнее г. Унгены на р. Прут, через г. Оргеев, севернее г.г. Вознесенска, Кривого Рога, Запорожья,

затем поворачивает к югу и, совпадая с долиной р. Молочной, достигает побережья Азовского моря.

Отложения верхнего сармата трансгрессивно перекрывают среднесарматские отложения и обнажаются в долинах рек, оврагах, балках

на большей площади своего развития. В южной части Причерноморской впадины они залегают ниже базиса эрозии и вскрыты многочисленными скважинами.

Таблица 2.
Table 2.



Масштабная линейка – 1 мм.
Dimensional scale – 1 mm.

Фиг. 1. *Lymnaea (Omphiscola) ukrainicaformis* Kovalenko, 2008.

Южная часть Левобережной Украины: скв. 29з, с. Менчикуры, Запорожская область, караган; скв. 32з, с. Серогозы, Херсонская область, конка.

Fig. 1. *Lymnaea (Omphiscola) ukrainicaformis* Kovalenko, 2008.

The South part of Left-Bank Ukraine, borehole of 29z, the village of Menchykury, Zaporizhya oblast, Karagan stage; borehole of 32z, the village of Serohozy, Kherson oblast, Konka stage).

Фиг. 2. *Lymnaea (Omphiscola) ukrainica* Kovalenko, 2004.

Г. Николаев, верхний сармат.

Fig. 2 – *Lymnaea (Omphiscola) ukrainica* Kovalenko, 2004.

The city of Mykolayiv, Upper Sarmatian.

Фиг. 3 (а, б, в). *Lymnaea (Omphiscola) paratiocenica* Kovalenko sp. nov.

Скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат.

Fig. 3 (a, b, v). *Lymnaea (Omphiscola) paratiocenica* Kovalenko sp. nov.

Borehole 02, Chorna village, Odessa oblast,

Middle Sarmatian.

Фиг. 4. *Lymnaea (Omphiscola) steklovi* Kovalenko, 1991.

Г. Майкоп, Предкавказье, средний сармат.

Fig. 4. *Lymnaea (Omphiscola) steklovi* Kovalenko, 1991.

The city of Maikop, Fore-Caucasus, Middle Sarmatian.

Фиг. 5. *Lymnaea (Peregriana) ex gr. laevigata* Eichwald, 1830.

Скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат).

Fig. 5. *Lymnaea (Peregriana) ex gr. laevigata* Eichwald, 1830.

Borehole 02, Chorna village, Odessa oblast, Middle Sarmatian).

Фиг. 6 (а, б). *Lymnaea (Omphiscola) miocenica* Kovalenko, 2008.

Скв. 23з, с. Менчикуры, Запорожская область; скв. 33з, с. Ивановка, караган; скв. 32з, с. Серогозы, Херсонская область, конка; г. Летичев, Вольно-Подолія, Западная Украина, средний сармат.

Fig. 6 (a, b). *Lymnaea (Omphiscola) miocenica* Kovalenko, 2008.

Borehole 23z, Menchykury village, Zaporizhya oblast; borehole of 33z, Ivanivka village, Karagan stage; borehole of 32z, Serohozy village, Kherson oblast, Konka stage; Letychiv town, Volyn-Podolia, Western Ukraine, Middle Sarmatian.

Фиг. 7. *Lymnaea (Omphiscola) ovum* Brongniart, 1810.

С. Виноградовка, Преддобруджа, нижний понт.

Fig. 7. *Lymnaea (Omphiscola) ovum* Brongniart, 1810.

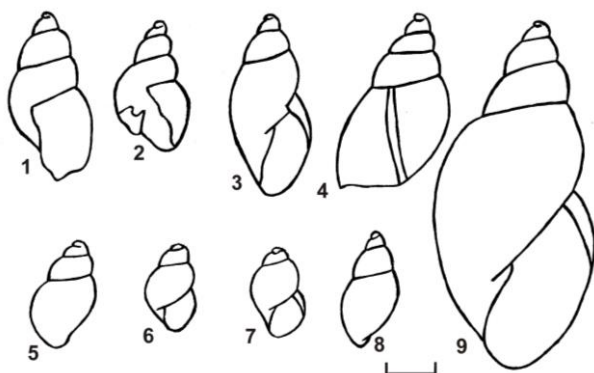
The village of Vinogradivka, Pre-Dobruja, Lower Pontian.

Верхнесарматский региоподъярус включает в себя херсонский (катерлезский) горизонт [6]. Катерлезские слои (горизонт) ранее выделялись [16, с. 88-89] по широкому развитию позднесарматских мактрин (*Mastra caspia*, *M. bulgarica*, *M. timida*).

Пресноводные моллюски катерлезского (херсонского) горизонта изучены из местонахождения, расположенного в районе г. Нико-

лаева. В г. Николаеве у устья широкой балки севернее водной станции разрез известняков и глин верхнего сармата ранее был описан Р.Юстусом [24], он же привел достаточно полный список моллюсков как наземных, так и пресноводных. Позднее П.Ф.Гожик и В.А.Присяжнюк провели дополнительные сборы континентальных моллюсков и привели уточненные списки [7, табл. 3-4].

Таблица 3.
Table 2.



Масштабная линейка 1 мм.
Dimensional scale 1mm.

Фиг. 1. *Lymnaea (Galba) oblonga* Puton, 1847.

Скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат; скв.29з, с. Менчикуры, Запорожская область; скв.33зз, с. Ивановка, Херсонская область, караган; с. Серогозы, Херсонская область, конка юга Левобережной Украины; озерные отложения эквивалентов оттнанг-карпатия (?) Сербии, с. Триебина; средний сармат и средний мэотис (багеровский региоподъярус Юга Украины; ранний сармат Польши (Звезжинец).

Fig. 1. *Lymnaea (Galba) oblonga* Puton, 1847.

Borehole of 02, Chorna village, Odessa oblast, Middle Sarmatian; borehole 29z, Menchikury village, Zaporizhya oblast; borehole 33z, Ivanivka village, Kherson oblast, Karagan stage; Serohozy village, Kherson oblast, Konka stage in the South part of the Left-Bank Ukraine; lacustrine deposits of Ottnang-Carpatian equivalents (?) of Serbia, Triebina village; Middle Sarmatian and Middle Meotian (Baherovo regiosubstage in the South of

Ukraine; Early Sarmatian of Poland (Zwierzyniec).

Фиг. 2. *Lymnaea (Galba) suboblonga* Kovalenko, 1994.

Скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат; Михайловский карьер, Николаевская область, днепропетровский горизонт, средний сармат).

Fig. 2. *Lymnaea (Galba) suboblonga* Kovalenko, 1994.

Borehole 02, Chorna village, Odessa oblast, Middle Sarmatian, Mikhaylivsky quarry, Mykolayiv oblast, Dnepropetrovian horizon, Middle Sarmatian.

Фиг. 3. *Lymnaea (Omphiscola) armaniacensis palustriformis* Gottschick, 1920.

Збручский горизонт нижнего сармата, Богдановский карьер (у г. Орджоникидзе, Днепропетровская область); Вольно-Подолля, средний сармат; с. Врачевич, Сербия, нижний сармат; скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат.

Fig. 3. *Lymnaea (Omphiscola) armaniacensis palustriformis* Gottschick, 1920.

Zbruch horizon of the Lower Sarmatian, Bohdanivka quarry (near Ordzhonikidze town, Dnipropetrovsk oblast); Volyn-Podolia, Middle Sarmatian; Vrachevich village, Serbia, Lower Sarmatian; borehole 02, Chorna village, Odessa oblast, Middle Sarmatian.

Фиг. 4. *Lymnaea (Stagnicola) palustris* (O.F.Müller, 1774).

Скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат; Михайловский карьер, Николаевская область, днепропетровский горизонт, средний сармат; г. Николаев, херсонский (кательезский) горизонт, верхний сармат).

Fig. 4. *Lymnaea (Stagnicola) palustris* (O.F.Müller, 1774).

Borehole 02, Chorna village, Odesa oblast, Middle Sarmatian; Mikhaylivskiy quarry, Mykolayiv oblast, Dnepropetrovian horizon, Middle Sarmatian; the city of Mykolayiv, Khersonian (Katerlez) horizon, Upper Sarmatian.

Фиг. 5. *Lymnaea (Galba) turrita* Klein, 1830.

Скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат; Вольно-Подолля, нижний сармат; с. Врачевич, Сербия, нижний сармат.

Fig. 5. *Lymnaea (Galba) turrita* Klein, 1830.

Borehole 02, Chorna village, Odessa oblast, Middle Sarmatian; Volyn-Podolia, Middle Sarmatian; Vrachevich village, Serbia, Lower Sarmatian.

Fig. 6. *Lymnaea (Galba) truncatula* (Müller, 1774).

Михайловский карьер, Николаевская область, днепропетровский горизонт; скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат; озерные отложения эквивалентов оттнанг-карпатия (?) Сербии, с. Триебина.

Fig. 6. *Lymnaea (Galba) truncatula* (Müller, 1774).

Mykhaylivskiy quarry, Mykolayiv oblast, Dnepropetrovian horizon; lacustrine deposits of Ottnang-Carpatian equivalents (?) of Serbia, Triebina village.

Fig. 7. *Lymnaea (Galba) subangulata* Rof-fiaen, 1868.

Михайловский карьер, Николаевская область, днепропетровский горизонт; скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат; озерные отложения эквивалентов оттнанг-карпатия (?) Сербии, с. Триебина.

Fig. 7. *Lymnaea (Galba) subangulata* Rof-fiaen, 1868.

Mykhaylivskiy quarry, Mykolayiv oblast, Dnepropetrovian horizon; borehole 02, Chorna village, Odessa oblast, Middle Sarmatian; lacustrine deposits of Ottnang-Carpatian equivalents (?) of Serbia, Triebina village.

Fig. 8. *Lymnaea (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989.

Збручский горизонт нижнего сармата, Богдановский карьер (у г. Орджоникидзе, Днепропетровская область); с. Белозерка, Запорожская область, вторая опорная скважина, васильевский горизонт; скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат).

Fig. 8. *Lymnaea (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989.

Zbruch horizon of the Lower Sarmatian, Bohdanivsky quarry (near Ordzhonikidze town, Dnepropetrovsk oblast); Bilozerka village, Zaporizhya oblast, second key well, Vasylivskiy horizon; borehole 02, Chorna village, Odessa oblast, Middle Sarmatian).

Fig. 9. *Lymnaea (Corvusiana) corvus* Gmelin, 1791.

Скв. 02, с. Черная, Одесская область, средний сармат; озерные отложения эквивалентов оттнанг-карпатия (?) Сербии, с. Триебина.

Fig. 9. *Lymnaea (Corvusiana) corvus* Gmelin, 1791.

Borehole 02, Chorna village, Odessa oblast, Middle Sarmatian; lacustrine deposits of Ottnang-Carpatian equivalents (?) of Serbia, Triebina village.

В настоящее время этого обнажения не существует, нет и выходов мергеля, насыщенного пресноводными и наземными моллюсками. Ранее выполненное В.А.Присяжнюком описание разреза этого местонахождения соответствует описанию Р.Юстуса (снизу вверх):

1) мергель и глины зеленоватые, изредка встречается *Mastra* sp. (мощность 1 м);

2) плотный желтый известняк и серые, зеленые глины с пресноводными и наземными моллюсками (мощность 2 м).

В результате дополнительных исследований расширен список пресноводных моллюсков [7], переданных этими авторами – *Lymnaea (Lymnaea) stagnalis* (Linnaeus, 1758); *L. (L.) roshkai* Kovalenko, 2004; *L. (Stagnicola) berlani* (Bourguignat, 1870); *L. (St.) palustris* (O.F. Müller, 1774); *L. (St.) bugensis* Kovalenko, 1992; *L. (St.) subbugensis* Kovalenko, 1992 [10]; *L. (Omphiscola) gozhiki* Kovalenko, 1990; *L. (O.) schirokinoensis* Kovalenko, 1990 [9]; *L. (O.) ukrainica* Kovalenko, 2004 [13]; *L. (Radix) auricularia* (Linnaeus, 1758); *L. (Peregriana) fontinalis* (Studer, 1820) (табл. 1).

П.Л.Осауленко (П.Л.Осауленко-Шульга) [20] и Г.И.Молявко [19] на границе верхнего сармата и мэотиса юга Украины отмечали распространение своеобразных глинисто-известняковых образований, вмещающих раковины наземных моллюсков рода *Helix*, а также пресноводных моллюсков родов *Lymnaea*, *Planorbis*, *Anisus*. Большинство авторов рассматривали эти отложения в составе нижнего мэотиса и именовали их «геликсовы-

ми слоями», которые, как «днепрянские слои» были ранее описаны В.Г.Куличенко и Э.Б.Савронь [16]. Название «геликсовые слои» сохраняется как историческое [6].

Разрез с. Новобогдановка (Николаевская область), в котором представлены породы верхнего сармата и мэотиса, охарактеризованные разными группами моллюсков, описан ранее И.Ф.Синцовым [23] и П.Л.Осауленко [20], а затем П.Ф.Гожиком и В.А.Присяжнюком [7]. Здесь у северо-восточной окраины с. Новобогдановка, выше причала в обрыве правого берега лимана в 0,5-0,7 м выше уреза воды обнажены (снизу-вверх):

1) глина серо-зеленая тонкопесчаная, мелкокомковатая с мелкими ржавыми пятнышками; видимая мощность 0,3 м; из этого слоя выделены следующие виды лимнеид: *Lymnaea (Lymnaea) stagnalis* (Linnaeus, 1758); *L. (L.) roshkai* Kovalenko, 2004; списки пресноводных моллюсков других групп и наземных моллюсков приведены в работе [7];

2) глина серо-зеленая сильно обохренная; мощность 0,2 м.

3) мергель глинистый комковатый, светлосерый; мощность 0,5 м.

Среднесарматские *Lymnaeidae* днепропетровско-васильевских слоев западной части Причерноморской впадины были предоставлены В.А.Присяжнюком по результатам изучения им кернового материала скважин «Котовского листа» Одесской области [21], что позволило в значительной мере дополнить сведения о наземных и пресноводных моллюсках озерных отложений этой территории. Особенно показательным является разрез скважины 02, пробуренной севернее с. Черная (описание скважины и отбор материала произведен В.А.Присяжнюком) (рис. 1).

В этой скважине [21, с. 98] мелкозаливные отложения приурочены к днепропетровско-васильевским слоям, залегающим на новомосковских (мергели, доломиты? (даже со стяжениями кремня), тонкозернистые известняки) со стратиграфическим перерывом.

Днепропетровско-васильевские слои, залегающие в интервале (6,55-53,8 м), представле-

ны известняками и мергелями с представительным комплексом морских моллюсков, среди которых встречаются *Plicatiforma fittoni* Orbigny, *Obsoletiforma bajarunasi* Kolesnikov и др., а также наземных и пресноводных.

Озерные прослои в скважине 02 (с. Черная) с пресноводными лимнеидами залегают на глубине 33,0 м – мергель светлосерый с коричневатым оттенком (проба 2), содержащий *Lymnaea (Omphiscola) paramiocenica* sp. nov.; *L. (Stagnicola) palustris* (O.F.Müller, 1774). Здесь также присутствуют и остракоды среднего сармата (рис. 1) – *Aurila levis* Schneider (средний сармат); *A. notata* (Reuss) (транзитный вид – конка-средний сармат); *Loxococoncha turgida* Stancheva (нижний сармат-мэотис); *L. ornata* Schneider (конка-средний сармат); *L. assimulatoformis* Stancheva (средний сармат); *Xestoleberis (Xestoleberis) lutrae* Schneider (чокрак-понт), *Amnicythère mironovi mironovi* Schneider (томаковка-верхний сармат), (*A. mironovi estranea* (Stancheva); *Euxinocythere (Euxinocythere) zeivensis* (Voroshilova); *E. (E.) pseudonaviculata* Stancheva (средний сармат); *E. (E.) naviculata* (Schneider) (транзитный вид); на глубине 49,0 м – глина серая до темносерой (проба 6), содержащая *Lymnaea (Galba) truncatula* (Müller, 1774); *L. (Galba) oblonga* (Puton, 1847); *L. (Omphiscola) armaniacensis palustriformis* Gottschick, 1920; на глубине 52,1 м – известняк хемогенный (проба 7), содержащий *Lymnaea (Galba) subangulata* Roffiaen, 1868; *L. (Galba) oblonga* (Puton, 1847); *L. (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989; *L. (Peregriana) ex gr. laevigata* Eichwald, 1830; на глубине 53,4 м – известняк детритовый (проба 8), содержащий представительный комплекс лимнеид: *Lymnaea (Galba) truncatula* (Müller, 1774); *L. (Galba) subangulata* Roffiaen, 1868; *L. (G.) turrita* Klein, 1830; *L. (G.) oblonga* (Puton, 1847), *L. (G.) suboblonga* Kovalenko, 1994; *L. (Corvusiana) corvus* Gmelin, 1791; *L. (C.) beloserkaensis* Kovalenko, 1989; *L. (Omphiscola) armaniacensis palustriformis* Gottschick, 1920; *L. (O.) paramiocenica* Kovalenko

sp. nov, *L. (Stagnicola) palustris* подрода *Omphiscola* – *Lymnaea (Omphiscola) paramiocenica* Kovalenko sp. nov.

Ниже приводится описание нового вида

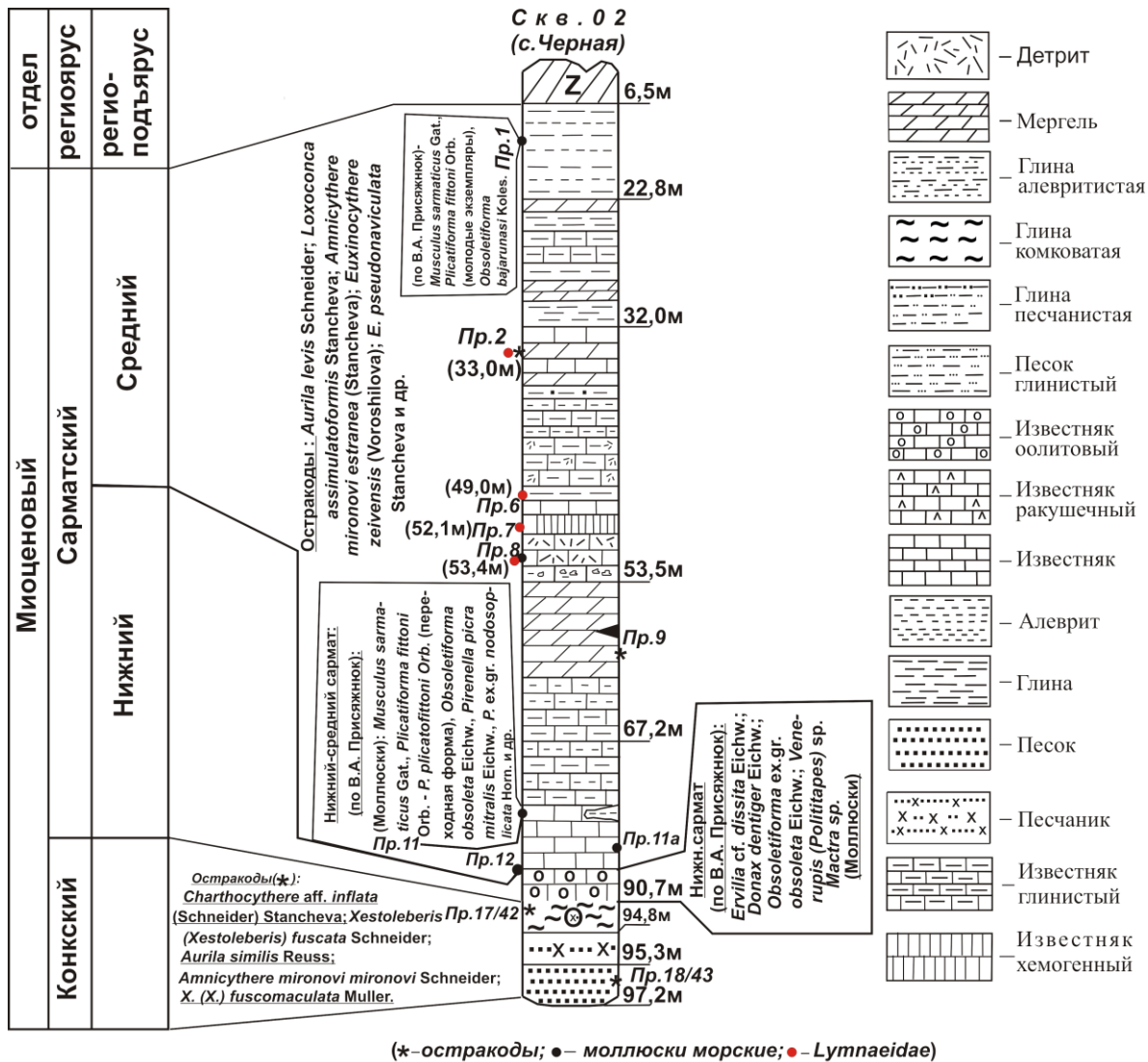


Рис. 1. Распределение миоценовых остракод, моллюсков (морские; *Lymnaeidae*), по данным изучения керн скважин, пробуренных в Одесской области («Котовский лист»).

Класс *Gastropoda* Cuvier, 1797
 Подкласс *Pulmonata*
 Cuvier in Blainville, 1814
 ОТРЯД *LYMNAEFORMES*
 A. FERUSSAC, 1822
 СЕМЕЙСТВО *LYMNAEIDAE*
 RAFINESQUE, 1815

Род *Lymnaea* Lamarck, 1799.

Подрод *Omphiscola* Rafinesque, 1819.

«Сходство раковин подрода *Omphiscola* с раковинами некоторых видов подрода *Stagnicola* (в частности, той группы видов подрода, которая представлена в Евразии – *L. vulnerata* Küst. (= *L. occulta* Jack.), *L. terebra* West. (= *L. bolotensis* Moz.) и *L. liogyra* West.) заставляет

считать подрод *Omphiscola* производным подрода *Stagnicola*» [17, с. 974].

Lymnaea (Omphiscola) paramiocenica

Kovalenko sp. nov

(табл. 2, фиг. 3а, 3б, 3в).

Этимология. Название основано на сходстве раковин нового вида с *Lymnaea (Omphiscola) miocenica* Kovalenko, 2008.

Голотип. Экз. № 1/2017 из отложений днепропетровско-васильевских слоев среднего сармата западной части Причерноморской впадины (скважина 02 (с. Черная), Одесская область). Хранится в отделе стратиграфии и палеонтологии кайнозойских отложений Института геологических наук НАН Украины.

Диагноз. Раковина башневидная, низкая, состоящая из трех медленно нарастающих оборотов. Устьевая часть раковины повреждена, однако по очертанию и величине начальных оборотов возможно с высокой степенью точности определить ее видовую принадлежность. Обороты завитка выпуклые и разделены прямым неглубоким швом. Тангент-линия раковины выгнутая. Эмбриональный оборот крупный. Последний оборот яйцевидный, крупный.

Размеры (голотипа). Ширина раковины 1,1 мм; Вз – 0,6.

Сравнение. Описываемый вид близок к *Lymnaea (Omphiscola) miocenica* Kovalenko [14, табл. 1; рис. 1а, б], (табл. 2, фиг. 6а, 6б), от которой отличается: а) меньшими размерами раковины; б) более медленным навиванием оборотов раковины; в) основным индексом раковины – у *L. (O.) paramiocenica* он больше, чем у *L. (O.) miocenica*.

От *Lymnaea (Omphiscola) ovum* Brongniart, 1810 (табл. 2, фиг. 7) описываемый вид отличается: а) меньшими размерами раковины; б) основным индексом раковины – меньше, чем у *L. (O.) ovum*; у *L. (O.) ovum* более быстрое навивание оборотов раковины, чем у *L. (O.) paramiocenica*.

От *Lymnaea (Omphiscola) ukrainica* Kovalenko 2004 [13] (табл. 2, фиг. 2) описываемый вид отличается: а) меньшими размерами раковины; б) основным индексом раковины – меньше, чем у *L. (O.) ukrainica*; в) более мед-

ленным навиванием оборотов раковины у *L. (O.) paramiocenica*.

От *Lymnaea (Omphiscola) ukrainicaformis* Kovalenko 2008 [14] (табл. 2, фиг. 1) описываемый вид отличается: а) меньшими размерами раковины у *L. (O.) paramiocenica*; б) основным индексом раковины – меньше, чем у *L. (O.) ukrainicaformis*; в) более медленным навиванием оборотов раковины у *L. (O.) paramiocenica*.

Распространение. Средний сармат западной части Причерноморской впадины; (скважина 02 (с. Черная); Одесская область).

Материал и местонахождение. Средний сармат (скважина 02 (с. Черная), Одесская область) – 2 экз. хорошей сохранности.

Выводы

1. По результатам обобщения данных о распространении *сарматских* лимней на юге Украины, нами в сарматских отложениях Центрального и Западного Причерноморья выделены 34 вида лимней, относящихся к одному роду, семи под родам, восьми секциям [18], а именно (табл. 1, 2, 3): **род** *Lymnaea* Lamarck, 1771; **подрод** *Lymnaea* s. str; секция *Lymnaea* s. str – *Lymnaea (Lymnaea) stagnalis* (Linnaeus, 1758); *L. (L.) doriana* Bourguignat, 1862; *L. (L.) roshkai* Kovalenko, 2004; *L. (L.) stagnalis turgidiformis* Kovalenko, 2014; **подрод** *Stagnicola* Leach, 1830; секция *Berlaniana* Kruglov et Starobogatov, 1985 – *Lymnaea (Stagnicola) berlani* (Bourguignat, 1870); *L. (St.) bugensis* Kovalenko, 1992; *L. (St.) subbugensis* Kovalenko, 1992; *L. (St.) cf. bouilleti* Michaud, 1885; **подрод** *Omphiscola* Rafinesque, 1819 – *Lymnaea (Omphiscola) armaniacensis palustriformis* Gottschick, 1920; *L. (O.) pryszajhnjuki* Kovalenko, 1990; *L. (O.) gozhiki* Kovalenko, 1990; *L. (O.) schirokinoensis* Kovalenko, 1990; *L. (O.) ukrainica* Kovalenko, 2004; *L. (O.) paramiocenica* Kovalenko sp. nov; **подрод** *Galba* Schranck, 1803; секция *Galba* s. str – *Lymnaea (Galba) oblonga* Puton, 1847; *L. (G.) truncatula* (Müller, 1774); *L. (G.) subangulata* Roffiaen, 1868; *L. (G.) suboblonga* Kovalenko, 1994; *L. (G.) turrita* Klein, 1830;

L. (G.) kreutzii subfusca Lomnicki, 1866; *L. (G.) anceps* Eichwald, 1929; **подрод** *Radix* Montfort, 1810; секция *Radix* s. str – *Lymnaea (Radix) auricularia* (Linnaeus, 1758); *L. (R.) socialis socialis* Zieten, 1830; *L. (R.) subcaillaudi* Kovalenko, 2004; **подрод** *Peregriana* Servain, 1881; секция *Ampullaceana* Servain, 1881 – *Lymnaea (Peregriana) balthica* (Linnaeus, 1758); *L. (P.) subovata* Hartmann, 1840; секция *Cyphideana* Servain, 1881 – *Lymnaea (Peregriana) lagotis* (Schranck, 1803); *L. (P.) fontinalis* (Studer, 1820); *L. (P.) patula* (E.M. Costa, 1778); *L. (P.) laevigata* Eichwald, 1830; **подрод** *Corvusiana* Servain, 1881; секция *Corvusiana* s. str – *Lymnaea (Corvusiana) corvus* (Gmelin, 1791); *L. (C.) beloserkaensis* Kovalenko, 1989.

2. Наличие в среднесарматских породах нового вида лимней подрода *Omphiscola* – *Lymnaea (Omphiscola) paramiocenica* Kovalenko sp. nov. позволяет устанавливать сарматский возраст вмещающих его континентальных отложений юга Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Белокрыс Л.С.** Стратиграфічний поділ сарматських відкладів Борисфенської затоки за фауною моллюсків // Доклади АН УССР.– 1962.– №38.– С. 1089-1092.
2. **Белокрыс Л.С.** К биостратиграфии нижнесарматских отложений Борисфенского залива // Известия вузов. Серия Геология и разведка.– 1963.– №2.– С. 46-48.
3. **Белокрыс Л.С.** К биостратиграфии среднесарматских отложений Борисфенского залива // Известия вузов. Серия Геология и разведка.– 1966.– №11.– С. 21-32.
4. **Белокрыс Л.С.** О главных особенностях палеогидрологического развития внутренних морских бассейнов Европы в сарматское время // Геологический журнал.– 1976.– №4.– С. 37-48.
5. **Белокрыс Л.С.** Сармат юга УССР / Стратиграфия северного Причерноморья и Крыма // Днепрпетровск, 1976.– С. 3-21.
6. **Вернигорова Ю.В.** Стратиграфічна схема неогенових відкладів Північного Причорномор'я та прилеглої частини Українського щита // Стратиграфія та палеонтологія. Геологія та рудоносність України.– 2015.– Т. 1, вип. 1.– С. 81-124.
7. **Гожик П.Ф., Присяжнюк В.А.** Пресноводные и наземные моллюски миоцена Правобережной Украины // Киев: Наукова думка, 1978.– 172 с.
8. **Коваленко В.А.** Новые данные о моллюсках подрода *Corvusiana* (*Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae*) неогена юга Украины // Доклады АН УССР. Серия Б.– 1989.– №5.– С. 13-14.
9. **Коваленко В.А.** Лимнейды подрода *Omphiscola* неогена Юга Украины / Палеонтологические и биостратиграфические исследования при геологической съемке на Украине // Киев: Наукова думка, 1990.– С. 114-120.
10. **Коваленко В.А.** Нові дані про моллюски підроду *Stagnicola* (*Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae*) неогену Півдня України // Доповіді НАН України.– 1992.– № 10.– С. 119-122.
11. **Коваленко В.А.** Комплекс пресноводних моллюсков и остракод тюрп-джанкойских слоев Степного Крыма // Доклады НАН Украины.– 1994.– № 6.– С. 100-103.
12. **Коваленко В.А.** Новые виды пресноводных моллюсков (*Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae*) из сарматского региона юга Украины // Доповіді НАН України.– 2004.– №9.– С. 126-130.
13. **Коваленко В.А.** *Lymnaeidae* из местонахождения Триебина и Врачевич, Сербия // Bulletin de l'Academie serbe des sciences et des arts. Classe des sciences mathematiques et naturelles (Beograd).– 2004.– V. CXXXVII, №42.– P. 327-339.
14. **Коваленко В.А.** Новые местонахождения пресноводных моллюсков (*Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae*) среднего миоцена юга Левобережной Украины / Биостратиграфічні основи побудови стратиграфічних схем фанерозою України // Київ, 2008.– С. 220-229.
15. **Коваленко В.А.** Пресноводные моллюски (*Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae*) из нижнего сармата Украины и Польши // Доповіді НАН України.– 2014.– №4.– С. 90-97.
16. **Куличенко В.Г., Савронь Э.Б.** О стратификации херсонского подъяруса сармата // Геологический журнал.– 1980.– №5.– С. 88-93.
17. **Круглов Н.Д., Старобогатов Я.И.** Но-

вий род лимнеид и система подрода *Omphiscola* рода *Lymnaea* (Gastropoda, Pulmonata) // Зоологический журнал.– 1981.– Т. 60, вып. 7.– С. 965-977.

18. **Круглов Н.Д.** Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии // Смоленск: Изд. Смоленского государственного педагогического университета, 2005.– 503 с.

19. **Моляк Г.И.** Неоген півдня України // Київ: Вид. АН УССР, 1960.– 208 с.

20. **Осауленко П.** Меотичні відклади пониззя р. Інгульця та р. Дніпра / Матеріали до палеонтології і стратиграфії УРСР. Труды Інституту геології АН УРСР // Київ, 1936.– Т. 1.– С. 35-130.

21. **Присяжнюк В.А.** Моллюски неморских фацій середнього сармата західної частини Причорноморської впадини / Проблеми стратиграфії і кореляції фанерозойських відкладів України. Матеріали XXXIII сесії Палеонтологічного товариства НАН України // Київ, 2011.– С. 98-99.

22. **Синцов И.Ф.** Описание новых и малоисследованных форм раковин из третичных образований Новороссии // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей.– 1875.– Т. 3.– С. 1-40.

23. **Стеклов А.А.** Наземные моллюски Предкавказья и их стратиграфическое значение / Труды Геологического института АН СССР // Москва: Наука, 1966.– Вып. 163.– С. 1-259.

24. **Юстус Р.** Геологические наблюдения вдоль новой железнодорожной линии он-Николаев // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей.– 1908.– Т. 32.– С. 237-262.

REFERENCES

1. **Belokrys L.S.** Stratigraphic division of the Sarmatian deposits of the Boryspen bay based on mollusks fauna (in Ukrainian) // Reports of the Ukr SSR Academy of sciences (Kyiv).– 1962.– №38.– P. 1089-1092.

2. **Belokrys L.S.** Biostratigraphy of the lower Sarmatian deposits of Boryspen Bay (in Russian) // Proceeding of the universities. Geology and exploration series (Moscow).– 1963.– №2.– P. 46-68.

3. **Belokrys L.S.** Concerning biostratigraphy

of the middle Sarmatian deposits of Boryspen Bay (in Russian) // Proceeding of the universities. Geology and exploration series (Moscow).– 1966.– №11.– P. 21-32.

4. **Belokrys L.S.** Concerning the main features of paleohydrology of the internal sea basins of the Europe in the Sarmatian time (in Russian) // Geological journal (Kiev).– 1976.– №4.– P. 37-48.

5. **Belokrys L.S.** The Sarmatian of the South of the UkrSSR / Stratigraphy of the Northern Black sea region and the Crimea (in Russian) // Dnepropetrovsk, 1976.– P. 3-21.

6. **Vernyhorova Yu.V.** Stratigraphic scheme for the Neogene deposits of the Northern Black sea region and adjacent part of the Ukrainian shield (in Ukrainian) // Stratigraphy and paleontology. Geology and mineralization of Ukraine.– 2015.– V. 1, №1.– P. 81-124.

7. **Gozyk P.F., Prysyazhnyuk V.A.** Freshwater and terrestrial molluscs of the Miocene in Right-Bank Ukraine (in Russian) // Kyiv: Naukova dumka, 1978.– 172 p.

8. **Kovalenko V.A.** New data on mollusks of subgenera *Corvusiana* (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae) of the Neogene in the South of Ukraine (in Russian) // Reports of the UkrSSR Academy of sciences. Series B (Kyiv).– 1989.– №5.– P. 13-14.

9. **Kovalenko V.A.** Lymnaeidae subgenus *Omphiscola* of the Neogene in Southern Ukraine / Paleontology and biostratigraphic researches at a geological survey in Ukraine (in Russian) // Kyiv: Naukova dumka, 1990.– P. 114-120.

10. **Kovalenko V.A.** New data on mollusks of subgenera *Stagnicola* (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae) of the Neogene in the South of Ukraine (in Ukrainian) // Reports of the National Academy of sciences of Ukraine (Kyiv).– 1992.– №10.– P. 119-122.

11. **Kovalenko V.A.** Association of freshwater mollusks and ostracods from the Tyup-Dzhankoy beds of the Steppe Crimea (in Russian) // Reports of the National Academy of sciences of Ukraine (Kyiv).– 1994.– № 6.– С. 100-103.

12. **Kovalenko V.A.** New species of freshwater mollusks (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae) from the Sarmatian regiostage in the South of Ukraine (in Russian) // Reports of the National

Academy of sciences of Ukraine (Kyiv).– 2004.– №9.– P. 126-130.

13. **Kovalenko V.A.** *Lymnaeidae from occurrences in Triebin and Vrachevich, Serbia (in Russian) // Bulletin of Serbian Academy of Sciences and Arts. Class of mathematics and natural sciences (Belgrade).– 2004.– V. CXXVII, №42.– P. 327-339.*

14. **Kovalenko V.A.** *New occurrences of freshwater mollusks (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae) from the Middle Miocene of the South of Left-Bank Ukraine (in Russian) / Biostratigraphic fundamentals of creating the stratigraphic schemes for the Phanerozoic of Ukraine // Kyiv, 2008.– P. 220-229.*

15. **Kovalenko V.A.** *Freshwater mollusks (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae) from the Lower Sarmatian in Ukraine and Poland (in Russian) // Reports of the National Academy of sciences of Ukraine (Kyiv).– 2014.– №4.– P. 90-97.*

16. **Kulichenko V.G., Savron E.B.** *Concerning the stratification of the Khersonian substage of the Sarmatian (in Russian) // Geological journal (Kiev).– 1980.– №5.– P. 88-93.*

17. **Kruglov N.D., Starobogatov Ya.I.** *A new genus of lymnaeids and the system of subgenus Omphiscola of the genus Lymnaea (Gastropoda, Pulmonata) (in Russian) // Zoological journal.– 1981.– V. 60, №7.– P. 965-977.*

18. **Kruglov N.D.** *Molluscs of the family Lymnaeidae of Europe and North Asia (in Russian) // Smolensk: Publishing house of Smolensk pedagogical state university, 2005.– 503 p.*

19. **Molyavko G.I.** *Neogene of the Southern Ukraine (in Ukrainian) // Kyiv, Publishing house of UkrSSR Academy of sciences (Kiev), 1960.– 208 p.*

20. **Osaulenko P.** *The Maeotian deposits of lower reaches of the Ingulets river and Dnieper river (in Ukrainian) / Materials in relation to paleontology and stratigraphy of the UkrSSR. Proceedings of the Institute of geology of UkrSSR Academy of sciences // Kyiv, 1936.– V. 1.– P. 35-130.*

21. **Prysiashniuk V.A.** *Mollusks of nonmarine facies of the Middle Sarmatian of the Western Black Sea depression (in Russian) / The problems of stratigraphy and correlation of Phanerozoic deposits in Ukraine. Proceedings of the XXXIII session of the Paleontological society of National Academy of sciences of Ukraine // Kyiv, 2011.– P. 98-99.*

22. **Sintsov I.F.** *Description of the new and poorly known shell forms from the Tertiary formations of the Novorossiia (in Russian) // Proceedings of Novorossiyan naturalists society.– 1875.– V. 3.– P. 1-40.*

23. **Steklov A.A.** *Terrestrial mollusks of the Fore-Caucasus and their stratigraphical significance (in Russian) / Proceedings of the Geological institute of USSR Academy of sciences // Moscow: Nauka.– 1966.– Iss. 163.– P. 1-259.*

24. **Ustus P.** *Geological observations along the new rail line within the Nikolaev region (in Russian) // Proceedings of Novorossiyan naturalists society.– 1908.– V. 32.– P. 237-262.*

КОВАЛЕНКО В.А. Прісноводні молюски (*Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae*) в сарматських відкладах півдня України.

Резюме. Узагальнені дані про поширення сарматських прісноводних легеневих молюсків сімейства *Lymnaeidae* на півдні України, які вивчалися нами з сарматських відкладів Центрального Причорномор'я. Останнім часом з'явилися дані про прісноводні легеневі молюски з сарматських відкладів західної частини Причорноморської западини. Метою роботи було узагальнення даних про поширення сарматських лімнеїд півдня України, а також опис нового виду підроду *Omphiscola Rafinesque, 1819 – Lymnaea (Omphiscola) paramiocenica Kovalenko sp. nov.*

Велике значення для розуміння історії розвитку сарматського басейну мають роботи Л.С.Белокриси, в яких простежена зміна молюскових комплексів у різнофаціальних відкладах сарматського регіоярису. В результаті численних досліджень різнофаціальних сарматських відкладів на півдні України, аналізу особливостей розвитку комплексів органічних залишків у породах різних літологічних типів були встановлені етапи розвитку сарматського басейну та виді-

лені в складі нижнього, середнього й верхнього регіонів сармату горизонти: для нижнього сармату – кужорський і збручський; для середнього – новомосковський, василівський і дніпропетровський; для верхнього – херсонський (катерлезський).

Прісноводні легеневі молюски були вивчені нами (Центральне Причорномор'я) з верхнього (збручського) горизонту нижнього сармату (Богданівський кар'єр у м. Орджонікідзе) – *Lymnaea* (*Lymnaea*) *doriana* (Bourguignat, 1862); *L. (L.) stagnalis turgidiformis* Kovalenko, 2014; *L. (Stagnicola) cf. bouilleti* Michaud, 1855; *L. (Omphiscola) armaniacensis palustriformis* Gottschick, 1920; *L. (Galba) kreutzii subfusca* Lomnicki, 1886; *L. (G.) anceps* Eichwald, 1929; *L. (Radix) subcaillaudi* Kovalenko, 2004; *L. (R.) socialis socialis* Zieten, 1830; *L. (Peregriana) laevigata* Eichwald, 1830; *L. (P.) subovata* Hartmann, 1840; *L. (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989; з василівського горизонту середнього сармату (друга опорна свердловина (с. Білозерка, Запорізька область) – *Lymnaea (Stagnicola) berlani* Bourguignat, 1870; *L. (Galba) oblonga* (Puton, 1847); *L. (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989; з дніпропетровського горизонту середнього сармату (Михайлівський кар'єр, Миколаївська область) – *Lymnaea (Lymnaea) roshkai* Kovalenko, 2004; *L. (Stagnicola) berlani* Bourguignat, 1870; *L. (St.) palustris* (O.F. Müller, 1774); *L. (St.) subbugensis* Kovalenko, 1992; *L. (Omphiscola) pryszajhnjuki* Kovalenko, 1990; *L. (O.) schirokinoensis* Kovalenko, 1990; *L. (Galba) truncatula* (Müller, 1774); *L. (G.) subangulata* Roffiaen, 1868; *L. (G.) suboblonga* Kovalenko, 1990; *L. (Peregriana) lagotis* (Schranck, 1803); *L. (P.) patula* (E.M. Costa, 1778); *L. (P.) fontinalis* (Studer, 1820); *L. (P.) balthica* (Linnaeus, 1758); з херсонського (катерлезського) горизонту верхнього сармату (район м. Миколаєва) – *Lymnaea (Lymnaea) stagnalis* (Linnaeus, 1758); *L. (L.) roshkai* Kovalenko, 2004; *L. (Stagnicola) berlani* (Bourguignat, 1870); *L. (St.) palustris* (O.F. Müller, 1774); *L. (St.) bugensis* Kovalenko, 1992; *L. (St.) subbugensis* Kovalenko, 1992; *L. (Omphiscola) gozhiki* Kovalenko, 1990; *L. (O.) schirokinoensis* Kovalenko, 1990; *L. (O.) ukrainica* Kovalenko, 2004; *L. (Radix) auricularia* (Linnaeus, 1758); *L. (Peregriana) fontinalis* (Studer, 1820) і с. Новобогданівка (Миколаївська область) – *Lymnaea (Lymnaea) stagnalis* (Linnaeus, 1758); *L. (L.) roshkai* Kovalenko, 2004.

Середньосарматські *Lymnaeidae* дніпропетровсько-василівських верств західної частини Причорноморської западини відібрані зі свердловини 02, пробуреної на північ від с. Чорна (Одеська область) – *Lymnaea (Galba) truncatula* (Müller, 1774); *L. (Galba) oblonga* (Puton, 1847); *L. (Galba) subangulata* Roffiaen, 1868; *L. (G.) suboblonga* Kovalenko, 1994; *L. (G.) turrata* Klein, 1830; *L. (Omphiscola) armaniacensis palustriformis* Gottschick, 1920; *L. (O.) paramiocenica* Kovalenko sp. nov.; *L. (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989; *L. (Corvusiana) corvus* Gmelin, 1791; *L. (Stagnicola) palustris* (O.F. Müller, 1774); *L. (Peregriana) ex gr. laevigata* Eichwald, 1830.

Ключові слова: молюски, *Lymnaeidae*, сармат, міоцен, Південь України.

КОВАЛЕНКО В.А. Пресноводные моллюски (*Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae*) в сарматских отложениях юга Украины.

Резюме. Обобщены данные о распространении сарматских пресноводных легочных моллюсков семейства *Lymnaeidae* на юге Украины, которые изучались нами из сарматских отложений Центрального Причерноморья. В последнее время появились данные о пресноводных легочных моллюсках в сарматских отложениях западной части Причерноморской впадины. Целью работы было обобщение данных о распространении сарматских лимней юга Украины, а также описанию нового вида подрода *Omphiscola* Rafinesque, 1819 – *Lymnaea (Omphiscola) paramiocenica* Kovalenko sp. nov.

Большое значение для понимания истории развития сарматского бассейна имеют работы Л.С.Белокрыса, в которых прослежена смена моллюсковых комплексов сарматского региона.

В результате многочисленных исследований разнофациальных сарматских отложений на юге Украины, анализа особенностей развития комплексов органических остатков в породах разных литологических типов были установлены этапы развития сарматского бассейна и выделены в составе нижнего, среднего и верхнего региоподъярусов сармата горизонты: для нижнего сармата – кужорский и збручский; для среднего – новomosковский, васильевский и днепронетровский; для верхнего – херсонский (катерлезский).

Пресноводные легочные моллюски были изучены нами (Центральное Причерноморье) из верхнего (збручского) горизонта нижнего сармата (Богдановский карьер в г. Орджоникидзе) – *Lymnaea (Lymnaea) doriana* (Bourguignat, 1862); *L. (L.) stagnalis turgidiformis* Kovalenko, 2014; *L. (Stagnicola) cf. bouilleti* Michaud, 1855; *L. (Omphiscola) armaniacensis palustriformis* Gottschick, 1920; *L. (Galba) kreutzii subfusca* Lomnicki, 1886; *L. (G.) anceps* Eichwald, 1929; *L. (Radix) subcaillaudi* Kovalenko, 2004; *L. (R.) socialis socialis* Zieten, 1830; *L. (Peregriana) laevigata* Eichwald, 1830; *L. (P.) subovata* Hartmann, 1840; *L. (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989; из васильевского горизонта среднего сармата (вторая опорная скважина с. Белозерка, Запорожская область) – *Lymnaea (Stagnicola) berlani* Bourguignat, 1870; *L. (Galba) oblonga* (Putton, 1847); *L. (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989; из днепронетровского горизонта среднего сармата (Михайловский карьер Николаевская область) – *Lymnaea (Lymnaea) roshkai* Kovalenko, 2004; *L. (Stagnicola) berlani* Bourguignat, 1870; *L. (St.) palustris* (O. F. Müller, 1774); *L. (St.) subbugensis* Kovalenko, 1992; *L. (Omphiscola) prysjahnjuki* Kovalenko, 1990; *L. (O.) schirokinoensis* Kovalenko, 1990; *L. (Galba) truncatula* (Müller, 1774); *L. (G.) subangulata* Roffiaen, 1868; *L. (G.) suboblonga* Kovalenko, 1994; *L. (Peregriana) lagotis* (Schranck, 1803); *L. (P.) patula* (E. M. Costa, 1778); *L. (P.) fontinalis* (Studer, 1820); *L. (P.) balthica* (Linnaeus, 1758); из херсонского (катерлезского) горизонта верхнего сармата (район г. Николаева) – *Lymnaea (Lymnaea) stagnalis* (Linnaeus, 1758); *L. (L.) roshkai* Kovalenko, 2004; *L. (Stagnicola) berlani* (Bourguignat, 1870); *L. (St.) palustris* (O. F. Müller, 1774); *L. (St.) bugensis* Kovalenko, 1992; *L. (St.) subbugensis* Kovalenko, 1992; *L. (Omphiscola) gozhiki* Kovalenko, 1990; *L. (O.) schirokinoensis* Kovalenko, 1990; *L. (O.) ukrainica* Kovalenko, 2004; *L. (Radix) auricularia* (Linnaeus, 1758); *L. (Peregriana) fontinalis* (Studer, 1820) и с. Новобогдановка (Николаевская область) – *Lymnaea Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758); *L. (L.) roshkai* Kovalenko, 2004.

Среднесарматские *Lymnaeidae* днепронетровско-васильевских слоев западной части Причерноморской впадины отобраны из скважины 02, пробуренной севернее с. Черная (Одесская область) – *Lymnaea (Galba) truncatula* (Müller, 1774); *L. (Galba) oblonga* (Putton, 1847); *L. (Galba) subangulata* Roffiaen, 1868; *L. (G.) suboblonga* Kovalenko, 1994; *L. (G.) turrita* Klein, 1830; *L. (Omphiscola) armaniacensis palustriformis* Gottschick, 1920; *L. (O.) paramiocenica* Kovalenko sp. nov.; *L. (Corvusiana) beloserkaensis* Kovalenko, 1989; *L. (Corvusiana) corvus* Gmelin, 1791; *L. (Stagnicola) palustris* (O. F. Müller, 1774); *L. (Peregriana) ex gr. laevigata* Eichwald, 1830.

Ключевые слова: моллюски, *Lymnaeidae*, сармат, миоцен, Юг Украины.

KOVALENKO V.A. Freshwater mollusks (*Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae*) in the Sarmatian sediments of the South of Ukraine.

Summary. Data on the distribution of Sarmatian freshwater pulmonates from the *Lymnaeidae* family in the South of Ukraine, which have been studied from the Sarmatian sediments of the Central Black Sea region, were generalized. Recently, the evidences on freshwater pulmonates have emerged for the Sarmatian sediments of the western Black Sea depression. The aim of this study was to generalize data on the distribution of the Sarmatian *Lymnaeidae* of the South of Ukraine as well as to describe the new

species from the subgenus *Omphiscola Rafinesque, 1819* – *Lymnaea (Omphiscola) paramiocenica Kovalenko sp. nov.*

L.S. Belokry's works are important for understanding the history of the Sarmatian basin development, where the mollusk association successions in the different facial sediments in the Sarmatian regiosstage were retraced. As a result of numerous studies of different facial Sarmatian sediments in the South of Ukraine and the analysis of the features of organic remains association development in the rocks of different lithological types, the stages of the Sarmatian basin development were determined and the horizons were distinguished within the lower, middle, and upper regiosubstages of the Sarmatian: Kuzhorskyyi and Zbruchskyyi ones for the lower Sarmatian; Novomoskovskyyi, Vasilievskyyi, and Dnepropetrovskyyi ones for the middle Sarmatian; Khersonskyyi (Katerlezskyyi) one for the upper Sarmatian.

We have studied the freshwater pulmonates (the Central Black Sea region) from the upper (Zbruchskyyi) horizons of the lower Sarmatian (Bohdanivskyyi quarry near the city of Ordzhonikidze) – Lymnaea (Lymnaea) doriana (Bourguignat, 1892); L. (L.) stagnalis turgidiformis Kovalenko, 2014; L. (Stagnicola) cf. bouilleti Michaud, 1855; L. (Omphiscola) armaniensis palustriformis Gottschick, 1920; L. (Galba) kreutzii subfusca Lomnicki, 1886; L. (G.) anceps Eichwald, 1929; L. (Radix) subcaillaudi Kovalenko, 2004; L. (R.) socialis socialis Zieten, 1830; L. (Peregriana) laevigata Eichwald, 1830; L. (P.) subovata Hartmann, 1840; L. (Corvusiana) beloserkaensis Kovalenko, 1989; from the Vasilievskyyi horizon of the middle Sarmatian (the second key well (Belozerka village, Zaporizhia Oblast) – Lymnaea (Stagnicola) berlani Bourguignat, 1870; L. (Galba) oblonga (Puton, 1847); L. (Corvusiana) beloserkaensis Kovalenko, 1989; from the Dnepropetrovskyyi horizon of the middle Sarmatian (Mikhalivskyyi quarry, Mykolayiv oblast) – Lymnaea (Lymnaea) roshkai Kovalenko, 2004; L. (Stagnicola) berlani Bourguignat, 1870; L. (St.) palustris (O.F. Müller, 1774); L. (St.) subbugensis Kovalenko, 1992; L. (Omphiscola) prysjajhnjuki Kovalenko, 1990; L. (O.) schirokinoensis Kovalenko, 1990; L. (Galba) truncatula (Müller, 1774); L. (G.) subangulata Roffiaen, 1868; L. (G.) suboblonga Kovalenko, 1994; L. (Peregriana) lagotis (Schranck, 1803); L. (P.) patula (E.M. Costa, 1778); L. (P.) fontinalis (Studer, 1820); L. (P.) balthica (Linnaeus, 1758); from the Khersonskyyi (Katerlezskyyi) horizon of the upper Sarmatian (Mykolayiv area) – Lymnaea (Lymnaea) stagnalis (Linnaeus, 1758); L. (L.) roshkai Kovalenko, 2004; L. (Stagnicola) berlani (Bourguignat, 1870); L. (St.) palustris (O.F. Müller, 1774); L. (St.) bugensis Kovalenko, 1992; L. (St.) subbugensis Kovalenko, 1992; L. (Omphiscola) gozhiki Kovalenko, 1990; L. (O.) schirokinoensis Kovalenko, 1990; L. (O.) ukrainica Kovalenko, 2004; L. (Radix) auricularia (Linnaeus, 1758); L. (Peregriana) fontinalis (Studer, 1820); Novobohdanivka (Mykolayiv oblast) – Lymnaea (Lymnaea) stagnalis (Linnaeus, 1758); L. (L.) roshkai Kovalenko, 2004.

The middle Sarmatian Lymnaeidae from the Dnepropetrovskyyi-Vasilivskyyi strata of the western Black Sea Depression were sampled from the 02 borehole, drilled to the north of Chorna village, Odesa Oblast – Lymnaea (Galba) truncatula (Müller, 1774); L. (Galba) oblonga (Puton, 1847); L. (Galba) subangulata Roffiaen, 1868; L. (G.) suboblonga Kovalenko, 1994; L. (G.) turrita Klein, 1830; L. (Omphiscola) armaniensis palustriformis Gottschick, 1920; L. (O.) paramiocenica Kovalenko sp. nov.; L. (Corvusiana) beloserkaensis Kovalenko, 1989; L. (Corvusiana) corvus Gmelin, 1791; L. (Stagnicola) palustris (O.F. Müller, 1774); L. (Peregriana) ex gr. laevigata Eichwald, 1830.

Key words: mollusks, Lymnaeidae, Sarmatian, South of Ukraine.

*Надійшла до редакції 8 квітня 2016 р.
Представив до публікації професор А.А.Березовський.*

УДК 551.35.054 : 551.35 (262.54)

Непша О.В.

НАДХОДЖЕННЯ ТЕРИГЕННОГО МАТЕРІАЛУ ВНАСЛІДОК АБРАЗІЇ КЛІФІВ ТА МОРСЬКОГО ДНА ЯК ФАКТОР СТАБІЛЬНОСТІ АКУМУЛЯТИВНИХ УТВОРЕНЬ ПІВНІЧНОГО ПРИАЗОВ'Я

Наведені результати аналізу надходження теригенного пляжоутворювального матеріалу внаслідок абразії кліфів та морського дна Північного Приазов'я за період з 1940 до 2010 р. Зроблений висновок, що надходження пляжоутворювального матеріалу від розмиву морського дна значно перевищує відповідний показник від абразії кліфів. Визначена кількість надходження теригенного матеріалу та оцінене його значення для стабільності акумулятивних форм північного берега Азовського моря. Розглянуті можливі варіанти розвитку абразії морського берега

Постановка проблеми. Стабільність сучасних кіс, пересипів та пляжів Північного Приазов'я, як і більш давніх акумуляцій визначає низка факторів, без урахування яких неможливе обґрунтування рекомендацій з їх захисту. До основних факторів відносяться: геологічний (тектоніка, літологія, абразія кліфів і морського дна), гідрометеорологічний (напрямки та інтенсивність вітрової активності, течії, річковий стік, штормові нагони), евстатичний.

Мета роботи – визначити вплив абразії кліфів та морського дна в українській частині північного узбережжя Азовського моря на надходження теригенного пляжоутворювального матеріалу як одного з факторів стабільності кіс та пляжів Північного Приазов'я.

Методика. Аналіз та узагальнення літературних даних, порівняння надходження теригенного матеріалу від абразії кліфів та морського дна в середині ХХ століття та на початку ХХІ століття, проведення візуальних спостережень на абразійних берегах Азовського моря в районі сіл Ботієво та Степанівка-І Приазов-

ського району Запорізької області.

Результати раніше виконаних досліджень. Умови, які визначають особливості абразії та акумуляції берегової зони Азовського моря розглядалися у роботах [1-18]. За В.О.Мамікіною та Ю.П.Хрустальовим [11-13], області інтенсивної абразії й акумуляції розташовані в східній частині Таганрозької затоки, а також у центральній частині Азовського моря. Область, приурочена до Азово-Кубанського та Індоло-Кубанського прогинів, характеризується інтенсивними низхідними рухами, починаючи з голоцену й донині. Це найменш гідродинамічно активна частина моря. Середньорічне потрапляння продуктів абразії до Азовського моря, за розрахунками [2], близько 17 млн. т, у тому числі кількість піщаної фракції та гальки становить 12% від їх загальної маси; крупнозернистого алевриту – 17%; глинистого матеріалу – 71%. Крім того, за рахунок донної абразії утворюється та відкладається близько 11 млн. т осадків. Піщаний і алевритовий матеріал, утворений внаслідок розмиву берегів та морського дна, відклада-

ється у прибережній смузі на глибині до 6 м. До сучасних фундаментальних досліджень берегової зони та акваторії Азовського моря слід віднести роботу [1], у якій розглянуті сучасні процеси абразії та акумуляції, зокрема берегів Північного Приазов'я, а також роботу [16], в якій розглянуті геолого-геоморфологічні процеси Північно-Західного узбережжя Азовського моря.

Визначення не вирішеної раніше частини загальної проблеми: сценарії розвитку абразії кліфів і морського дна.

Вклад основного матеріалу дослідження. Сучасний геоморфологічний і літологіч-

ний вигляд північного узбережжя Азовського моря сформувався протягом останніх 2 тис. років в умовах інтенсивного гідродинамічного режиму та абразійно-акумулятивних процесів. У цей період сформувалась більшість акумулятивних форм Північного Приазов'я [14].

Район наших досліджень охоплював північне узбережжя Азовського моря, яке за геоморфологічними, гідрологічними, седиментаційними даними поділяється на шість районів: Генічеський, Утлюцький, Обитічний, Бердянський, Білосарайський та Маріупольський. Останній розміщений у західній частині Таганрозької затоки (рис. 1).

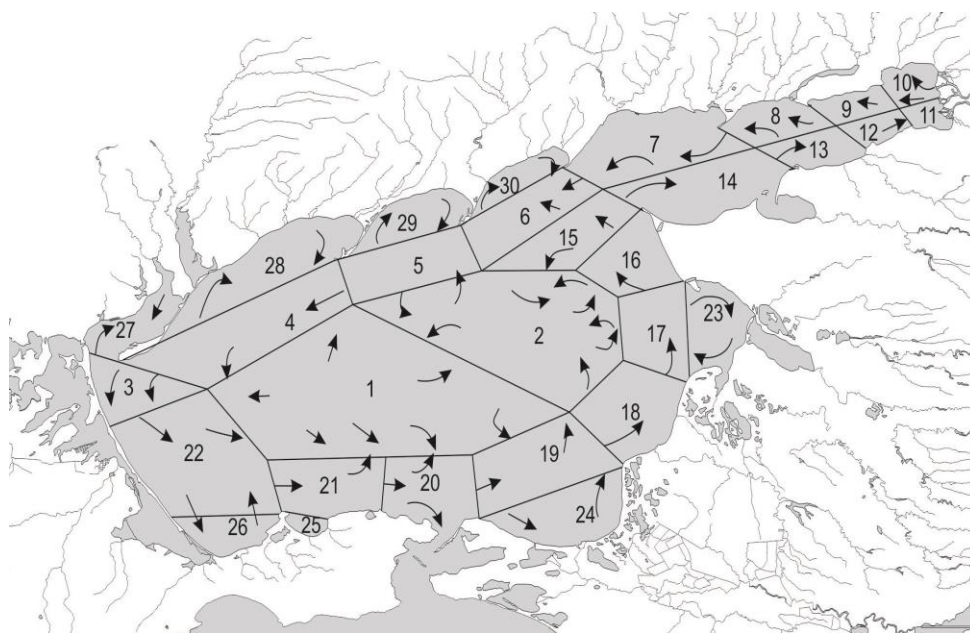


Рис. 1. Схема розташування районів Азовського моря за [1].

Райони Північного Приазов'я: 3 – Генічеський; 27 – Утлюцький; 28 – Обитічний; 29 – Бердянський; 30 – Білосарайський; 7 – Маріупольський.

Стрілками показаний напрямок основних морських течій.

Абразія кліфів Північного Приазов'я спостерігається на різних ділянках від Генічеська до Білосарайської коси. Швидкість абразії та розвиток абразійно-зсувних процесів визначається, головним чином, суглинистим, глинистим складом кліфів. Під вплив абразії підпадає 167 км берегу, а саме Утлюцька (60 км), Обитічна (50 км), Бердянська (29 км) і Білосарайська (28 км) затоки. Східна частина

району досліджень відноситься до північного берегу Таганрозької затоки, яка виділяється в Маріупольський район.

За оцінками [1], надходження матеріалу від абразії берегів Північного Приазов'я становить 1370 тис. т/рік. Його розподіл по районах наведений у табл. 1 і показаний на рис. 1. Для Маріупольського району приймаємо величину 660 тис. т/рік.

Таблиця 1.

Надходження матеріалу до Азовського моря від розмиву його північних берегів [1]

Райони	Довжина берегової лінії, км	Швидкість абразії до 1980 р., м/рік	Середньорічне надходження осадового матеріалу, тис. т./рік
Утлюцький	60	0,6	370
Обитічний	50	1,0	690
Бердянський	29	0,4	150
Білосарайський	28	0,7	160

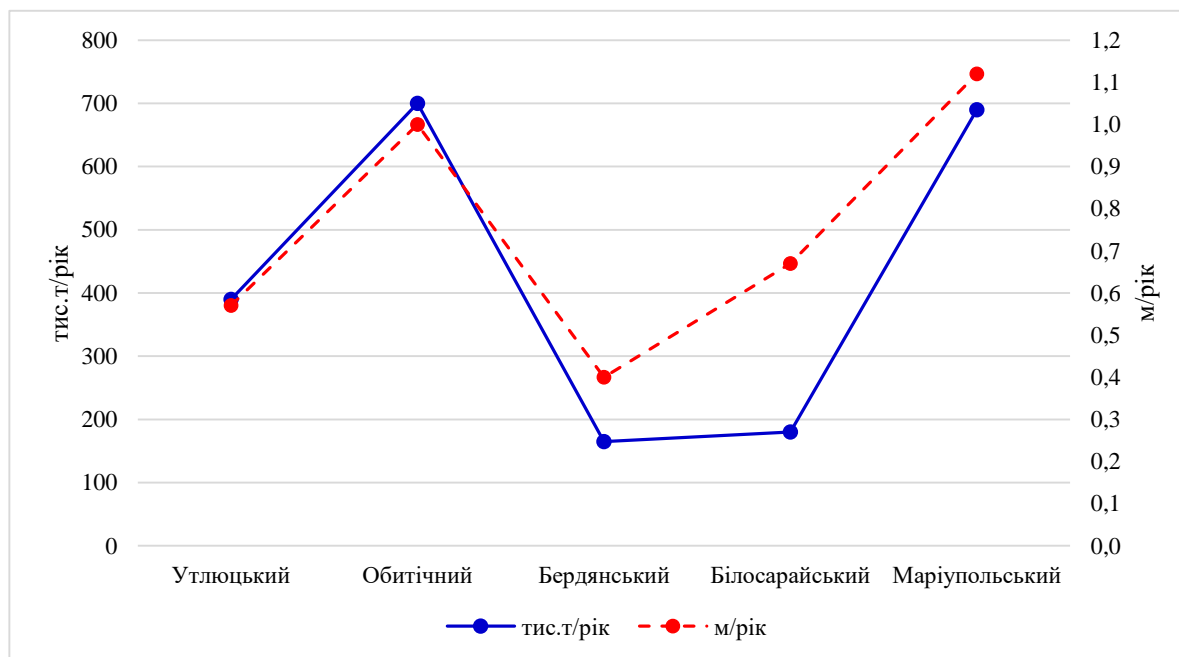


Рис. 2. Швидкість абразії берегів (м/рік) та надходження матеріалу до Азовського моря (тис. т/рік) у районах Північного Приазов'я (за даними [1]).

Враховуючи, переважно, суглинистий склад берегових обривів, теригенна складова від їх розмиву представлена, головним чином, пелітовим і алевритовим матеріалом. Вміст у складі осадків піщаної фракції суттєво змінюється в напрямку від Білосарайського до Утлюцького району (табл. 2, рис. 3). Значна кількість псамітового матеріалу в осадках Білосарайського та Бердянського районів пояснюється розмивом не тільки суглинистих, але й піщаних, піщано-глинистих відкладів еоплейстоцену. В межах Обитічного й Утлюцького районів береги складені, переважно, лесовидними суглинками з похованими ґрунтами, які

містять 8-12% піщаного матеріалу. Надходження його становить від 30 до 60-70 тис. т/рік: Утлюцький район – 9% (33 тис. т/рік) від загальної кількості осадків; Обитічний район – 9,2% (63,4 тис. т/рік); Бердянський район – 27,6% (41,4 тис. т/рік); Білосарайський район – 33,6% (53,7 тис. т/рік). Максимальний показник осадків Обитічного району пояснюється великим об'ємом матеріалу абразії, при незначному вмісті піщаної фракції (табл. 2). Для Маріупольського району вміст піщаної фракції в осадках складає 40,8%, а об'єм 192 тис. т/рік.

Таблиця 2.

Гранулометричний склад (%) матеріалу абразії кліфів північних берегів Азовського моря [1]

Райони	Гранулометричні фракції, мм					
	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Утлюцький	4,5	4,5	10,3	26,9	26,9	26,9
Обитічний	4,6	4,6	6,7	28,0	28,0	28,0
Бердянський	13,8	13,8	7,0	21,8	21,8	21,8
Білосарайський	16,8	16,8	7,9	19,5	19,5	19,5

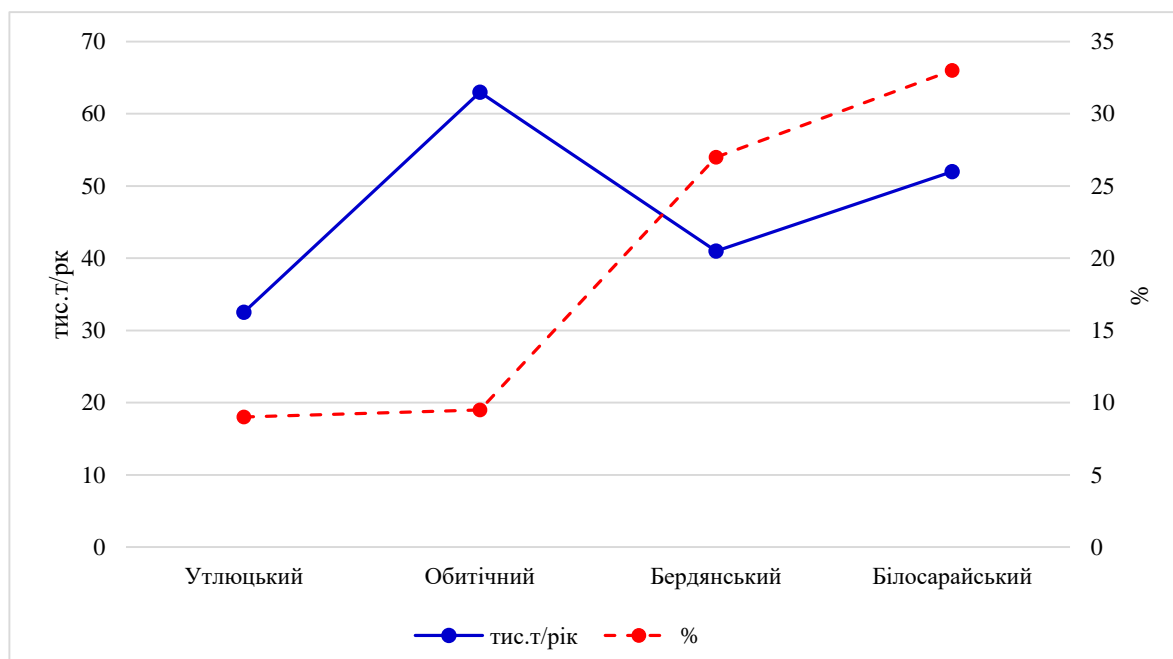


Рис. 3. Вміст піщаної фракції (% та тис. т/рік) в осадковому матеріалі, утвореному внаслідок абразії берегів Азовського моря в районах Північного Приазов'я (за даними [1]).

Вміст піщаної фракції зростає в східному напрямку за рахунок розмиву піщаних, глинисто-піщаних відкладів давнього алювію та лиманно-морських відкладів. В Обитічному ж і Утлюцькому районах, як зазначалось вище, розмиваються, переважно, суглинисті породи. Максимальний вміст псамітового компоненту відзначається в породах кліфу північного берегу Таганрозької затоки, складеного хапровськими пісками пліоцену. Але через особливості гідродинаміки Таганрозької затоки лише незначна частина псамітового матеріалу надходить до південно-західного вздовжберегового потоку наносів.

Таким чином, чітко простежується тенденція зменшення вмісту в складі осадків теригенного матеріалу і головне піщаної фракції від розмиву кліфів у напрямку від коси Кривої до коси Федотова. Це прямо залежить від складу та потужності відкладів кліфів. У процесі подальшої активізації абразії кліфів у бік суходолу зростатиме потужність субаеральної товщі і зменшуватиметься субаквальної.

Надходження матеріалу в море від абразії берегів змінюється в залежності від штормової, вітрової активності, яка, в свою чергу, кореспондується з 10-11 річними циклами сонячної активності. За даними [2, 11], протягом

1940-52 рр. кількість матеріалу від абразії берегів Азовського моря складала 9,85 млн. т./рік; протягом 1953-72 рр. – 7,14 млн. т./рік; 1972-86 рр. – 4,72 млн. т./рік; 1986-2000 рр. – 5,8 млн. т./рік. У такому ж співвідношенні коливалося надходження матеріалу й для районів

Північного Приазов'я.

Розмив морського дна. Розмив донних відкладів спостерігається, переважно, до глибини 8-9 м на всьому простяганні підводного схилу Північного Приазов'я (рис. 4).

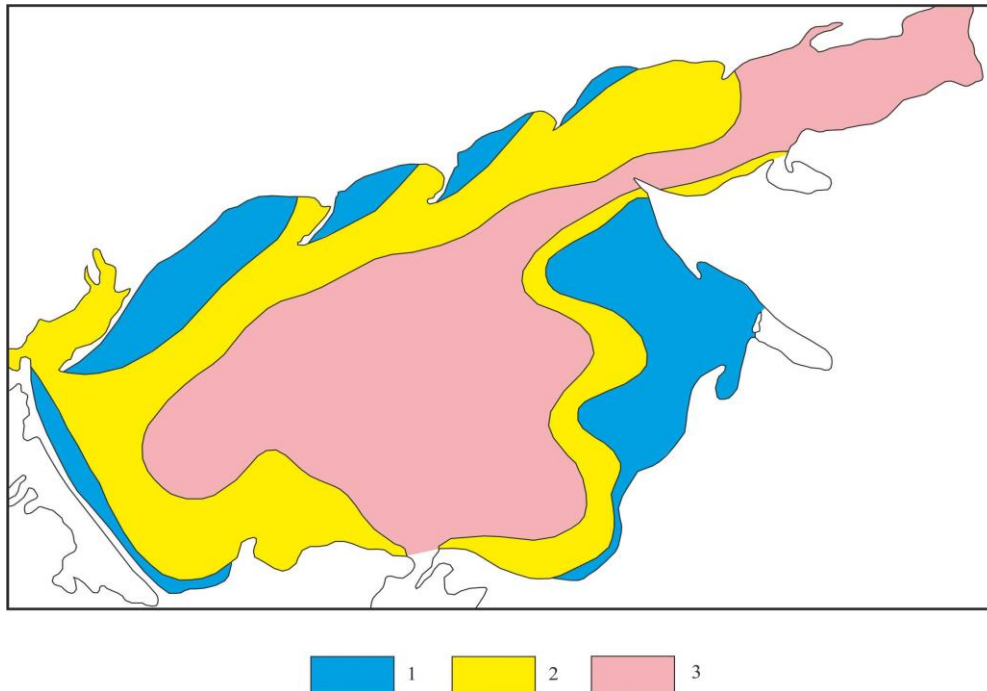


Рис. 4. Области акумуляції та розмиву дна Азовського моря (за даними [11]).

1 – зона стійкого розмиву; 2 – зона транзитуматеріалу і слабкої акумуляції; 3 – зона інтенсивної акумуляції.

Внаслідок різної інтенсивності хвилювання води донні відклади змучуються і включаються в переміщення в напрямку берега та у вздовжбереговому потоку наносів. Переміщуються крупноалевритовий і піщаний матеріал, пелітовий виноситься в море і осаджується на значній глибині поза межами зони хвилювання. Під час штормів до вздовжберегового потоку наносів включається не тільки піщаний матеріал, але й гравійний і галечний. При швидкості течії біля дна 0,1-0,2 м/сек. переміщується черепашковий матеріал. Аналіз батиметричних карт та результатів багаторічних спостережень показав, що донна абразія поставляє до берегової зони велику кількість матеріалу – за останні півтора століття [1] – 11,1

млн. т. Вміст у його складі піщаної фракції 10%, крупнопилуватої – 19%, пелітової – 71%.

Дослідження останнього десятиріччя [1] дозволили визначити в першому наближенні кількість матеріалу, який надходить до берегової зони району досліджень від розмиву дна. Для Обитічної затоки (площа розмиву 2200 км²) при швидкості розмиву 2 мм/рік об'єм матеріалу складає (млн. т.) – 3,8; для Бердянської (520 км²) при швидкості розмиву 2,1 мм/рік – 1,53; для Білосарайської (200 км²) при швидкості розмиву 2,3 мм/рік – 0,62 млн. т. В межах Маріупольського району (площа розмиву лише 100 км²), при швидкості розмиву 2,1 мм/рік до берегової зони надходить 0,28 млн. т. матеріалу (табл. 3).

Таблиця 3.

Надходження до берегової зони матеріалу від розмиву дна Азовського моря за [1]

Затока	Площа розмиву, км ²	Середня швидкість розмиву, мм/рік	Надходження матеріалу, тис. т/рік	Гранулометричні фракції, тис./т		
				псамітова (> 0,1 мм)	алевритова (0,5-0,1 мм)	пелітова (< 0,05 мм)
Білосарайська	200	2,3	620	30	140	450
Бердянська	520	2,1	1530	180	360	990
Обитічна	2200	2,0	3800	460	870	2470
західна частина північного берегу Таганрозької затоки	100	2,1	280	20	40	220

Таким чином, можна брати в розрахунок загальну кількість матеріалу 6,23 млн. т., в тому числі 690 тис. т. піщаної складової.

Звертає на себе увагу малий вміст піщаної фракції в осадках Білосарайського та Маріупольського районів. Пояснення для першого полягає в тому, що Білосарайська затока розміщена в грабеноподібній западині, яка зазнала опускання протягом голоцену, про що свідчить значна (до 15 м) потужність верстви голоценових мулів, в складі яких вміст псамітового матеріалу становить лише 5%. Незначне надходження піщаного матеріалу до берегової зони Маріупольського району, точніше західної частини Таганрозької затоки пояснюється проявом низки факторів, серед яких захищеність від південних, південно-західних вітрів, транзит матеріалу (в тому числі твердого стоку) вздовж берега затоки в західному, південно-західному напрямках.

В межах Утлюцької затоки, захищеної від штормових нагонів південних румбів косою Бирючий острів та косою Федотова, кількість матеріалу від розмиву донних відкладів не перевищує 700 тис. т/рік, в тому числі піщаного матеріалу близько 40 тис. т/рік.

Висновки

1. Надходження до берегової зони пляжоутворювального піщаного матеріалу з розміром частинок понад 0,1 мм від розмиву морського дна (700-720 тис. т/рік) значно перевищує відповідний показник від абразії кліфів. Кількість цього матеріалу, що утворюється внаслідок абразії кліфів Північного Приазов'я, ста-

новить 191 тис. т/рік, внаслідок розмиву кліфів Маріупольського району – 190 тис. т/рік, тобто загалом 381 тис. т/рік. Винос піщаного матеріалу вздовжбереговим потоком від кліфів Маріупольського району в західному напрямку, вірогідно, становить 80-90 тис. т/рік.

2. За результатами моделювання [1] та натурних спостережень у ХХІ столітті величини абразії прогноуються на рівні попередніх років (1970-76 рр.) або з деяким уповільненням. В цьому висновку є один недолік: при розрахунках приймався сучасний літологічний склад берегів, тоді як з кожним роком буде зростати висота берегів і суттєво змінюватиметься літологічний склад прибережних утворень. Активність абразії може зростати внаслідок підйому рівня Світового океану та, відповідно, Азовського моря.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Азовское море в конце ХХ-начале ХХІ веков: геоморфология, осадконакопление, пелагические сообщества /* Ред. **Г.Г.Матишов** // *Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2008.* – Т. X. – 295 с.

2. **Артюхин В.А., Мамыкина В.А.** *Межгодовая изменчивость поступления абразивного материала в береговую зону Азовского моря и его роль в прибрежном осадконакоплении / Береговая зона моря* // *Москва: Наука, 1981.* – С. 67-72.

3. **Давидов О.В.** *Аналіз антропогенного впливу на розвиток берегової зони літодинамічного вузла Бердянської коси* // *Причорноморський екологічний бюлетень (Одеса).* – 2010. – №1 (35). – С. 139-148.

4. **Даценко Л.М., Непша О.В.** Акумулятивні утворення Північного Приазов'я // Ученые записки Таврического национального университета (Симферополь).– 2011.– Том 24 (63), №2, Часть 3.– С. 15-18.

5. **Ивлиева О.В.** Интенсивность современных процессов абразии берегов Азовского моря / Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. Труды VI конференции // Москва: Институт водных проблем РАН, 2004.– С. 366-369.

6. **Ломакин П.Д., Чепиженко А.И., Чепиженко А.А.** Размыв Бердянской косы (Азовское море) после штормового нагона в ноябре 2007 года // Геология и полезные ископаемые Мирового океана.– 2010.– №2.– С. 63-68.

7. **Мамыкина В.А.** Типы берегов северо-восточной части Азовского моря и особенности их динамики / Морские берега // Труды Океанографической комиссии.– 1961.– Т. VIII.– С. 33-44.

8. **Мамыкина В.А.** Современные процессы и защита берегов Азовского моря / Географические проблемы изучения и освоения природных ресурсов Нижнего Дона и Северного Кавказа // Ростов-на-Дону, 1971.– С. 127-128.

9. **Мамыкина В.А.** Интенсивность современных процессов в береговой зоне Азовского моря // Известия Всесоюзного географического общества.– 1978.– Т. 110, вып. 4.– С. 351-355.

10. **Мамыкина В.А., Петренко Э.Б.** О динамике наносов кос Азовского моря (по данным 1962-1964 гг.) / Развитие берегов в условиях колебательных движений земной коры // Таллин, 1966.– С. 160-164.

11. **Мамыкина В.А., Хрусталеv Ю.В.** Процессы абразии и аккумуляции в современном осадконакоплении на примере Азовского моря // Океанология.– 1966.– Т. 6, вып. 3.– С. 42-43.

12. **Мамыкина В.А., Хрусталеv Ю.П.** Береговая зона Азовского моря // Ростов-на-Дону: Изд. Ростовского университета, 1980.– 176 с.

13. **Мамыкина В.А., Хрусталеv Ю.П.** Современное состояние и перспективы развития аккумулятивных форм в Азовском море / Береговая зона моря // Москва: Наука, 1981.– С. 73-78.

14. **Непша О.В.** Сучасні та реліктові аку-

мулятивні форми рельєфу в береговій зоні Північного Приазов'я // Геологічний журнал.– 2012.– №1.– С. 74-77.

15. **Непша О.В.** Про будову кіс Північного Приазов'я // Геологічний журнал.– 2013.– №3.– С. 44-50.

16. **Даценко Л.М., Молодиченко В.В., Непша О.В. та ін.** Північно-Західне Приазов'я: геологія, геоморфологія, геолого-геоморфологічні процеси, геоекологічний стан // Мелітополь: Вид. Мелітопольського державного педагогічного університету, 2014.– 308 с.

17. **Сорокина В.В. Ивлиев П.П., Ивлиева О.В., Бердников С.В.** Современные процессы абразии берегов Азовского моря / Проблемы литодинамики и экосистем Азовского и Керченского пролива. Тезисы докладов Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 8-9 июня 2004 г. // Ростов-на-Дону: Центры валеологии вузов России, 2004.– С. 87-88.

18. **Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В.** Исследование пляжей на абразионных берегах Черного и Азовского морей // Инженерная геология.– 1984.– №2.– С. 73.

REFERENCES

1. Azov Sea in the late XX-early XXI centuries: geomorphology, sedimentation, pelagian assemblages (in Russian) / Ed. **G.G.Matishov** // *Apatites: Publishing house of Kola scientific center of the Russian Academy of sciences*, 2008.– V. X.– 295 p.

2. **Artyukhin V.A., Mamykina V.A.** Year to year variability in the supply of abraded material to the coastal zone of the Azov Sea and its role in coastal sedimentation (in Russian) / *Береговая зона моря* // Moscow: Nauka, 1981.– P. 67-72.

3. **Davydov O.V.** Analysis of anthropogenic influence on development of the coastline zone of Berdiansk Spit lithodynamic nivation (in Ukrainian) // *Black sea ecological bulletin (Odesa)*.– 2010.– №1 (35).– P. 139-148.

4. **Datsenko L.M., Nepsha O.V.** Accumulative formations of the Northern Azov Sea region (in Ukrainian) // *Transactions of the Tavria national university (Simferopol)*.– 2011.– V. 24 (63), №2, Part 3.– P. 15-18.

5. **Ivliyeva O.V.** *The intensity of current processes of marine erosion at the Sea of Azov shores (in Russian) / Dynamics and thermics of rivers, reservoirs and coastal zone of the seas. Proceedings of the VI conference. // Moscow: Water problems Institute, Russian Academy of sciences, 2004.– P. 366-369.*
6. **Lomakin P.D., Chepizhenko A.I., Chepizhenko A.A.** *Berdyansk spit erosion (Azov sea) after the storm tide in November 2007 (in Russian) // Geology and minerals of the World ocean.– 2010.– №2.– P. 63-68.*
7. **Mamykina V.A.** *Types of shores of the north-eastern part of the Sea of Azov and their dynamics features (in Russian) / Sea shores // Proceedings of the Oceanographic commission.– 1961.– V. VIII.– P. 33-44.*
8. **Mamykina V.A.** *Current processes and protection of the Sea of Azov shores (in Russian) / Geographical issues of studying and developing natural resources of the Lower Don and Northern Caucasus // Rostov-on-Don, 1971.– P. 127-128.*
9. **Mamykina V.A.** *Intensity of current processes in the coastal zone of the Azov Sea (in Russian) // Proceedings of All-Union Geographic Society.– 1978.– V. 110, issue 4.– P. 351-355.*
10. **Mamykina V.A., Petrenko E.B.** *Concerning the dynamics of sediments on the Azov Sea spits (according to 1962-1964 data) (in Russian) / Development of coasts in conditions of vibrational movements of the Earth's crust // Tallinn, 1966.– P. 160-164.*
11. **Mamykina V.A., Khrustalev Yu.V.** *The processes of erosion and accumulation in current sedimentation through the example of the Sea of Azov (in Russian) // Oceanology.– 1966.– V. 6, issue 3.– P. 42-43.*
12. **Mamykina V.A., Khrustalev Yu.P.** *Coastal zone of the Azov Sea (in Russian) // Rostov-on-Don: Publishing House of Rostov University, 1980.– 176 p.*
13. **Mamykina V.A., Khrustalev Yu.P.** *The current state and prospects for the development of accumulative forms in the Azov Sea (in Russian) / Coastal zone of the sea // Moscow: Nauka, 1981.– P. 73-78.*
14. **Nepsha O.V.** *Contemporary and relics accumulation forms of the landscape in the coastal zones of the Northern Azov sea region // Geological journal (Kyiv).– 2012.– №1.– P. 74-77.*
15. **Nepsha O.V.** *Concerning spit structure of the Northern Azov sea region // Geological journal (Kyiv).– 2013.– №3.– P. 44-50.*
16. **Datsenko L.M., Molodichenko V.V., Nepsha O.V. a.o.** *North-West Azov sea region: geology, geomorphology, geological and geomorphological processes, geoecological state (in Ukrainian) // Melitopol: Publishing house of Melitopol state pedagogical university, 2014.– 308 c.*
17. **Sorokina V.V., Ivliyev P.P., Ivliyeva O.V., Berdnikov S.V.** *Current processes of the Azov sea shores erosion (in Russian) / Problems of lithodynamics and ecosystems of the Azov and Kerch strait. Abstracts of the International scientific and practical conference. Rostov-on-Don, June 8-9, 2004 // Rostov-on-Don: Publishing house of Healthcare centers of Russia universities, 2004.– P. 87-88.*
18. **Shuyskyi Yu.D., Vykhovanets G.V.** *Study of beaches of the eroded shores of the Black and Azov seas (in Russian) // Engineering geology.– 1984.– №2.– P. 73.*

НЕПША О.В. Надходження теригенного матеріалу внаслідок абразії кліфів та морського дна як фактор стабільності акумулятивних утворень Північного Приазов'я.

Резюме. Північний берег Азовського моря ускладнений акумулятивними утвореннями – косами та пересипами. Найбільш крупними з них є Крива, Білосарайська, Бердянська, Обитічна, Федотова коси та пересип Молочного лиману. На стабільність сучасних кіс та пересипу суттєво впливає абразія кліфів та морського дна. Їх літологічний склад визначає склад теригенного матеріалу у вздовжбереговому потоку та співвідношення гранулометричних фракцій осадового матеріалу в складі кіс і пересипу.

В Таганрозькій затоці на північному березі Азовського моря відслонена потужна товща пліо-

ценових (хапровських) пісків і червоно-бурих глин (поховані пліоценові ґрунти). Внаслідок цього, до берегової зони надходить велика кількість теригенного матеріалу з високим (до 50 об'ємн.%) вмістом піщаної фракції. В південно-західному напрямку верства хапровських пісків виклинюється і берегові обриви представлені куюльницькими й еоплейстоценовими морськими, алювіальними відкладами (піски, піщанисті глини, алеврити) та субаеральною товщею – лессами й похованими ґрунтами. Розмив морських і алювіальних відкладів забезпечує надходження до осадового матеріалу 30-33% піщаної фракції в межах Білосарайського району та 25-27% в межах Бердянського району. В напрямку Обитічної коси, коси Федотова висота кліфів поступово зменшується, абразії зазнають, головним чином, неоплейстоценові леси та поховані ґрунти, вміст піщаної фракції в складі яких не перевищує 9%.

Ключові слова: Азовське море, кліфи, морське дно, абразія, теригенний матеріал, морська коса, пересип, літологічний склад осадків, піщана фракція.

НЕПША А.В. Поступление терригенного материала вследствие абразии клифов и морского дна как фактор стабильности аккумулятивных образований Северного Приазовья.

Резюме. Северный берег Азовского моря осложнен аккумулятивными образованиями – косами и пересыпями. Наиболее крупными из них являются Кривая, Белосарайская, Бердянская, Обиточная, Федотова косы и пересыпь Молочного лимана. На стабильность современных кос и пересыпи существенно влияет абразия клифов и морского дна. Их литологический состав определяет состав терригенного материала во вдольбереговом потоке и соотношение гранулометрических фракций осадочного материала в составе кос и пересыпи. Клифы Северного Приазовья имеют разную высоту и сложены осадочными образованиями разного литологического состава. В Таганрогском заливе на северном берегу Азовского моря обнажена мощная толща плиоценовых (хапровских) песков и красно-бурих глин (погребенные плиоценовые почвы). Поэтому в береговую зону поступает большое количество терригенного материала с высоким (до 50 объёмн.%) содержанием песчаной фракции. В юго-западном направлении пласт хапровских песков выклинивается и береговые обрывы сложены куюльницькими и эоплейстоценовыми морскими, алювиальными отложениями (пески, песчанистые глины, алевриты) и субаэральной толщей – лессами и погребенными почвами. Размыв морских и алювиальных отложений обеспечивает поступление в осадочный материал 30-33% песчаной фракции в пределах Белосарайского района и 25-27% в пределах Бердянского района. В направлении Обиточной косы, косы Федотова высота клифов постепенно снижается, абразии подвергаются, главным образом, неоплейстоценовые лессы и погребенные почвы, содержание песчаной фракции в составе которых не более 9%.

Ключевые слова: Азовское море, клифы, морское дно, абразия, терригенный материал, морская коса, пересыпь, литологический состав осадков, песчаная фракция.

NEPSHA O.V. Input of terrigenous material due to erosion of cliffs and seabed as a factor for accumulative formations stability in the Northern Azov Sea region.

Summary. The northern shore of the Azov sea is complicated by accumulative formations – spits and bay-bars. Kryva, Bilosarayska, Berdyanska, Obytichna, Fedotova spits and the bay-bar of Molochnyi estuary are the largest of them. The stability of current spits and bay-bars is significantly affected by the erosion of the cliffs and the seabed. Their lithologic composition determines the one of the terrigenous material in the alongshore stream and the granulometric fractions ratio of the sedimentary material in the spits and the bay-bar. The cliffs of the Northern Azov region have different heights and are composed of sedimentary formations of different lithologic composition. In the Taganrog bay on the

northern shore of the sea of Azov, a thick stratum of Pliocene (Khapryvian) sands and red-brown clays (buried Pliocene soils) are exposed. Therefore, a large amount of terrigenous material with a high content of sand fraction (up to 50 vol.%) enters the coastal zone. In the south-west direction, the Khapryvian sands layer thins away and the coastal cliffs are composed of Kuyalnyk and Eo-pleistocene marine alluvial deposits (sands, sandy clays, silts) and subaerial strata (loess and buried soils). The erosion of marine and alluvial sediments provides 30-33% of the sand fraction in sedimentary material within the Belosarayskyi region and 25-27% of that within the Berdyansk district. The height of the cliffs gradually decreases towards the Obytichna spit and the Fedotova spit, mainly the Neo-Pleistocene loesses and buried soils are subjected to erosion, the content of the sandy fraction in them does not exceed 9%.

Key words: the Sea of Azov, cliffs, seabed, erosion, terrigenous material, marine spit, bay-bar, lithological composition of sediments, sand fraction.

*Надійшла до редакції 25 лютого 2016 р.
Представив до публікації професор О.В.Чепіжко.*

УДК 549 : 553.31 (477.63)

Евтехов В.Д., Евтехов Е.В., Шепелюк М.А., Филенко В.В., Тихливец С.В.,
Смирнов А.Я., Прилепа Д.Н., Демченко О.С., Стрельцов В.О.

АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ МИНЕРАЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ БЕДНЫХ МАГНЕТИТОВЫХ РУД ПЕРВОМАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРИВБАССА

Изложены результаты минералогического изучения материала более 1000 проб руд разной геологической позиции, генезиса, состава, структура, текстуры. Показано, что по условиям образования руды месторождения могут быть разделены на первичные (аутигенно-метаморфогенные) и эпигенетически преобразованные (натриевые метасоматиты, тектониты и более редкие шоковые метаморфиты, диафториты, калиевые метасоматиты, гидротермалиты; гипергенно преобразованные руды и др.). Обосновано выделение 163 рядовых, 75 укрупненных, 8 объединенных минералого-генетических разновидностей руд. С использованием результатов изучения обогатимости руд возможно выделение их генеральных разновидностей, которые можно рассматривать в качестве минералого-технологических сортов руд.

Общие сведения. Исходным сырьем Северного горнообогатительного комбината (СевГОКа) являются магнетитовые кварциты – бедные магнетитовые руды, нуждающиеся в обогащении. Добыча руд производится в Первомайском и Анновском карьерах, которыми разрабатываются продуктивные толщи Первомайского и Анновского месторождений. Первомайское месторождение, являющееся основным источником сырья СевГОКа, расположено на границе Северного и Центрального железорудных районов Кривбасса.

Одной из важнейших задач геологической службы комбината является эффективное усреднение руд перед подачей на обогатительную фабрику с целью обеспечения стабильной работы основных ее узлов в оптимальных режимах, достижения высоких показателей качества производимого концентрата, его выхода, извлечения железа в концентрат и минимизации потерь железа в отходах обога-

щения. Для обеспечения стабильности показателей рудной массы, подаваемой на обогатительную фабрику ГОКа отработку рудных залежей следует вести с учетом минералого-технологической классификации руд и в соответствии с геолого-технологической картой месторождения. Минералого-технологическая классификация руд составляется на основе их минералого-генетической классификации [8, 9, 23, 36]. Наиболее детальные геологические, минералогические исследования и технологические испытания руд месторождения проводились в 60-70 гг. XX ст. в связи со строительством и вводом в действие СевГОКа. Позднее активность проведения этих работ ослабевала, а со середины 90-х годов XX ст. исследования практически прекратились. За прошедшие более 20 лет контуры добычных работ карьеров всех ГОКов Кривбасса вышли за границы детально изученных частей рудных залежей. В составе продуктивных толщ месторождений

появились руды с непрогнозируемыми качественными характеристиками, плотностными и прочностными свойствами. Это вызывает все более ощутимые затруднения в оперативном и перспективном планировании разработки месторождений и работы дробильных, обогатительных фабрик. Возникла необходимость актуализации минералого-генетических, минералого-технологических классификаций руд, геолого-технологических карт месторождений. Эти проблемы в полной мере относятся к Первомайскому месторождению СевГОКа.

Результаты ранее выполненных исследований. Первомайское месторождение относится к наиболее глубоко и всесторонне изученным геологическим объектам Криворожского бассейна. Во многих публикациях [2, 3, 5, 7, 8, 12-14, 22, 23, 26, 31, 35] рассмотрены вопросы локализации месторождения в зоне пересечения Криворожско-Кременчугского и Девладовского глубинных разломов, стратиграфии железорудной саксаганской свиты, других свит криворожской серии, тектоники, многоэтапности истории формирования месторождения, условий динамотермального метаморфизма, натриевого метасоматоза, шокового метаморфизма, гидротермальных явлений, гипергенеза, других эпигенетических геологических процессов, проявление которых обусловило широкий спектр минералогических показателей и, как результат, – технологических параметров обогащения руд. Построены и продолжают уточняться геологические карты и разрезы месторождения (рис. 1, 2).

На протяжении 80-90-х годов XX ст. были выделены 49 рядовых минеральных разновидностей магнетитовых кварцитов (метаморфитов, натриевых метасоматитов, тектонитов) продуктивной толщи месторождения, представленной пятым и шестым железистыми горизонтами саксаганской свиты [8, 9]. Более поздние минералогические исследования показали, что с расширением фронта добычных работ и углублением карьера количество минеральных разновидностей руд значительно возросло. Многие из них оказались недостаточно изученными как в минералогическом, так и в технологическом отношении.

Целью авторов настоящей публикации бы-

ло максимально детальное выделение рядовых минералого-генетических разновидностей руд, имеющих заметное распространение в составе продуктивной толщи месторождения, и разработка системы объединения рядовых разновидностей в укрупненные, объединенные, генеральные минералого-генетические разновидности руд.

Исходный материал и методика работы. Работа по систематике минеральных разновидностей руд основывалась на результатах геологических, минералогических исследований, данных химических анализов магнетитовых кварцитов продуктивной толщи месторождения. Кроме собственных, авторы отчета использовали также фондовые материалы геологической службы СевГОКа, Криворожской комплексной геологической партии Казенного предприятия «Южургеология», Северно-Криворожской геологоразведочной партии Управления «Укрчерметгеология», Криворожского национального университета и сведения из более чем 300 литературных источников, из которых 37 наиболее значимых приведены ниже в списке литературы.

Минералогическое опробование рудных залежей выполнялось на основе устаревшей, но используемой в настоящее время минералогической классификации бедных магнетитовых руд (магнетитовых кварцитов) Первомайского месторождения. Были отобраны пробы всех минеральных разновидностей руд. При опробовании учитывалась изменчивость минерального состава железистых кварцитов в разрезах рудных залежей и с глубиной. Масса каждой рядовой минералогической пробы составляла 20-25 кг. Отбор их производился во всех забоях карьера, на всех гипсометрических горизонтах ведения горных работ. Для обеспечения однородности материала проб использовался точечный метод опробования. Рядовые пробы отбирались с таким расчетом, чтобы их материал можно было скомпоновать в укрупненные минералогические пробы; при этом представительность каждой укрупненной пробы должна быть близкой – по 8-10 рядовых проб в составе каждой укрупненной пробы. Из материала каждой рядовой пробы после его дробления до

крупности 20-0 мм и усреднения отбирались навески для изготовления прозрачных и полированных шлифов (количество их определялось степенью минералогической неоднородности руды) и для выполнения сокращенных фазовых анализов железа (определение содер-

жания в составе руды $Fe_{общ.}$ и $Fe_{магн.}$). Кроме того, отбирались навески массой около 10 кг для проведения в дальнейшем технологических испытаний. Сохранялись дубликаты проб массой около 10 кг. Было отобрано 275 рядовых минералогических проб.

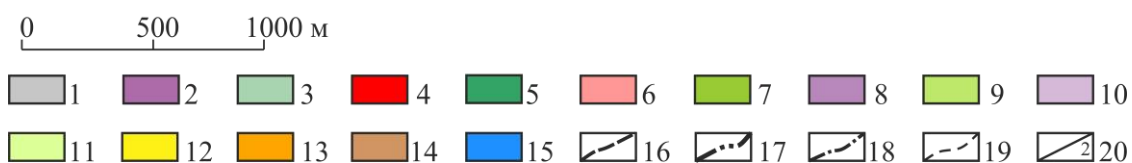
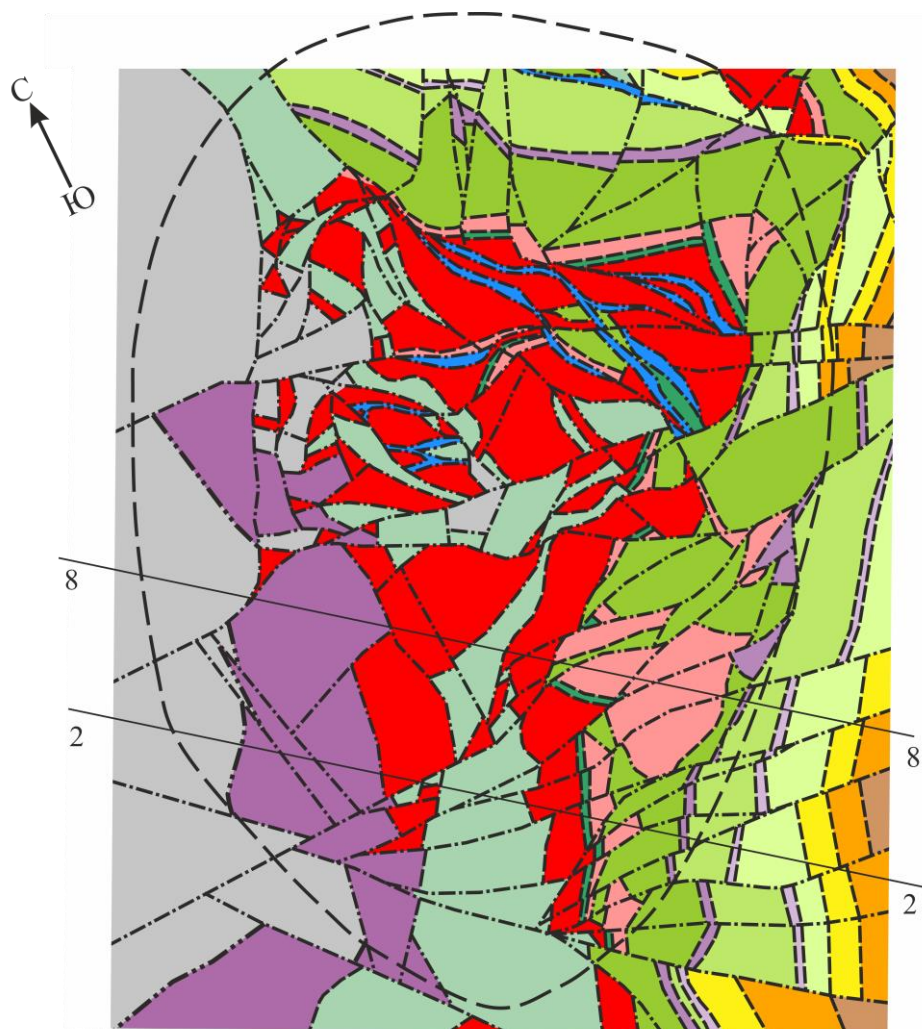


Рис. 1. Геологическая карта Первомайского месторождения (составлена авторами с участием Д.Н.Прилепы).

1-15 – криворожская серия: 1 – метакластолиты и доломитовые мраморы гданцевской свиты; 2-11 – железистые породы саксаганской свиты: 2 – магнетит-силикатные кварциты седьмого железистого горизонта; 3 – магнетит-силикатные кварциты и сланцы седьмого

сланцевого горизонта; 4 – магнетитовые кварциты шестого железистого горизонта; 5 – магнетит-силикатные кварциты и сланцы шестого сланцевого горизонта; 6 – магнетитовые кварциты пятого железистого горизонта; 7 – сланцы объединенного третьего-пятого сланцевого горизонта; 8 – магнетит-силикатные кварциты второго железистого горизонта; 9 – сланцы второго сланцевого горизонта; 10 – магнетит-силикатные кварциты первого железистого горизонта; 11 – сланцы первого сланцевого горизонта; 12-14 – породы скелеватской свиты: 12 – тальк-содержащие сланцы верхней подсвиты; 13 – кварц-мусковитовые сланцы («филлиты») средней подсвиты; 14 – мусковитовые кварциты («аркозы») нижней подсвиты; 15 – брекчии смешанного состава; 16 – линии стратиграфически согласного залегания толщ; 17 – линии стратиграфически несогласного залегания толщ; 18 – разрывные нарушения; 19 – контур Первомайского карьера; 20 – линии разведочных профилей.

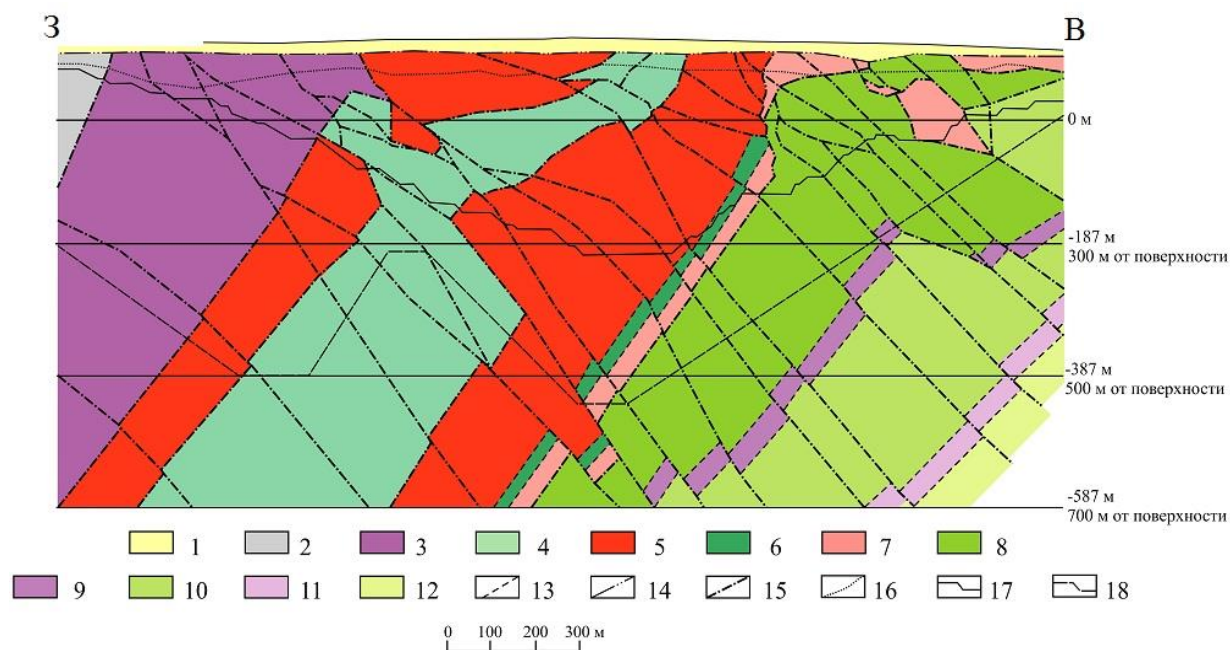


Рис. 2. Геологический разрез Первомайского месторождения по линии разведочного профиля 8-8 (составлена авторами с участием Д.Н.Прилепы).

1 – осадочные породы кайнозойского чехла; 2-12 – метаморфические породы криворожской серии: 2 – метакластоциты и доломитовые мраморы гданцевской свиты; 3-12 – железистые породы саксаганской свиты: 3 – магнетит-силикатные кварциты седьмого железистого горизонта; 4 – магнетит-силикатные кварциты и сланцы седьмого сланцевого горизонта; 5 – магнетитовые кварциты шестого железистого горизонта; 6 – магнетит-силикатные кварциты и сланцы шестого сланцевого горизонта; 7 – магнетитовые кварциты пятого железистого горизонта; 8 – сланцы объединенного третьего-пятого сланцевого горизонта; 9 – магнетит-силикатные кварциты второго железистого горизонта; 10 – сланцы второго сланцевого горизонта; 11 – магнетит-силикатные кварциты первого железистого горизонта; 12 – сланцы первого сланцевого горизонта; 13 – линии стратиграфически согласного залегания толщ; 14 – линии стратиграфически несогласного залегания толщ; 15 – разрывные нарушения; 16 – нижняя границы коры выветривания пород криворожской серии; 17 – современный контур Первомайского карьера; 18 – проектный контур Первомайского карьера.

Многоэтапность формирования продуктивной и вмещающих толщ Первомайского месторождения, разнообразие и активность проявления эпигенетических геологических процессов обусловили разнообразие минерального состава руд. Для получения надежных их минералогических характеристик использовались сведения о минеральном и химическом составе, структуре, текстуре магнетитовых кварцитов вскрытой в настоящее время части продуктивной толщи месторождения, представленной материалом отобранных авторами 275 минералогических проб. К этому массиву данных были приобщены фондовые данные о результатах около 750 ранее выполненных испытаний руд.

Минералогические исследования выполнялись в лабораториях кафедры геологии и прикладной минералогии Криворожского национального университета с использованием стандартных методов (микроскопических, топоминералогических, минералогонтогенетических, петрохимических, минералоготехнологических), адаптированных в соответствии со стоящими перед авторами задачами. Полученные данные обобщались и анализировались с использованием стандартных и адаптированных компьютерных программ.

Результаты и их обсуждение. По результатам обобщения и анализа результатов изучения материала более 1000 проб, руды Первомайского месторождения были разделены на две группы: первичные (аутигенно-метаморфогенные) и эпигенетически преобразованные. Среди последних были выделены натриевые метасоматиты и тектониты. Другие группы эпигенетически измененных руд (шоковые метаморфиты, хлорит- и карбонатсодержащие диафориты, гидротермалиты, гипергенно преобразованные руды и др.) в качестве самостоятельных групп не выделялись в связи с их незначительным присутствием в составе продуктивной толщи месторождения – каждого не более 0,1% от ее общей массы.

В табл. 1 приведен перечень минеральных разновидностей первичных (метаморфогенных) магнетитовых кварцитов, не подвергшихся эпигенетическим изменениям, и про-

дуктов их преобразования под действием натрий-содержащих метасоматирующих флюидов. Минеральные разновидности первичных магнетитовых кварцитов расположены в соответствии с их положением в разрезах пятого и шестого железистых горизонтов в направлении от их центральной (верх таблицы) к периферийной (низ) зонам [4, 6, 9, 10, 17, 19, 24, 25, 29, 32, 34, 36, 37]. Продукты натриевого метасоматоза также расположены (слева направо) в соответствии с минералогической зональностью метасоматических тел – от их центральных зон (зоны эгиринизации) к периферийным (зоны окварцевания) [1, 7, 9, 11, 12, 15, 18, 20, 21, 24, 27-30, 33].

Из данных табл. 1 следует, что натриевые метасоматиты формировались путем замещения метаморфогенных магнетитовых кварцитов практически всех минеральных разновидностей. Ранее в работах одного из авторов [9, 11, 14] было показано, что в ряду исходных магнетитовых кварцитов от гематитсодержащих (центральные зоны пятого и шестого железистых горизонтов) к силикатсодержащим (периферийные зоны горизонтов) вероятность и активность натриевого метасоматоза уменьшалась. Очень слабо затронуты натриевым метасоматозом горные породы сланцевых горизонтов – только в участках их прилегания к мощным зонам интенсивной эгиринизации, рибекитизации магнетитовых кварцитов пятого и шестого железистых горизонтов.

Результаты выполненных авторами геологических наблюдений и минералогических исследований показали, что эгириновые метасоматиты (эгириниты) и интенсивно рибекитизированные магнетитовые кварциты (рибекититы), вне зависимости от состава исходных магнетитовых кварцитов (магнетитжелезнослюдковых, железнослюдкомагнетитовых, магнетитовых, куммингтонитмагнетитовых) характеризуются высокой стабильностью минералогических, химических характеристик, структуры и текстуры. Это свидетельствует о том, что в определении этих показателей более важное значение имел ме-

тасоматический фактор по сравнению с аутигенно-метаморфическим.

Таблица 1.

Первичные (метаморфогенные) магнетитовые кварциты, натриевые метасоматиты и их представленность в продуктивной толще Первомайского месторождения

Первичные (аутигенно-метаморфогенные) образования			Продукты натриевого метасоматоза				
состав исходных осадков	минеральные разновидности магнетитовых кварцитов и стратиграфические горизонты	присутствие (+) или отсутствие (-) в составе продуктивной толщи	эгиринизированные магнетитовые кварциты (эгириниты)	интенсивно рибекитизированные магнетитовые кварциты и магнетит-рибекитовые метасоматиты (рибекититы)	умеренно рибекитизированные магнетитовые кварциты	слабо рибекитизированные магнетитовые кварциты	окварцованные магнетитовые кварциты
магнетит-гематитовый	кварциты магнетит-железнослюдковые, 5f	+	+	+	+	+	+
гематит-магнетитовый	кварциты железнослюдко-магнетитовые, 5f, 6f	+	+	+	+	+	+
магнетитовый с гематитом	кварциты магнетитовые краснослоистые, 5f, 6f	+	+	+	+	+	+
магнетитовый с безглиноземными силикатами и карбонатами	кварциты магнетитовые серослоистые, 5f, 6f	+	+	+	+	+	+
карбонат-силикат-магнетитовый (силикаты безглиноземные)	кварциты куммингтонит-магнетитовые, 5f, 6f	+	+	+	+	+	+
карбонат-силикат-магнетитовый (силикаты глиноземсодержащие)	кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые, внутриформационные, в составе 6f и в зоне	+	-	-	+	+	+

	контакта 6f и 6s						
карбонат- силикат- магнети- товый (силикаты глинозем- содержа- щие)	кварциты биотит- куммингто- нит- магнетито- вые, зона контак- та 6f и 7s	+	-	-	+	+	+
магнетит- карбонат- силикат- ный (си- ликаты безглино- земные)	кварциты магнетит- куммингто- нитовые, зона контак- та 5f и 3-5s	+	+	+	+	+	+
магнетит- карбонат- силикат- ный (си- ликаты глинозем- содержа- щие)	кварциты магнетит- биотит- куммингто- нитовые внутрифор- мационные, в составе 6f и в зоне контакта 6f и 6s	+	-	-	+	+	+
магнетит- карбонат- силикат- ный (силикаты глинозем- содержа- щие)	кварциты магнетит- биотит- куммингто- нитовые, зона контак- та 6f и 7s	+	-	-	+	+	+

Стратиграфические горизонты: 3-5s, 5f, 6s, 6f, 7s, соответственно, – третий-пятый сланцевый, пятый железистый, шестой сланцевый, шестой железистый, седьмой сланцевый.

Различия выявляются только при более тонких минералогических исследованиях. Например, при изучении особенностей состава рибекита (от центральных к периферийным зонам пятого и шестого железистых горизонтов содержание в его составе магнезиальной составляющей возрастает) или эгирина (в этом же направлении его химический состав все более отличается от стехиометрического в связи с повышением содержания жедритового, диопсидового, геденбергитового и других минералов). В связи с этим при составлении минералогической классификации руд эгирины и рибекиты могут быть приведены одной строкой – без разделения по минеральным

разновидностям исходных магнетитовых кварцитов. Продукты слабой рибекитизации и окварцевания магнетитовых кварцитов разного исходного состава сохраняют характерные черты последних, поэтому в перечнях минеральных разновидностей магнетитовых руд (табл. 1, 2) и в классификациях рядовых и укрупненных минералогических разновидностей руд (табл. 3, 4) они приведены отдельно.

Результаты изучения геологической структуры месторождения свидетельствуют, что по разрывным нарушениям систем долгоживущих глубинных Криворожско-Кременчугского и Девладовского разломов неоднократно происходили тектонические движения, в связи с

чем как исходные магнетитовые кварциты, так и позднее образовавшиеся продукты их метасоматических изменений подвергались неоднократным динамометаморфическим преобразованиям [3, 8, 14, 16, 35]. В зависимости от степени дробления и измельчения исходных магнетитовых кварцитов и метасоматитов, авторы настоящей публикации выделили четыре группы структурных и текстурных разновидностей дробленных и измельченных руд: 1) трещиноватые; 2) брекчированные; 3) катаклазированные; 4) милонитизированные.

Выполненные авторами настоящей работы минералогические, технологические исследования и результаты эксплуатационной разведки месторождения показали, что трещиноватость руд слабо влияет на их минеральный, химический состав, структурные, текстурные характеристики и показатели обогащения. В связи с этим авторы приняли решение не выделять трещиноватые разновидности исход-

ных (аутигенно-метаморфогенных) руд и натриевых метасоматитов в качестве самостоятельных минеральных разновидностей, присоединить их к разновидностям тектонически ненарушенных руд соответствующего происхождения и состава.

В многочисленных зонах разрывных нарушений месторождения присутствуют продукты дробления и измельчения железистых кварцитов и сланцев разного минерального состава. В связи с этим в составе продуктивной толщи месторождения были выделены брекчии, катаклазиты и милониты – рудные и смешанные рудно-породные. Количественное соотношение в составе последних разных руд и горных пород очень вариативно, в связи с этим авторы отказались от разделения динамометаморфитов смешанного состава на более дробные разновидности с относительно постоянным породным и минеральным составом (табл. 2).

Таблица 2.

Перечень динамометаморфитов по первичным (метаморфогенным) магнетитовым кварцитам, натриевым метасоматитам и их представленность в продуктивной толще Первомайского месторождения

Минеральные разновидности первичных (аутигенно-метаморфогенных) руд и натриевых метасоматитов	Структурные и текстурные разновидности тектонитов		
	брекчии	катаклазиты	милониты
Динамометаморфиты по первичным (аутигенно-метаморфогенным) образованиям			
кварциты магнетит-железнослюдковые	+	+	+
кварциты железнослюдко-магнетитовые	+	+	+
кварциты магнетитовые краснослоистые	+	+	+
кварциты магнетитовые серослоистые	+	+	+
кварциты куммингтонит-магнетитовые	+	+	+
кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	+	+	+
кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые (зоны контакта 6f и 7f)	+	+	+
кварциты магнетит-куммингтонитовые (зона контакта 5f и 3-5s)	+	+	+
кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	+	+	+
кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые (зоны контакта 6f и 7f)	+	+	+
Динамометаморфиты по натриевым метасоматитам			
метасоматиты рибекит-магнетит-эгириновые, железнослюдко-рибекит-магнетит-эгириновые (эгириниты)	+	+	+
кварциты рибекит-магнетитовые, железнослюдко-рибекит-магнетитовые, метасоматиты магнетит-рибекитовые (рибекититы)	+	+	+
кварциты магнетит-железнослюдковые	+	+	+

умеренно рибекитизированные			
кварциты железослюдко-магнетитовые умеренно рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетитовые краснослоистые умеренно рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетитовые серослоистые умеренно рибекитизированные	+	+	+
кварциты куммингтонит-магнетитовые умеренно рибекитизированные	+	+	+
кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f) умеренно рибекитизированные	+	+	+
кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые (зоны контакта 6f и 7f) умеренно рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетит-куммингтонитовые (зоны контакта 5f и 3-5s) умеренно рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f) умеренно рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые (зоны контакта 6f и 7f) умеренно рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетит-железослюдковые слабо рибекитизированные	+	+	+
кварциты железослюдко-магнетитовые слабо рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетитовые краснослоистые слабо рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетитовые серослоистые слабо рибекитизированные	+	+	+
кварциты куммингтонит-магнетитовые слабо рибекитизированные	+	+	+
кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f) слабо рибекитизированные	+	+	+
кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые (зоны контакта 6f и 7f) слабо рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетит-куммингтонитовые (зоны контакта 5f и 3-5s) слабо рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f) слабо рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые (зоны контакта 6f и 7f) слабо рибекитизированные	+	+	+
кварциты магнетит-железослюдковые окварцованные	+	+	+
кварциты железослюдко-магнетитовые окварцованные	+	+	+
кварциты магнетитовые краснослоистые окварцованные	+	+	+
кварциты магнетитовые серослоистые окварцованные	+	+	+
кварциты куммингтонит-магнетитовые окварцованные	+	+	+
кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f) окварцованные	+	+	+
кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые (зоны контакта 6f и 7f) окварцованные	+	+	+
кварциты магнетит-куммингтонитовые (зоны контакта 5f и 3-5s) окварцованные	+	+	+
кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	+	+	+

окварцованные			
кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые (зоны контакта 6f и 7f) окварцованные	+	+	+
Динамометаморфиты смешанного породного состава	+	+	+

При изучении динамометаморфитов, которые формировались по натриевым метасоматитам, было учтено минералогическое подобие как эгириновых, так и рибекитовых метасоматитов, образовавшихся по первичным магнетитовым кварцитам разного состава. В связи с этим в табл. 2 приведены динамометаморфиты эгириновых и рибекитовых метасоматитов без разделения их по минеральным разновидностям исходных железистых кварцитов.

Для практических целей использования магнетитовых руд важен показатель распространенности их рядовых минеральных разновидностей. Он был определен авторами по данным геологических наблюдений в забоях

карьера и с учетом ранее полученных данных, содержащихся в фондовых источниках (геологические отчеты Ю.Л.Ахкозова, Т.Е.Бутыриной, А.Е.Грицины, Т.П.Гушко, В.Д.Евтехова, Л.Р.Мещеряковой, А.В.Плотникова, М.Д.Удовенко и др за 1975-2009 гг.). В табл. 3 значения распространенности приведены в массовых процентах, полученных путем пересчета данных в объемных процентах с учетом средней плотности магнетитовых руд месторождения в целом и плотности отдельных их минеральных разновидностей. Данные табл. 3 могут быть уточнены при дальнейшем развитии горнодобычных работ.

Таблица 3.

Минералогическая классификация магнетитовых руд продуктивной толщи Первомайского месторождения.

1. Рядовые минеральные разновидности руд

Индексы рядовых минеральных разновидностей руд	Рядовые минеральные разновидности руд	Распространенность в составе продуктивной толщи месторождения, масс. %
Первичные (метаморфогенные) магнетитовые кварциты		
1р	кварциты магнетит-железнослюдковые	0,1
2р	кварциты железнослюдко-магнетитовые	0,3
3р	кварциты магнетитовые краснослоистые	14,9
4р	кварциты магнетитовые серослоистые	5,4
5р	кварциты куммингтонит-магнетитовые	3,8
6р	кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	2,0
7р	кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые (зоны контакта 6f и 7s)	1,9
8р	кварциты магнетит-куммингтонитовые (зоны контакта 5f и 3-5s)	2,1
9р	кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	1,7
10р	кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые (зоны контакта 6f и 7s)	1,8
Всего		34,0
Натриевые метасоматиты		
11р	метасоматиты рибекит-магнетит-эгириновые, железнослюдко-рибекит-магнетит-эгириновые (эгириниты)	0,8
12р	метасоматиты магнетит-рибекитовые, железнослюдко-магнетит-рибекитовые (рибекититы)	1,0
продукты умеренной рибекитизации:		

13p	кварциты железнослюдко-рибекит-магнетитовые (кварциты магнетит-железнослюдковые и железнослюдко-магнетитовые умеренно рибекитизированные)	0,2
14p	кварциты рибекит-магнетитовые (кварциты магнетитовые краснослоистые и серослоистые)	5,3
15p	кварциты магнезиорибекит-магнетитовые (кварциты куммингтонит-магнетитовые умеренно рибекитизированные)	1,3
16p	кварциты биотит-магнезиорибекит-магнетитовые (кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые умеренно рибекитизированные) (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
17p	кварциты биотит-магнезиорибекит-магнетитовые (кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые умеренно рибекитизированные) (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
18p	кварциты магнетит-магнезиорибекитовые (кварциты магнетит-куммингтонитовые умеренно рибекитизированные) (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,2
19p	кварциты магнетит-биотит-магнезиорибекитовые (кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые умеренно рибекитизированные) (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
20p	кварциты магнетит-биотит-магнезиорибекитовые (кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые умеренно рибекитизированные) (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
продукты слабой рибекитизации:		
21p	кварциты магнетит-железнослюдковые слабо рибекитизированные	0,1
22p	кварциты железнослюдко-магнетитовые слабо рибекитизированные	0,3
23p	кварциты магнетитовые краснослоистые слабо рибекитизированные	13,7
24p	кварциты магнетитовые серослоистые слабо рибекитизированные	15,0
25p	кварциты куммингтонит-магнетитовые слабо рибекитизированные	2,8
26p	кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые слабо рибекитизированные (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,2
27p	кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые слабо рибекитизированные (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
28p	кварциты магнетит-куммингтонитовые слабо рибекитизированные (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,3
29p	кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые слабо рибекитизированные (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,2
30p	кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые слабо рибекитизированные зоны контакта 6f и 7s)	0,1
продукты окварцевания:		
31p	кварциты манетит-железнослюдковые окварцованные	0,1
32p	кварциты железнослюдко-магнетитовые окварцованные	0,2
33p	кварциты магнетитовые краснослоистые окварцованные	0,5
34p	кварциты магнетитовые серослоистые окварцованные	0,2
35p	кварциты куммингтонит-магнетитовые окварцованные	0,1
36p	кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые окварцованные (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
37p	кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые окварцованные (зоны контакта 6f и 7s)	0,0

Актуализированная минералого-генетическая классификация бедных магнетитовых руд ...

38p	кварциты магнетит-куммингтонитовые окварцованные (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,1
39p	кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые окварцованные (внутриформационные 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
40p	кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые окварцованные (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
Всего		43,4
Брекчии		
первичных (аутигенно-метаморфогенных) магнетитовых кварцитов		
41p	кварцитов магнетит-железнослюдковых	0,0
42p	кварцитов железнослюдко-магнетитовых	0,1
43p	кварцитов магнетитовых краснослоистых	1,9
44p	кварцитов магнетитовых серослоистых	0,9
45p	кварцитов куммингтонит-магнетитовых	0,6
46p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,2
47p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
48p	кварцитов магнетит-куммингтонитовых (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,2
49p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,2
50p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
натриевых метасоматитов		
эгириновых и рибекитовых метасоматитов:		
51p	метасоматитов рибекит-магнетит-эгириновых, железнослюдко-рибекит-магнетит-эгириновых (эгиринов)	0,1
52p	метасоматитов магнетит-рибекитовых, железнослюдко-рибекит-магнетитовых (рибекитов)	0,2
умеренно рибекитизированных магнетитовых кварцитов:		
53p	кварцитов железнослюдко-рибекит-магнетитовых (кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	0,2
54p	кварцитов рибекит-магнетитовых (кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых умеренно рибекитизированных)	0,8
55p	кварцитов магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов куммингтонит-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	0,2
56p	кварцитов биотит-магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых умеренно рибекитизированных) (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
57p	кварцитов биотит-магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов биотит-куммингтонит магнетитовых умеренно рибекитизированных) (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
58p	кварцитов магнетит-магнезиорибекитовых (кварцитов магнетит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных) (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,0
59p	кварцитов магнетит-биотит-магнезиорибекитовых (кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных) (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
60p	кварцитов магнетит-биотит-магнезиорибекитовых (кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных) (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
слабо рибекитизированных магнетитовых кварцитов:		

61p	кварцитов магнетит-железнослюдковых слабо рибекитизированных	0,0
62p	кварцитов железнослюдко-магнетитовых слабо рибекитизированных	0,1
63p	кварцитов магнетитовых краснослоистых слабо рибекитизированных	1,2
64p	кварцитов магнетитовых серослоистых слабо рибекитизированных	0,4
65p	кварцитов куммингтонит-магнетитовых слабо рибекитизированных	0,2
66p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых слабо рибекитизированных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
67p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых слабо рибекитизированных (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
68p	кварцитов магнетит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,1
69p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
70p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
окварцованных магнетитовых кварцитов:		
71p	кварцитов магнетит-железнослюдковых окварцованных	0,0
72p	кварцитов железнослюдко-магнетитовых окварцованных	0,1
73p	кварцитов магнетитовых краснослоистых окварцованных	0,4
74p	кварцитов магнетитовых серослоистых окварцованных	0,2
75p	кварцитов куммингтонит-магнетитовых окварцованных	0,1
76p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых окварцованных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
77p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых окварцованных (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
78p	кварцитов магнетит-куммингтонитовых окварцованных (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,0
79p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых окварцованных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
80p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых окварцованных (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
Всего		9,5
Катаклазиты		
первичных (аутигенно-метаморфогенных) магнетитовых кварцитов		
81p	кварцитов магнетит-железнослюдковых	0,0
82p	кварцитов железнослюдко-магнетитовых	0,1
83p	кварцитов магнетитовых краснослоистых	0,8
84p	кварцитов магнетитовых серослоистых	0,4
85p	кварцитов куммингтонит-магнетитовых	0,2
86p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
87p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
88p	кварцитов магнетит-куммингтонитовых (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,1
89p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
90p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
натриевых метасоматитов		

эгириновых и рибекитовых метасоматитов:		
91p	метасоматов рибекит-магнетит-эгириновых, железослюдко-рибекит-магнетит-эгириновых (эгиринитов)	0,1
92p	метасоматитов магнетит-рибекитовых, железослюдко-магнетит рибекитовых (рибекититов)	0,1
умеренно рибекитизированных магнетитовых кварцитов:		
93p	кварцитов железослюдко-магнетит-рибекитовых (кварцитов магнетит-железослюдковых и железослюдко-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	0,1
94p	кварцитов рибекит магнетитовых (кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых умеренно рибекитизированных)	0,2
95p	кварцитов магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов куммингтонит-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	0,0
96p	кварцитов биотит-магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых умеренно рибекитизированных) (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
97p	кварцитов биотит-магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых умеренно рибекитизированных) (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
98p	кварцитов магнетит-магнезиорибекитовых (кварцитов магнетит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных) (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,0
99p	кварцитов магнетит-биотит-магнезиорибекитовых (кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных) (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
100p	кварцитов магнетит-биотит-магнезиорибекитовых (кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных) (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
слабо рибекитизированных магнетитовых кварцитов:		
101p	кварцитов магнетит-железослюдковых слабо рибекитизированных	0,0
102p	кварцитов железослюдко-магнетитовых слабо рибекитизированных	0,1
103p	кварцитов магнетитовых краснослоистых слабо рибекитизированных	0,2
104p	кварцитов магнетитовых серослоистых слабо рибекитизированных	0,1
105p	кварцитов куммингтонит-магнетитовых слабо рибекитизированных	0,1
106p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых слабо рибекитизированных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
107p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых слабо рибекитизированных (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
108p	кварцитов магнетит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,0
109p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
110p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных (зоны контакта 6f и 7s)	0,1
окварцованных магнетитовых кварцитов:		
111p	кварцитов магнетит-железослюдковых окварцованных	0,0
112p	кварцитов железослюдко-магнетитовых окварцованных	0,1

113р	кварцитов магнетитовых краснослоистых окварцованных	0,2
114р	кварцитов магнетитовых серослоистых окварцованных	0,1
115р	кварцитов куммингтонит-магнетитовых окварцованных	0,1
116р	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых окварцованных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
117р	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых окварцованных (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
118р	кварцитов магнетит-куммингтонитовых окварцованных (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,0
119р	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых окварцованных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,1
120р	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых окварцованных (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
Всего		4,4
Милониты		
первичных (аутигенно-метаморфогенных) магнетитовых кварцитов		
121р	кварцитов магнетит-железнослюдковых	0,0
122р	кварцитов железнослюдко-магнетитовых	0,0
123р	кварцитов магнетитовых краснослоистых	0,1
124р	кварцитов магнетитовых серослоистых	0,1
125р	кварцитов куммингтонит-магнетитовых	0,0
126р	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,0
127р	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
128р	кварцитов магнетит-куммингтонитовых (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,0
129р	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,0
130р	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
натриевых метасоматитов		
эгириновых и рибекитовых метасоматитов:		
131р	метасоматитов рибекит-магнетит-эгириновых, железнослюдко-рибекит-магнетит-эгириновых (эгиринов)	0,0
132р	метасоматитов магнетит-рибекитовых, железнослюдко-рибекит-магнетитовых (рибекитов)	0,0
умеренно рибекитизированных магнетитовых кварцитов:		
133р	кварцитов железнослюдко-рибекит-магнетитовых (кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	0,0
134р	кварцитов рибекит-магнетитовых (кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых умеренно рибекитизированных)	0,1
135р	кварцитов магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов куммингтонит-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	0,0
136р	кварцитов биотит-магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых умеренно рибекитизированных) (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,0
137р	кварцитов биотит-магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов биотит-куммингтонит магнетитовых умеренно рибекитизированных) (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
138р	кварцитов магнетит-магнезиорибекитовых (кварцитов магнетит-куммингтонит умеренно рибекитизированных) (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,0
139р	кварцитов магнетит-биотит-магнезиорибекитовых	0,0

Актуализированная минералого-генетическая классификация бедных магнетитовых руд ...

	(кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных) (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	
140p	кварцитов магнетит-биотит-магнезиорибекитовых (кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных) (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
слабо рибекитизированных магнетитовых кварцитов:		
141p	кварцитов магнетит-железнослюдковых слабо рибекитизированных	0,0
142p	кварцитов железнослюдко-магнетитовых слабо рибекитизированных	0,0
143p	кварцитов магнетитовых краснослоистых слабо рибекитизированных	0,1
144p	кварцитов магнетитовых серослоистых слабо рибекитизированных	0,1
145p	кварцитов куммингтонит-магнетитовых слабо рибекитизированных	0,0
146p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых слабо рибекитизированных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,0
147p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых слабо рибекитизированных (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
148p	кварцитов магнетит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,0
149p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,0
150p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
окварцованных магнетитовых кварцитов:		
151p	кварцитов магнетит-железнослюдковых окварцованных	0,0
152p	кварцитов железнослюдко-магнетитовых окварцованных	0,0
153p	кварцитов магнетитовых краснослоистых окварцованных	0,1
154p	кварцитов магнетитовых серослоистых окварцованных	0,0
155p	кварцитов куммингтонит-магнетитовых окварцованных	0,0
156p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых окварцованных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,0
157p	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых окварцованных (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
158p	кварцитов магнетит-куммингтонитовых окварцованных (зоны контакта 5f и 3-5s)	0,0
159p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых окварцованных (внутриформационных 6f и зоны контакта 6s и 6f)	0,0
160p	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых окварцованных (зоны контакта 6f и 7s)	0,0
Всего		0,6
Тектониты смешанного состава		
161p	брекчии смешанного состава	5,1
162p	катаклазиты смешанного состава	2,8
163p	милониты смешанного состава	0,2
Всего		8,1
Итого		100,0

Приведенный в табл. 3-5 показатель содержания руд 0,0 мас.% означает, что руды соответствующей рядовой минеральной разновидности в составе продуктивной толщи месторождения присутствуют, но содержание их менее 0,1 мас.%.

Стратиграфические горизонты: 3-5s – третий-пятый сланцевый; 5f – пятый железистый; 6s – шестой сланцевый; 6f – шестой железистый; 7s – седьмой сланцевый.

Все рядовые минеральные разновидности магнетитовых руд, представленные в табл. 1, 2, 3, характеризуются распространенностью в границах всех участков Первомайского месторождения. Но кроме них в отдельных его участках в составе продуктивной толщи присутствуют локально проявленные рядовые минеральные разновидности магнетитовых кварцитов, образование которых было связано с их миннесотаитизацией, гизингеритизацией, карбонатизацией, селадонитизацией, стильпно-меланизацией, тетраферрибиотитизацией и другими процессами минералообразования. Общее количество рядовых минеральных разновидностей руд месторождения, вероятно, значительно превышает 200.

Мероприятия по управлению минерально-сырьевыми потоком ГОКа (минералогическое и технологическое картирование рудных залежей, усреднение руд перед подачей на обогатительную фабрику и др.) с использованием настолько большого количества минеральных разновидностей руд невозможно. В связи с этим необходимо укрупнить минеральные разновидности руд на основе подобия их минералогических показателей и распространенности в составе продуктивной толщи. Результаты подсчетов, приведенных в табл. 3, свиде-

тельствуют о значительной вариативности последнего показателя. Присутствие многих рядовых разновидностей руд не превышает 0,1% от общей массы продуктивной толщи и в общем рудном потоке, направляемом на обогатительную фабрику, слабо ощутимо.

Эти два фактора (близость минералогических показателей и распространенность) принимались во внимание при составлении классификации укрупненных минеральных разновидностей руд месторождения (табл. 4). Минеральные разновидности, распространенность которых менее 0,1 мас.%, в классификацию укрупненных минеральных разновидностей руд не включены.

В минералогической классификации укрупненных минеральных разновидностей магнетитовых руд месторождения был сохранен как вещественный, так и генетический подходы к их выделению. Эта классификация также не может использоваться в практической работе геологической и других служб Северного ГОКа в связи с большим количеством разновидностей руд – 75. Недостатком является также большие различия распространенности руд разных укрупненных разновидностей в составе продуктивной толщи – от 0,1 до 28,7% от ее общей массы.

Таблица 4.

Минералогическая классификация магнетитовых руд продуктивной толщи Первомайского месторождения.
2. Укрупненные минеральные разновидности руд

Индексы укрупненных минеральных разновидностей руд	Укрупненные минеральные разновидности руд	Рядовые минеральные разновидности руд, вошедшие в состав укрупненных разновидностей	Распространенность в составе продуктивной толщи месторождения, масс.%
Первичные (метаморфогенные) магнетитовые кварциты			
1у	кварциты железослюдко-магнетитовые и магнетит-железослюдковые	1р, 2р	0,4
2у	кварциты магнетитовые краснослоистые и серослоистые	3р, 4р	20,3
3у	кварциты куммингтонит-магнетитовые и магнетит-куммингтонитовые	5р, 8р	5,9
4у	кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые	6р, 7р	3,9
5у	кварциты магнетит-биотит-	9р, 10р	3,5

Актуализированная минералого-генетическая классификация бедных магнетитовых руд ...

куммингтонитовые			
Всего			34,0
Натриевые метасоматиты			
6у	метасоматиты рибекит-магнетит-эгириновые, железослюдко-рибекит-магнетит-эгириновые (эгириниты)	11р	0,8
7у	метасоматиты магнетит-рибекитовые, железослюдко-магнетит-рибекитовые (рибекититы)	12р	1,0
8у	кварциты железослюдко-рибекит-магнетитовые (кварциты магнетит-железослюдковые и железослюдко-магнетитовые умеренно рибекитизированные)	13р	0,2
9у	кварциты рибекит-магнетитовые (кварциты магнетитовые краснослоистые и серослоистые умеренно рибекитизированные)	14р	5,3
10у	кварциты магнезиорибекит магнетитовые (кварциты куммингтонит-магнетитовые и магнетит-куммингтонитовые умеренно рибекитизированные)	15р, 18р	1,5
11у	кварциты биотит-магнезиорибекит-магнетитовые (кварциты- биотит-куммингтонит-магнетитовые умеренно рибекитизированные)	16р, 17р	0,2
12у	кварциты магнетит-биотит-магнезиорибекитовые (кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые умеренно рибекитизированные)	19р, 20р	0,2
13у	кварциты магнетит-железослюдковые и железослюдко-магнетитовые слабо рибекитизированные	21р, 22р	0,4
14у	кварциты магнетитовые краснослоистые и серослоистые слабо рибекитизированные	23р, 24р	28,7
15у	кварциты куммингтонит-магнетитовые и магнетит-куммингтонитовые слабо рибекитизированные	25р, 28р	3,1
16у	кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые слабо рибекитизированные	26р, 27р	0,3
17у	кварциты магнетит-биотит-куммингтонитовые слабо рибекитизированные	29р, 30р	0,3
18у	кварциты магнетит-железослюдковые и железослюдко-магнетитовые окварцованные	31р, 32р	0,3
19у	кварциты магнетитовые краснослоистые и серослоистые окварцованные	33р, 34р	0,7
20у	кварциты куммингтонит-магнетитовые и магнетит-куммингтонитовые окварцованные	35р, 38р	0,2
21у	кварциты биотит-куммингтонит-магнетитовые окварцованные	36р, 37р	0,1
22у	кварциты магнетит-биотит-	39р, 40р	0,1

	куммингтонитовые окварцованные		
Всего			43,4
Брекчии первичных магнетитовых кварцитов и натриевых метасоматитов			
23у	кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых	41р, 42р	0,1
24у	кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых	43р, 44р	2,8
25у	кварцитов куммингтонит-магнетитовых и магнетит-куммингтонитовых	45р, 48р	0,8
26у	кварцитов биотит-куммингтонит- магнетитовых	46р, 47р	0,3
27у	кварцитов магнетит-биотит- куммингтонитовых	49р, 50р	0,3
28у	метасоматитов рибекит-магнетит- эгириновых, железнослюдко-рибекит-магнетит- эгириновых (эгиринитов)	51р	0,1
29у	метасоматитов магнетит-рибекитовых, железнослюдко-рибекит-магнетитовых (рибекититов)	52р	0,2
30у	кварцитов железнослюдко-рибекит- магнетитовых (кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	53р	0,2
31у	кварцитов рибекит-магнетитовых (кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых умеренно рибекитизированных)	54р	0,8
32у	кварцитов магнезиорибекит- магнетитовых (кварцитов куммингтонит-магнетитовых и магнетит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных)	55р, 58р	0,2
33у	кварцитов биотит-магнезиорибекит- магнетитовых (кварцитов биотит- куммингтонит-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	56р, 57р	0,2
34у	кварцитов магнетит-биотит- магнезиорибекитовых (кварцитов магнетит-биотит- куммингтонитовых умеренно рибекитизированных)	59р, 60р	0,1
35у	кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых слабо рибекитизированных	61р, 62р	0,1
36у	кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых слабо рибекитизирован- ных	63р, 64р	1,6
37у	кварцитов куммингтонит-магнетитовых и магнетит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных	65р, 68р	0,3
38у	кварцитов биотит-куммингтонит- магнетитовых слабо рибекитизированных	66р, 67р	0,2
39у	кварцитов магнетит-биотит- куммингтонитовых слабо рибекитизированных	69р, 70р	0,2

Актуализированная минералого-генетическая классификация бедных магнетитовых руд ...

40у	кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых окварцованных	71р, 72р	0,1
41у	кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых окварцованных	73р, 74р	0,6
42у	кварцитов куммингтонит-магнетитовых и магнетит-куммингтонитовых окварцованных	75р, 78р	0,1
43у	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых окварцованных	76р, 77р	0,1
44у	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых окварцованных	79р, 80р	0,1
Всего			9,5
Катаклазиты первичных магнетитовых кварцитов и натриевых метасоматитов			
45у	кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых	81р, 82р	0,1
46у	кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых	83р, 84р	1,2
47у	кварцитов куммингтонит-магнетитовых и магнетит-куммингтонитовых	85р, 88р	0,3
48у	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых	86р, 87р	0,1
49у	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых	89р, 90р	0,2
50у	метасоматитов рибекит-магнетит-эгириновых, железнослюдко-рибекит-магнетит-эгириновых (эгиринов)	91р	0,1
51у	метасоматитов магнетит-рибекитовых, железнослюдко-магнетит рибекитовых (рибекитов)	92р	0,1
52у	кварцитов железнослюдко-рибекит-магнетитовых (кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	93р	0,1
53	кварцитов рибекит магнетитовых (кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых умеренно рибекитизированных)	94р	0,2
54у	кварцитов магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов куммингтонит-магнетитовых и магнетит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных)	95р, 98р	0,0
55у	кварцитов биотит-магнезиорибекит-магнетитовых (кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	96р, 97р	0,2
56у	кварцитов магнетит-биотит-магнезиорибекитовых (кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых умеренно рибекитизированных)	99р, 100р	0,2
57у	кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых слабо рибекитизированных	101р, 102р	0,1

58у	кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых слабо рибекитизированных	103р, 104р	0,3
59у	кварцитов куммингтонит-магнетитовых и магнетит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных	105р, 108р	0,1
60у	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых слабо рибекитизированных	106р, 107р	0,2
61у	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых слабо рибекитизированных	109р, 110р	0,2
62у	кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых окварцованных	111р, 112р	0,1
63у	кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых окварцованных	113р, 114р	0,3
64у	кварцитов куммингтонит-магнетитовых и магнетит-куммингтонитовых окварцованных	115р, 118р	0,1
65у	кварцитов биотит-куммингтонит-магнетитовых окварцованных	116р, 117р,	0,1
66у	кварцитов магнетит-биотит-куммингтонитовых окварцованных	119р, 120р	0,1
Всего			4,4
Милониты первичных магнетитовых кварцитов и натриевых метасоматитов			
67у	кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых	121р, 122р	0,0
68у	кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых	123р, 124р	0,2
69у	кварцитов железнослюдко-рибекит-магнетитовых (кварцитов магнетит-железнослюдковых и железнослюдко-магнетитовых умеренно рибекитизированных)	133р	0,0
70у	кварцитов рибекит-магнетитовых (кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых умеренно рибекитизированных)	134р	0,1
71у	кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых слабо рибекитизированных	143р, 144р	0,2
72у	кварцитов магнетитовых краснослоистых и серослоистых окварцованных	153р 154р	0,1
Всего			0,6
Динамометаморфиты смешанного состава			
73у	брекчии смешанного состава	161р	5,1
74у	катаклазиты смешанного состава	162р	2,8
75у	милониты смешанного состава	163р	0,2
Всего			8,1
Итого			100,0

В связи с этим была составлена классификация объединенных минеральных разновидностей руд (табл. 5). При ее разработке не учитывались особенности генезиса руд, но основное внимание уделялось их минеральному составу, структуре и текстуре – показателям, определяющим обогатимость руд. Принимались во внимание следующие обстоятельства:

– магнетитовые кварциты с высоким содержанием железной слюдки должны быть включены в классификацию в связи с присутствием в их составе высокожелезистого немагнитного минерала (железной слюдки), что заметно влияет на их обогатимость – является причиной повышенного содержания железа в отходах обогащения, пониженных значений выхода концентрата и извлечения железа в концентрат;

– в классификации должны присутствовать эгириновые метасоматиты в связи с особенностями их минерального состава, структуры, текстуры, обогатимости, механических свойств;

– магнетит-рибекитовые метасоматиты (рибекититы) можно объединить с рибекит-магнетитовыми, куммингтонит-магнетитовыми и магнетит-куммингтонитовыми кварцитами в связи с близостью их структурных и текстурных характеристик, обеспечивающих высокое качество концентрата; присутствие в их составе амфиболов является причиной повышенного содержания железа в отходах обогащения;

– биотит-куммингтонит-магнетитовые и магнетит-биотит-куммингтонитовые кварциты, образующие линзовидные и пластовые тела в разрезе шестого железистого горизонта (внутриформационные тела) и вдоль его контактов с шестым и седьмым сланцевыми горизонтами, можно объединить, принимая во внимание близость их геологической позиции, а также мелковкрапленность магнетита в их составе, что определяет относительно низкое качество производимого из них концентрата;

Таблица 5.

Минералогическая классификация магнетитовых руд продуктивной толщи Первомайского месторождения.
3. Объединенные минеральные разновидности руд

Индексы объединенных минеральных разновидностей руд	Объединенные минеральные разновидности руд	Укрупненные минеральные разновидности руд, вошедшие в состав объединенных разновидностей	Распространенность в составе продуктивной толщи месторождения, масс.%
1о	кварциты железослюдко-магнетитовые и магнетит-железослюдковые	1у, 13у, 18у, 23у, 35у, 40у	1,4
2о	кварциты магнетитовые краснослоистые и серослоистые	2у, 14у, 19у, 24у, 36у, 41у	54,7
3о	метасоматиты рибекит-магнетит-эгириновые, железослюдко-рибекит-магнетит-эгириновые (эгириниты)	6у, 28у	0,9
4о	кварциты и метасоматиты куммингтонит- и рибекит-содержащие	3у, 7у, 8у, 9у, 10у, 15у, 20у, 25у, 29у, 30у, 31у, 32у, 37у, 42у	19,8
5о	биотит-куммингтонит-магнетитовые и магнетит-биотит-куммингтонитовые	4у, 5у, 11у, 12у, 16у, 17у, 21у, 22у, 26у, 27у, 33у, 34у, 38у, 39у, 43у, 44у	10,1
6о	катаклазиты и милониты рудные	45у, 46у, 47, 48у, 49у, 50у, 51у, 52у, 53у, 54у, 55у, 56у, 57у, 58у, 59у, 60у,	5,0

		61у, 62у, 63у, 64у, 65у, 66у, 67у, 68у, 69у, 70у, 71у, 72у	
7о	брекчии смешанного состава	73у	5,1
8о	катаклазиты и милониты смешанного состава	74у, 75у	3,0
Итого			100,0

– все минеральные разновидности исходных магнетитовых кварцитов можно объединить с их слабо рибекитизированными и окварцованными разновидностями в связи с близостью их минерального состава, структуры и текстуры;

– все разновидности исходных магнетитовых кварцитов и натриевых метасоматитов могут быть объединены с их брекчированными разновидностями, поскольку брекчирование существенным образом не влияет на минеральный состав, структурные, текстурные показатели магнетитовых руд;

– милониты могут быть присоединены к катаклазитам в связи с незначительной распространенностью первых и близкими показателями их структуры и текстуры – как руд, подвергшихся интенсивному дроблению и измельчению;

– все катаклазиты и милониты исходных магнетитовых кварцитов и натриевых метасоматитов можно объединить в одну разновидность рудных катаклазитов и милонитов, поскольку структурные и текстурные изменения руд при интенсивном дроблении и измельчении более существенно влияют на их обогатимость, чем исходные отличия по минеральному составу.

Из данных табл. 5 следует, что в составе продуктивной толщи месторождения преобладают (54,7 масс.%) красно- и серослоистые магнетитовые кварциты – неизменные или слабо метасоматически преобразованные (слабо рибекитизированные, слабо окварцованные) и слабо брекчированные.

Второстепенное значение (каждая около 10-20 масс.%) имеют две объединенные минеральные разновидности:

– амфибол-содержащие магнетитовые кварциты (куммингтонит-магнетитовые, магнетит-куммингтонитовые, рибекит-магнетитовые, железослюдко-рибекит-

магнетитовые кварциты, магнетит-рибекитовые метасоматиты (рибекититы)) – 19,8 масс.%;

– относительно низкожелезистые биотит- и куммингтонит-содержащие силикат-магнетитовые и магнетит-силикатные кварциты так называемых «малорудных» включений в составе шестого железистого горизонта и приконтактных зон шестого железистого и седьмого сланцевого горизонтов – 10,1 масс.%.
В небольшом количестве (5 и менее масс.%) в составе продуктивной толщи присутствуют: брекчии смешанного состава (5,1 масс.%), рудные катаклазиты и милониты (5,0 масс.%), катаклазиты и милониты смешанного состава (3,0 масс.%), магнетитовые кварциты с повышенным содержанием железной слюдки (1,4 масс.%), а также эгириновые метасоматиты (0,9 масс.%).

Генеральные разновидности руд, по мнению авторов, необходимо выделять по результатам изучения обогатимости руд объединенных, укрупненных, а также, возможно, рядовых разновидностей – с использованием статистически значимого количества технологических экспериментов. Генеральные разновидности руд можно рассматривать как их минералого-технологические сорта, т.е. на этом этапе состоится соединение минералогической и минералого-технологической классификаций руд. Ожидаемо, число генеральных разновидностей руд будет 3-4.

Выводы

1. С целью актуализации устаревших минералого-технологической и минералогической классификаций бедных магнетитовых руд Первомайского месторождения были определены минералогические показатели материала более 1000 проб руд, характеризующихся разной геологической позицией, условиями образования, минеральным и хи-

мическим составом, структурой, текстурой.

2. По условиям образования все руды были разделены на две группы: первичные (аутигенно-метаморфогенные) и эпигенетически преобразованные. Среди последних были выделены натриевые метасоматиты и тектониты. Другие группы эпигенетически измененных руд (шоковые метаморфиты; хлорит- и карбонат-содержащие диафториты; селадонитовые, гизингеритовые, тетраферрибиотитовые, миннесотанитовые и другие метасоматиты; гидротермалиты; гипергенно преобразованные руды и др.) в качестве самостоятельных групп не выделялись в связи с их незначительным присутствием в составе продуктивной толщи месторождения.

3. По близости минералогических показателей и условий образования были выделены 163 рядовые минералого-генетические разновидности магнетитовых руд, в том числе 10 разновидностей динамотермальных метаморфитов (неизмененных магнетитовых кварцитов), 30 разновидностей натриевых метасоматитов, 123 разновидности тектонитов (брекчий, катаклазитов, милонитов).

4. Поскольку составлять регламенты добычи, усреднения, обогащения такого количества разновидностей руд практически невозможно, была разработана методика компоновки рядовых разновидностей руд в укрупненные, объединенные, генеральные.

5. При составлении классификации укрупненных разновидностей руд также учитывались условия их образования и близость по минералогическим показателям. Были выделены 75 укрупненных минералого-генетических разновидностей руд, в том числе 5 динамотермальных метаморфитов, 17 натриевых метасоматитов, 53 разновидности тектонитов.

6. Классификация объединенных минеральных разновидностей руд составлялась без учета особенностей их генезиса. Основное внимание уделялось близости минералогических показателей, структуры, текстуры руд. 75 укрупненных разновидностей руд были скомпонованы в 8 объединенных разновидностей.

7. Последний этап работы – составление классификации генеральных минералогических разновидностей руд – необходи-

мо провести после выполнения заверочных испытаний обогатимости руд объединенных, укрупненных разновидностей. Ожидаемо, число генеральных разновидностей руд будет 3-4. Их можно рассматривать как минералогические сорта бедных магнетитовых руд месторождения.

Благодарности. В организации и проведении геологических маршрутов в Первомайском карьере, опробовании залежей магнетитовых кварцитов, выполнении технологических испытаний, химических анализов руд и продуктов их обогащения большую помощь авторам отчета оказали сотрудники геологической службы СевГОКа старший геолог карьера А.М.Бондарев, геолог карьера Л.В.Заремба, начальник ОТК карьерного контроля комбината З.М.Мещерякова. В работах по подготовке проб к исследованиям, их выполнению, обработке полученных результатов принимали участие аспиранты и студенты-геологи Криворожского национального университета. Всем им авторы отчета выражают глубокую благодарность.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Александров И.В.** *Натровый метасоматоз в Криворожье // Геохимия щелочного метасоматоза // Москва: Изд. АН СССР, 1963. – С. 71-151.*
2. **Белевцев Р.Я., Беляев О.Я., Ветренников В.В., Володичев О.И., Голованова Л.С., Дудко В.С., Клейн В.М., Кортикова Л.П., Кравченко Г.Л., Курлов Н.С., Лебедев И.П., Луговая И.П., Найденов И.В., Пап А.М., Петерсель В.Х., Решетняк В.В., Скарбун Г.В., Спивак С.Д., Степченко С.Б., Чубаров В.М., Шаркин О.П., Яковлев Б.Г.** *Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Метаморфизм // Киев: Наукова думка, 1989. – 148 с.*
3. **Белевцев Я.Н., Вайло А.В., Ветренников В.В., Волков А.Г., Горьковец В.Я., Гречишников Н.П., Евтехов В.Д., Еремеев Г.П., Занкевич Б.А., Каталенец А.И., Качанов Н.Е., Коржнев М.Н., Кривонос В.П., Матрунчик А.И., Мечников Ю.П., Могелевец А.И., Парибок В.И., Петерсель В.Х., Пиковский Е.Ш., Прожогин Л.Г., Решетняк В.В., Соколов Н.А., Стасевич А.И., Фоменко В.Ю., Чайкин**

С.И., Чебан И.Т., Черкашин Л.А., Черновский М.И., Яковенко Л.Ф., Яроцук М.А. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Структуры месторождений и рудных районов // Киев: Наукова думка, 1989.– 156 с.

4. **Белевцев Я.Н., Кулик Д.А., Коржнев М.Н., Каляев Г.И., Белевцев Р.Я., Пирогов Б.И., Стебновская Ю.М., Лазько Е.М., Сиворонов А.А., Яроцук М.А., Дроздовская А.А., Савченко Л.Т., Щербак Н.П., Коваль В.Б., Науменко В.В., Ивантишина О.М., Плаксенко Н.А., Щеголев И.Н., Крятов Б.М., Гречишников Н.П., Закевич Б.А., Черновский М.И., Кушеев В.В.** Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Железонакопление в докембрии // Киев: Наукова думка, 1992.– 228 с.

5. **Вальтер А.А., Рябенко В.А., Котловская Ф.И.** Терновская астроблема – новый наиболее эродированный метеоритный кратер Украинского щита // Доклады АН УССР. Серия Б.– 1981.– №2.– С. 3-6.

6. **Грицай Ю.Л., Педан М.В., Дмитриев Э.В., Шапошников В.А.** Цикличность в породах железистых горизонтов средней свиты Кривбасса / Перспективы развития богатых железных руд Криворожского железорудного бассейна на глубину // Киев: Наукова думка, 1975.– С. 19-26.

7. **Домарев В.С.** Некоторые данные по петрографии и геологии Северного Криворожья / Петрографический сборник ВСЕГЕИ // Москва: Госгеолтехиздат, 1955.– № 1.– С. 43-64.

8. **Евтехов В.Д.** Особенности минералогического картирования месторождений в метасоматически измененных железистых кварцитах (на примере Кривбасса) / Онтогенез минералов и технологическая минералогия // Киев: Наукова думка, 1988.– С. 82-92.

9. **Евтехов В.Д.** Генетическая и прикладная минералогия натриевых метасоматитов железисто-кремнистых формаций Украинского щита / Автореферат диссертации ... доктора геолого-минералогических наук // Львов: Львовский национальный университет, 1992.– 40 с.

10. **Евтехов В.Д., Валеев О.К.** Экспериментальное моделирование симметаморфических контактово-реакционных процессов в железисто-кремнистых формациях докембрия // Доклады АН СССР.– 1990.– 313, №4.– С. 944-947.

11. **Евтехов В.Д., Зарайский Г.П., Балашов В.Н., Валеев О.К.** Экспериментальное исследование натриевого метасоматоза в железистых кварцитах докембрия / Метасоматиты докембрия и их рудоносность // Москва: Наука, 1989.– С. 248-259.

12. **Елисеев Н.А., Никольский А.П., Кушев В.Г.** Метасоматиты Криворожского рудного пояса / Труды Лаборатории геологии докембрия АН СССР // Москва-Ленинград: Изд. АН СССР, 1961.– Вып.13.– 204 с.

13. **Еременко Г.К., Яковлев В.М.** Терновская астроблема в Северном Криворожье // Доклады АН СССР.– 1980.– 253, № 2.– С. 449-451.

14. **Занкевич Б.А., Евтехов В.Д., Кондратьева Д.Н.** О структурной позиции щелочных метасоматитов Первомайского железорудного месторождения Кривбасса / Роль структурных и структурно-геохимических факторов в рудообразовании // Киев: Изд. ИГФМ АН УССР, 1980.– С. 21-24.

15. **Иванов И.П.** Проблемы экспериментального изучения минеральных равновесий метаморфических и метасоматических процессов / Труды Института физики твердого тела АН СССР // Москва: Изд. АН СССР, 1970.– 248 с.

16. **Каляев Г.И.** Тектоника докембрия Украинской железорудной провинции // Киев: Наукова думка, 1965.– 163 с.

17. **Каниболоцкий П.М.** Петрогенезис пород и руд Криворожского железорудного бассейна // Черновцы: Изд. АН УССР, 1946.– 312 с.

18. **Кушев В.Г.** Щелочные метасоматиты докембрия // Ленинград: Недра, 1972.– 190 с.

19. **Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И., Белевцев Р.Я., Возняк Д.К., Галабурда Ю.А., Галий С.А., Квасница В.Н., Кульчицкая А.А., Мельник Ю.П., Мельников В.С., Павлишин В.И., Пирогов Б.И., Туркевич Г.И.** Минералогия Криворожского бассейна //

Киев: Наукова думка, 1977.– 544 с.

20. **Луцицкий В.И.** Щелочной метасоматоз на территории Украинского кристаллического массива // Доклады АН СССР.– 1947.– 55, №1.– С. 49-52.

21. **Никольский А.П.** Натриевые гидротермальные метасоматиты юго-западной части Русской платформы // Геологический журнал.– 1973.– №2.– С. 31-44.

22. **Никольский А.П.** Геология Первомайского железорудного месторождения и преобразование его структуры метеоритным ударом // Москва: Недра, 1991.– 72 с.

23. **Пирогов Б.И., Евтехов В.Д., Кондратьева Д.Н., Романюк Е.М., Хартанович П.Н., Полтавец Л.И.** Минералоготехнологическое картирование железорудных месторождений Северного Криворожья // Горный журнал.– 1980.– №10.– С. 12-15.

24. **Пирогов Б.И., Стебновская Ю.М., Евтехов В.Д., Ахкозов Ю.Л., Аркос-Видадь Х.Ф., Вальтер А.А., Каталенец А.И., Кудинова Л.А., Кушеев В.В., Малых В.М., Пирогова В.В., Раевская М.Б., Романицак А.А., Тарасенко В.Н., Холошин И.В., Шатрубов Л.Л., Ярошук М.А.** Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Минералогия // Киев: Наукова думка, 1989.– 168 с.

25. **Плаксенко Н.М.** Главнейшие закономерности железорудного осадконакопления в докембрии // Воронеж: Изд. Воронежского госуниверситета, 1966.– 264 с.

26. **Плотников А.В.** О генезисе Терновской структуры в Криворожском бассейне // Геотектоника.– 1994.– №3.– С. 36-43.

27. **Половинкина Ю.Ир.** Натровый метасоматоз как закономерность в образовании месторождений железистых кварцитов // Записки Всесоюзного минералогического общества.– 1949.– 78, №1.– С. 52-58.

28. **Половко Н.И.** Баланс вещества при образовании щелочных метасоматитов Криворожско-Кременчугской зоны // Киев: Наукова думка, 1970.– 140 с.

29. **Свитальский Н.И., Фукс Э.К., Половинкина Ю.Ир., Дубяга Ю.Г., Лисовский А.Л.** Железорудное месторождение Кривого Рога // Москва-Ленинград: Госгеолиздат, 1932.– 284

с.

30. **Семененко Н.П.** Геохимическая систематика метасоматических процессов Украинского щита // Геохимия и рудообразование.– 1987.– №15.– С. 3-11.

31. **Семененко Н.П., Бордунов И.Н., Половко Н.И., Хартанович П.Н., Веригин М.И., Казак В.М., Качан В.Г., Прожогин Л.Г., Сироштан Р.И., Шапошников В.А., Журавлев А.С., Грицай Ю.Л., Педан М.В., Кармазин В.И.** Железисто-кремнистые формации Украинского щита // Киев: Наукова думка, 1978.– Т. 2.– 368 с.

32. **Страхов Н.М.** Основы теории литогенеза // Москва: Изд. АН СССР, 1962.– Т. 2.– 575 с.

33. **Стригин О.И.** Парагенезис мінералів егіринізованих порід криворізької серії // Геологічний журнал.– 1959.– №4.– С. 58-69.

34. **Фонарев В.И.** Минеральные равновесия железистых формаций докембрия: экспериментальные, термодинамические и петрологические данные // Москва: Наука, 1987.– 296 с.

35. **Хартанович П.Н.** Особенности геологического строения Первомайского и Анновского месторождений железистых кварцитов // Горный журнал.– 1983.– №11.– С. 9-12.

36. **Чубаров В.А., Евтехов В.Д.** Идентификация минеральных разновидностей и технологических сортов руд Кривбасса // Горный журнал.– 1996.– №11-12.– С. 14-17.

37. **Щербак Н.П., Белевцев Я.Н., Фоменко В.Ю., Ганоцкий В.И., Горьковец В.Я., Есипчук К.Е., Коржнев М.Н., Крестин Е.М., Пап А.М., Половко Н.И., Сиворонов А.А., Сироштан Р.И., Скаржинская Т.А., Струева О.М., Щеголев Ю.Н.** Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Стратиграфия // Киев: Наукова думка, 1988.– 192 с.

REFERENCES

1. **Aleksandrov I.V.** Sodium metasomatism in Kryvorizhia // *Geochemistry of alkaline metasomatism* // Moscow: Publishing House of Academy of Sciences of the USSR, 1963.– P. 71-151.

2. **Belevtsev R.Ya., Belyaev O.Ya., Vetrennikov V.V., Volodichev O.I., Golovanova L.S., Dudko V.S., Klein V.M., Kortikova L.P.,**

Kravchenko G.L., Kurlov N.S., Lebedev I.P., Lugovaya I.P., Naydenov I.V., Pap A.M., Petersellye V.Kh., Reshetnyak V.V., Skarbun G.V., Spivak S.D., Stepchenko S.B., Chubarov V.M., Sharkin O.P., Yakovlev B.G. Precambrian banded iron formations of the European part of the USSR. *Metamorphism* // Kyiv: Naukova Dumka, 1989.– 148 p.

3. **Belevtsev Ya.N., Vailo A.V., Vetrennikov V.V., Volkov A.G., Gorkovets V.Ya., Grechishnikov N.P., Evtexhov V.D., Eremeev G.P., Zankevich B.A., Katalenets A.I., Kachanov N.E., Korzhnev M.N., Krivonos V.P., Matrunchik A.I., Mechnikov Yu.P., Mogilevets A.I., Paribok V.I., Petersellye V.Kh., Pikovsky E.Sh., Prozhogin L.G., Reshetnyak V.V., Sokolov N.A., Stasevich A.I., Fomenko V.Yu., Chaikin S.I., Cheban I.T., Cherkashin L.A., Chernovskiy M.I., Yakovenko L.F., Yaroshchuk M.A.** Precambrian banded iron formations of the European part of the USSR. *Structures of deposits and ore regions* // Kyiv: Naukova Dumka, 1989.– 156 p.

4. **Belevtsev Ya.N., Kulik D.A., Korzhnev M.N., Kalyaev G.I., Belevtsev R.Ya., Pirogov B.I., Stebnovskaya Yu.M., Laz'ko E.M., Sivoronovov A.A., Yaroshchuk M.A., Drozdovskaya A.A., Savchenko L.T., Shcherbak N.P., Koval V.B., Naumenko V.V., Ivantishina O.M., Plaksenko N.A., Schegolev I.N., Kryatov B.M., Grechishnikov N.P., Zakevich B.A., Chernovskiy M.I., Kusheev V.V.** Precambrian banded iron formations of the European part of the USSR. *Iron accumulation in the Precambrian* // Kyiv: Naukova Dumka, 1992.– 228 p.

5. **Walter A.A., Ryabenko V.A., Kotlovskaya F.I.** Terny astrobleme as a new the most eroded meteorite crater of the Ukrainian shield // *Proceedings of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B.*– 1981.– №2.– P. 3-6.

6. **Gritsay Yu.L., Pedan M.V., Dmitriyev E.V., Shaposhnikov V.A.** Cyclicity in the rocks of the ferruginous horizons of the middle suite of Kryvbass / *Prospects for the development of high-grade iron ores of the Kryvyi Rih Iron-ore Basin at depth* // Kyiv: Naukova Dumka, 1975.– P. 19-26.

7. **Domarev B.C.** Some data on petrography and geology of the North Kryvyi Rih / *Petrographic bulletin of VSEGEI* // Moscow:

Gosgeoltekhizdat, 1955.– №1.– P. 43-64.

8. **Evtexhov V.D.** Features of mineralogical and technological mapping of deposits in metasomatically altered ferruginous quartzites (using the example of Kryvbass) / *Ontogeny of minerals and technological mineralogy* // Kyiv: Naukova Dumka, 1988.– P. 82-92.

9. **Evtexhov V.D.** Genetic and applied mineralogy of banded iron formations natrium metasomatites, Ukrainian shield / *Abstract of doctor in geology and mineralogy dissertation* // Lvov: Lvov national university, 1992.– 40 p..

10. **Evtexhov V.D., Valeyev O.K.** Experimental simulation of synmetamorphic contact-reaction processes in the Precambrian banded-iron formations // *Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR.*– 1990.– 313, №4.– P. 944-947.

11. **Evtexhov V.D., Zarayskiy G.P., Balashov V.N., Valeyev O.K.** Experimental study of sodium metasomatism in Precambrian ferruginous quartzites / *Precambrian metasomatites and their ore mineralisation* // Moscow: Nauka, 1989.– P. 248-259.

12. **Eliseyev N.A., Nikolskiy A.P., Kushev V.G.** Metasomatites of the Kryvyi Rih ore belt / *Proceedings of the Precambrian Geology Laboratory of the Academy of Sciences of the USSR* // Moscow-Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1961.– №13.– 204 p.

13. **Yeremenko G.K., Yakovlev V.M.** Terny astrobleme in North Kryvyi Rih // *Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR.*– 1980.– 253, №2.– P. 449-451.

14. **Zankevich B.A., Evtexhov V.D., Kondratyeva D.N.** Concerning the structural position of alkaline metasomatites of Kryvbass Pervomaiske iron ore deposit / *The role of structural and structural-geochemical factors in ore formation* // Kiev: Publishing house of Institute of geochemistry and physics of minerals, Academy of sciences of the UkrSSR, 1980.– P. 21-24.

15. **Ivanov I.P.** Issues of experimental study of mineral equilibria of metamorphic and metasomatic processes / *Proceedings of the Institute of solid state physics, USSR Academy of sciences* // Moscow: Publishing house of the Academy of sciences of the USSR, 1970.– 248 p.

16. **Kalyaev G.I.** Precambrian tectonics of the Ukrainian iron ore province // Kyiv: Naukova dumka, 1965.– 163 p.
17. **Kanibolotskyi P.M.** Petrogenesis of rocks and ores of Kryvyi Rih iron ore basin // Chernivtsi: Publishing house of the Academy of sciences of the UkrSSR, 1946.– 312 p.
18. **Kushev V.G.** Alkaline metasomatites of the Precambrian // Leningrad: Nedra, 1972.– 190 p.
19. **Lazarenko E.K., Gershoig Yu.G., Buchinskaya N.I. Belevtsev R.Ya., Wozniak D.K., Galaburda Yu.A., Galiy S.A., Kvasnitsa V.N., Kulchitskaya A.A., Melnik Yu.P., Melnikov V.S., Pavlishin V.I., Pirogov B.I., Turkevich G.I.** Mineralogy of Kryvyi Rih basin // Kyiv: Naukova dumka, 1977.– 544 p.
20. **Luchitskyi V.I.** Alkaline metasomatism on the territory of the Ukrainian crystalline massif // Proceedings of the Academy of sciences of the USSR.– 1947.– 55, №1.– P. 49-52.
21. **Nikolskyi A.P.** Sodium hydrothermal metasomatites of the southwestern part of the Russian platform // Geological journal (Kyiv).– 1973.– №2.– P. 31-44.
22. **Nikolskyi A.P.** Geology of the Pervomayskoye iron ore deposit and transformation of its structure by a meteorite impact // Moscow: Nedra, 1991.– 72 p.
23. **Pirogov B.I., Evtekhov V.D., Kondratyeva D.N. Romanyuk E.M., Kharatanovich P.N., Poltavets L.I.** Mineralogical and technological mapping of iron ore deposits in North Kryvyi Rih // Mining Journal (Sverdlovsk).– 1980.– №10.– P. 12-15.
24. **Pirogov B.I., Stebnovskaya Yu.M., Evtekhov V.D. Akhkozov Yu.L., Arcos-Vidal Kh. F., Valter A.A., Katalenets A.I., Kudinova L.A., Kushev V.V., Malykh V.M., Pirogova V.V., Raevskaya M.B., Romanshchak A.A., Tarasenko V.N., Holoshin I.V., Shatrubov L.L., Yaroshchuk M.A.** Precambrian banded iron formations of the European part of the USSR. Mineralogy // Kyiv: Naukova dumka, 1989.– 168 p.
25. **Plaksenko N.M.** The main regularities of iron ore sedimentation in the Precambrian // Voronezh: Publishing house of Voronezh state university, 1966.– 264 p.
26. **Plotnikov A.V.** Concerning the genesis of the Terny structure in the Kryvyi Rih basin // Geotectonics (Moscow).– 1994.– №3.– P. 36-43.
27. **Polovinkina Yu.I.** Sodium metasomatism as a regularity in the formation of ferruginous quartzites deposits // Transactions of All-Union mineralogical society.– 1949.– 78, №1.– P. 52-58.
28. **Polovko N.I.** Balance of matter in the formation of alkaline metasomatites of Kryvyi Rih-Kremenchuk zone. Kyiv: Naukova dumka, 1970.– 140 p.
29. **Svitalskyi N.I., Fuchs E.K., Polovinkina Yu.Ir., Dubyaga Yu.G., Lisovsky A.L.** Iron ore deposit of Kryvyi Rih // Moscow-Leningrad: Gosgeolizdat, 1932.– 284 p.
30. **Semenenko N.P.** Geochemical systematics of metasomatic processes of the Ukrainian shield // Geochemistry and ore formation (Kyiv).– 1987.– №15.– P. 3-11.
31. **Semenenko N.P., Bordunov I.N., Polovko N.I., Khartanovich P.N., Verigin M.I., Kazak V.M., Kachan V.G., Prozhogin L.G., Siroshtan R.I., Shaposhnikov V.A., Zhuravlev A.S., Gritsay Yu.L., Pedan M.V., Karmazin V.I.** Banded iron formations of the Ukrainian shield // Kyiv: Naukova dumka, 1978.– T. 2.– 368 c.
32. **Strakhov N.M.** Fundamentals of lithogenesis theory // Moscow: Publishing house of the Academy of sciences of the USSR, 1962.– T. 2.– 575 p.
33. **Strygin O.I.** Paragenesis of aegirized rocks minerals of Kryvyi Rih series// Geological journal (Kyiv).– 1959.– №4.– P. 58-69.
34. **Fonarev V.I.** Mineral equilibria of the Precambrian ferruginous formations: experimental, thermodynamic and petrological data // Moscow: Nauka, 1987.– 296 p.
35. **Khartanovich P.N.** Peculiarities of the geological structure of Pervomaiske and Hannivske deposits of ferruginous quartzites // Mining journal (Moscow).– 1983.– №11.– P. 9-12.
36. **Chubarov V.A., Evtekhov V.D.** Identification of mineral varieties and technological grades of Kryvbas ores // Mining journal (Moscow).– 1996.– №11-12.– P. 14-17.
37. **Shcherbak N.P., Belevtsev Ya.N., Fomenko V.Yu. Ganotsky V.I., Gor'kovets V.Ya., Esipchuk K.E., Korzhnev M.N., Krestin E.M., Pap A.M., Polovko N.I., Sivoronov A.A., Siroshtan R.I., Skarzhinskaya T.A., Strueva O.M.,**

Shchegolev Yu.N. Precambrian banded iron formations of the European part of the USSR. Stratigraphy // Kyiv: Naukova dumka, 1988.– 192 p.

ЄВТЕХОВ В.Д., ЄВТЕХОВ Є.В., ШЕПЕЛЮК М.О., ФИЛЕНКО В.В., ТИХЛИВЕЦ С.В., СМІРНОВ О.Я., ПРИЛЕПА Д.М., ДЕМЧЕНКО О.С., СТРЕЛЬЦОВ В.О. Актуалізована мінералого-генетична класифікація бідних магнетитових руд Первомайського родовища Кривбасу.

Резюме. Бідні магнетитові руди (магнетитові кварцити) Первомайського родовища є сировиною для виробництва залізорудного концентрату Північного гірничозбагачувального комбінату. Ефективність картування родовища, відпрацювання рудних покладів, усереднення руд перед подачею на збагачувальну фабрику, виробництва концентрату значною мірою визначається оптимальністю мінералого-технологічної класифікації руд, яка розробляється на основі мінералого-генетичної класифікації.

Первомайське родовище відрізняється від інших родовищ бідних магнетитових руд Кривбасу найбільшою різноманітністю мінерального складу, структури, текстури руд – тобто показників, які визначають їх збагачуваність. Це пов'язано з проявом у продуктивній товщі родовища багатьох епігенетичних процесів: діафорезу, натрієвого метасоматозу, тектогенезу, шокowego метаморфізму, гідротермальних явищ, гіпергенезу та ін.

Для актуалізації застарілої мінералого-генетичної класифікації руд автори використали результати вивчення матеріалу понад 1000 проб руд, які характеризуються різною геологічною позицією, умовами утворення, мінеральним і хімічним складом, структурою, текстурою. За результатами узагальнення й аналізу цих даних, усі руди родовища були розділені на дві групи: первинні (аутигенно-метаморфогенні) та епігенетично перетворені. Серед останніх були виділені натрієві метасоматити та тектоніти. Інші групи епігенетично змінених руд (шокові метаморфіти; хлорит- і карбонат-вмісні діафорити; селадонітові, гізінгеритові, тетраферібіотитові, мінесотайтові та інші метасоматити; гідротермаліти; гіпергенно перетворені руди та ін.) в якості самостійних груп не віділялись у зв'язку з їх незначною присутністю в складі продуктивної товщі родовища – кожного не більше 0,1% від її загальної маси.

Були виділені 163 рядових мінералого-генетичних різновидів магнетитових руд, у тому числі 10 різновидів динамотермальних метаморфітів (епігенетично незмінених магнетитових кварцитів), 30 різновидів натрієвих метасоматитів, 123 різновиди тектонітів з різним ступенем дроблення й подрібнення рудного матеріалу (брекчій, катаклазитів, мілонітів). Оскільки складати регламенти видобутку, усереднення, збагачення такої кількості різновидів руд практично неможливо, була розроблена методика компоновки рядових різновидів руд в укрупнені, об'єднані, генеральні.

При складанні класифікації укрупнених різновидів руд враховувались умови їх утворення та близькість мінералогічних показників. Були виділені 75 укрупнених мінералого-генетичних різновидів руд, у тому числі 5 динамотермальних метаморфітів, 17 натрієвих метасоматитів, 53 різновиди тектонітів.

Класифікація об'єднаних мінеральних різновидів руд складалась без урахування особливостей їх генезису. Основна увага приділялась близькості мінералогічних показників, структури, текстури руд. 75 укрупнених різновидів руд були скомпоновані у 8 об'єднаних різновидів.

Останній етап роботи – складання класифікації генеральних різновидів руд – необхідно провести після виконання випробувань збагачуваності руд об'єднаних, укрупнених різновидів. Очікувано, кількість генеральних різновидів руд буде 3-4. Їх можна розглядати як мінералого-технологічні сорти бідних магнетитових руд родовища.

Ключові слова: залізисто-кремніста формація, Криворізький басейн, магнетитові кварцити, мінеральний склад руд, умови утворення руд, класифікація руд.

ЕВТЕХОВ В.Д., ЕВТЕХОВ Е.В., ШЕПЕЛЮК М.А., ФИЛЕНКО В.В., ТИХЛИВЕЦ С.В., СМИРНОВ А.Я., ПРИЛЕПА Д.Н., ДЕМЧЕНКО О.С., СТРЕЛЬЦОВ В.О. Актуализированная минералого-генетическая классификация бедных магнетитовых руд Первомайского месторождения Кривбасса.

Резюме. Бедные магнетитовые руды (магнетитовые кварциты) Первомайского месторождения являются сырьем для производства железорудного концентрата Северного горнообогатительного комбината (СевГОКа). Эффективность картирования месторождения, отработки рудных залежей, усреднения руд перед подачей на обогатительную фабрику, производства концентрата во многом определяется оптимальностью минералого-технологической классификации руд, которая разрабатывается на основе минералого-генетической классификации.

Первомайское месторождения отличается от других месторождений бедных магнетитовых руд Кривбасса наибольшим разнообразием минерального состава, структуры, текстуры руд – то есть показателей, которые определяют их обогатимость. Это связано с проявлением в продуктивной толще месторождения многих эпигенетических процессов: диафтореза, натриевого метасоматоза, тектогенеза, шокового метаморфизма, гидротермальных явлений, гипергенеза и др.

Для актуализации устаревшей минералого-генетической классификации руд авторы использовали результаты изучения материала более 1000 проб руд, характеризующихся разной геологической позицией, условиями образования, минеральным и химическим составом, структурой, текстурой. По результатам обобщения и анализа этих данных, все руды месторождения были разделены на две группы: первичные (аутигенно-метаморфогенные) и эпигенетически преобразованные. Среди последних были выделены натриевые метасоматиты и тектониты. Другие группы эпигенетически измененных руд (шоковые метаморфиты; хлорит- и карбонат-содержащие диафториты; селадонитовые, гизингеритовые, тетраферрибиотитовые, миннесотаитовые и другие метасоматиты; гидротермалиты; гипергенно преобразованные руды и др.) в качестве самостоятельных групп не выделялись в связи с их незначительным присутствием в составе продуктивной толщи месторождения – каждого не более 0,1% от ее общей массы.

Были выделены 163 рядовые минералого-генетические разновидности магнетитовых руд, в том числе 10 разновидностей динамотермальных метаморфитов (неизмененных магнетитовых кварцитов), 30 разновидностей натриевых метасоматитов, 123 разновидности тектонитов с разной степенью дробления и измельчения рудного материала (брекчий, катаклазитов, милонитов). Поскольку составлять регламенты добычи, усреднения, обогащения такого количества разновидностей руд практически невозможно, была разработана методика компоновки рядовых разновидностей руд в укрупненные, объединенные, генеральные.

При составлении классификации укрупненных разновидностей руд учитывались условия их образования и близость минералогических показателей. Были выделены 75 укрупненных минералого-генетических разновидностей руд, в том числе 5 динамотермальных метаморфитов, 17 натриевых метасоматитов, 53 разновидности тектонитов.

Классификация объединенных минеральных разновидностей руд составлялась без учета особенностей их генезиса. Основное внимание уделялось близости минералогических показателей, структуры, текстуры руд. 75 укрупненных разновидностей руд были скомпонованы в 8 объединенных разновидностей.

Последний этап работы – составление классификации генеральных разновидностей руд – необходимо провести после выполнения испытаний обогатимости руд объединенных, укрупненных разновидностей. Ожидаемо, число генеральных разновидностей руд будет 3-4. Их можно рассматривать как минералого-технологические сорта бедных магнетитовых руд месторождения.

Ключевые слова: железисто-кремнистая формация, Криворожский бассейн, магнетитовые

кварциты, минеральный состав руд, условия образования руд, классификация руд.

EVTEKHOV V.D., EVTEKHOV E.V., SHEPELYUK M.A., FILENKO V.V., TIKHLIVETS S.V., SMIRNOV A.YA., PRILEPA D.N., DEMCHENKO O.S, STRELTSOV V.O. Up-to-date mineralogical-genetic classification of low-grade magnetite ores of Kryvbas Pervomaiske deposit.

Summary. The low-grade magnetite ores (magnetite quartzites) of the Pervomaiske deposit are raw materials for producing iron ore concentrate at the Northern Ore Mining and Processing Works. The effectiveness of mapping the field, mining ore deposits, blending the ore before feeding to the concentration plant, concentrate production are largely determined by the optimality of mineralogical-technological classification of ores, which is developed on the basis of mineralogical-genetic classification.

The Pervomaiske deposit differs from other deposits of low-grade magnetite ores of Kryvbass by the greatest variety of mineral composition, structure, texture of ores – namely, the indexes determining ore preparation characteristics. This is due to the manifestation of many epigenetic processes such as diaphthoresis, sodium metasomatism, tectogenesis, shock metamorphism, hydrothermal phenomena, hypergenesis, and others in the productive strata of the deposit.

In order to bring up to date the obsolete mineralogical-genetic classification of ores, the authors used the results of studying material of more than 1000 samples of ores characterized by different geological positions, formation conditions, mineral and chemical composition, structure and texture. Based on the results of the generalization and analysis of these data, all ore deposits were divided into two groups: primary (authigenic-metamorphic) and epigenetically transformed. Sodium metasomatites and tectonites were singled out among the latter. Other groups of epigenetically altered ores (shock metamorphites, chlorite- and carbonate-containing diaphthorites, seladonite, hizingerite, tetraferriobiothite, minnesotaite and other metasomatites, hydrothermalites, hypergenically transformed ores, etc.) were not chosen as independent groups due to their insignificant presence in the productive rock mass of the field – each of them makes up not more than 0.1% of its total mass.

163 common mineral-genetic varieties of magnetite ores, including 10 varieties of dynamothermal metamorphites (unchanged magnetite quartzites), 30 varieties of sodium metasomatites, 123 varieties of tectonites with different degrees of crushing and grinding of ore material (breccia, cataclasites, mylonites) were distinguished. Since it is practically impossible to compile mining, blending and processing regulations for such a large number of ore types, a technique was developed for arranging the ordinary varieties of ores into integrated, combined, general ones.

When composing the classification for integrated varieties of ores, formation conditions and proximity of mineralogical characteristics were taken into account. 75 integrated mineral-genetic varieties of ores were singled out, including 5 dynamothermal metamorphites, 17 sodium metasomatites, 53 varieties of tectonites.

Classification of the combined mineral varieties of ores was made without taking into account the features of their genesis. The main attention was paid to the proximity of mineralogical characteristics, structure and texture of ores. 75 integrated varieties of ores were grouped into 8 combined varieties.

The last stage of the work involving composing the classification for general types of ores, needs to be carried out after conducting ore dressability tests of combined, integrated varieties. It is expected, that the number of general types of ores will be 3-4. They can be considered as mineralogical-technological grades of low-grade magnetite ore of the deposit.

Key words: banded-iron formation, Kryvyi Rih basin, magnetite quartzites, mineral composition of ores, ore formation conditions, classification of ores.

*Надійшла до редакції 27 листопада 2015 р.
Представив до публікації професор Б.І.Пирогов.*

УДК 549 : 622.7 (477.63)

Демченко О.С., Евтехов В.Д., Евтехова А.В., Георгієва О.П.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДРОБИЛЬНО-СОРТУВАЛЬНИХ ФАБРИК КРИВОРІЗЬКОГО БАСЕЙНУ

Викладені результати систематичного вивчення мінерального складу кінцевих продуктів дробильно-сортувальних фабрик (ДСФ) шахт Криворізького басейну: товарної агломераційної руди та відходів збагачення (крупнозернистого відсіву). Встановлені кількісні співвідношення рудних і породних компонентів у складі аглоруди й відсіву всіх шахт. Мінералогічно обґрунтована можливість підвищення вмісту заліза в складі низькокондиційної товарної аглоруди з 55-57 до 60-62 мас.% та вилучення високозалізистої складової з відсіву ДСФ, що сприятиме значному зростанню виходу високоякісної аглоруди та зменшенню об'єму складування відходів збагачення.

Стан питання та актуальність роботи. Поклади багатих залізних руд Криворізького басейну в поточний час розробляються сімома шахтами та двома кар'єрами Саксаганського залізорудного району. Глибина добувних робіт становить 1200-1500 м. Склад руд, переважно, гематитовий з домішкою кварцу, а також магнетиту, гетиту, каолініту та інших більш рідкісних мінералів [2-5, 7, 9-12]. У зв'язку зі складною конфігурацією рудних покладів та недостатньою ефективністю технології селективного вилучення руд з надр – до складу видобутої рудної маси потрапляють уламки вмісних порід, головним чином, гематитових кварцитів, значно меншою мірою – різного складу сланців, малорудних (каолініт-дисперсногематитових) кварцитів, зрідка жильного кварцу, амфіболітів, мономінеральних і силікатних кварцитів, гранітів. У зв'язку з цим загальний вміст заліза в складі видобутої рудної маси (для різних шахт 52-54 мас.%) значно нижчий у порівнянні з середнім вмістом заліза в складі руд розвіданих та готових до відпрацювання покладів (57-58 мас.%).

Для підвищення вмісту заліза в складі товарної агломераційної руди використовується технологія тристадійного дроблення та тричотиристадійного грохотіння видобутої рудної маси, яка реалізована на дробильно-сортувальних фабриках (ДСФ) всіх семи шахт Криворізького басейну [1]. На виході з ДСФ видобута рудна маса розділяється на два продукти: 1) дрібнозернистий корисний кінцевий продукт із вмістом заліза 55-62 мас.% (товарна аглоруда); 2) крупнозернистий відсів із вмістом заліза 39-46 мас.% (середній показник близько 43 мас.%) – відходи (хвости) збагачення (рис. 1).

Найбільш низькоякісна товарна аглоруда з вмістом заліза 55-57 мас.% протягом останніх років користується все меншим попитом на світовому ринку залізорудної сировини через низький вміст заліза. Оптимальне значення цього показника в сучасних умовах – не нижче 60 мас.%. Лише відповідаючи цьому критерію, агломераційна руда Криворізького басейну збереже свою конкурентоздатність. У зв'язку з цим активізувались пошуки напрямків удо-

сконалення технологічної схеми, реалізованої в діючих ДСФ. Заходи з її оптимізації повинні базуватись на результатах визначення неоптимальностей технології, в тому числі через недостатнє врахування мінералогічних особливостей вихідної сировини. Це дасть змогу вдосконалити існуючий технологічний ланцюг ДСФ та (за необхідності) наростити його збагачувальними пристроями, які б забезпечували зростання вмісту заліза в складі корисного кінцевого продукту від 55 до понад 60 мас.%

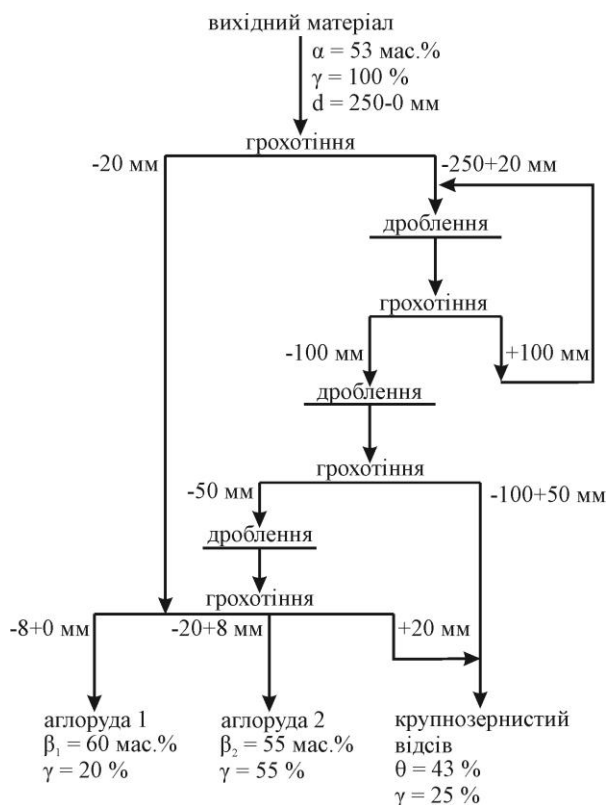


Рис. 1. Узагальнена схема збагачення відбитої з надр рудної маси на ДСФ шахт Криворізького басейну з одержанням високоякісної (аглоруда 1) та низькоякісної (аглоруда 2) товарної аломераційної руди.

Хвости нагромаджуються в спеціально сформованих складах. Щорічний загальний об'єм складування відходів усіх ДСФ становить 1-2 млн. т. Нагромаджений їх об'єм у складах усіх шахт, за різними оцінками, становить від 15 до 20 млн. т. Більшість складів пе-

реповнені, тому частина нагромадженого матеріалу втрачається у відвалах низькозалістистих розкривних порід та провальних лійках шахт. У той же час відходи ДСФ є цінною залізородною сировиною, загальний вміст заліза в складі якої (в середньому близько 43 мас.%) значно вищий у порівнянні з відповідним показником бідних магнетитових руд, які розробляються гірничозбагачувальними комбінатами Кривбасу (в середньому 38 мас.%). Протягом останніх років вивчається можливість використання відсіву ДСФ для повторного збагачення з метою виробництва високоякісних кінцевих продуктів: агломераційної руди, аглоконцентрату та концентрату. Розробка відповідних технологій повинна базуватись на детальному вивченні мінералогічних особливостей крупнозернистого відсіву ДСФ [6, 8].

Метою роботи була мінералогічна оцінка ефективності роботи ДСФ та розробка рекомендацій, спрямованих на її підвищення.

Вихідний матеріал та методика роботи. Досліджувались крупнозернисті відходи ДСФ семи шахт Криворізького басейну. Автори використали опубліковані та фондові дані з понад 100 джерел.

Основою для виконання власних мінералогічних досліджень був матеріал 42 лабораторних мінералогічних проб масою до 20 кг – 21 проба аглоруди та 21 проба крупнозернистого відсіву. Проби відбирались протягом 2014-17 рр. – по 3 проби обох продуктів для ДСФ кожної шахти. Для більшого представництва відбір проб кожної ДСФ виконувався з інтервалом 1 місяць. Матеріал трьох проб кожного продукту кожної шахти був об'єднаний та усереднений. Таким чином, були скомпоновані 7 проб аглоруди та 7 проб відсіву.

Визначення кількісних співвідношень основних мінеральних різновидів руд і гірських порід у складі відсіву ДСФ виконувалось методом макро- (частинки розміром від 100 до 5 мм) та мікроскопічної (менше 5 мм) рудорозборки. Остання проводилась із використанням бінокулярного (частинки розміром від 0,1 до 5 мм) і петрографічного (менше 0,1 мм) мікроскопів.

Додаткову інформацію автори отримали за даними скороченого фазового аналізу заліза –

визначався загальний вміст заліза ($Fe_{\text{заг.}}$) та вміст заліза в складі магнетиту ($Fe_{\text{магн.}}$). Аналізи були проведені в хімічній лабораторії Державної інспекції ДІЯПруда (м. Кривий Ріг) для матеріалу всіх виділених за даними рудорозборки мінеральних різновидів руд і гірських порід ДСФ усіх шахт.

З матеріалу кожного мінерального різновиду багатих руд, рядових гематитових кварцитів та домішкових гірських порід були виготовлені близько 100 прозорих і полірованих шліфів. З використанням стандартних методів були ідентифіковані рудо- та породоутворювальні, другорядні мінерали, визначене їх кількісне співвідношення у складі відсіву. Для діагностики деяких другорядних мінералів (каолінит, тальк, серпентин, мінесотит та ін.) були використані результати рентгеноструктурного й термографічного аналізу.

Результати. Дані рудорозборки матеріалу проб агломераційної руди всіх шахт показали,

що вміст головних мінеральних різновидів багатих руд і гірських порід у її складі близький. Головними компонентами є багаті руди залізнослюдо-мартитового, мартитового («синьки»), дисперсногематит-мартитового («краско-синьки») складу: їх кількість у аглоруді коливається від 65,9 до 72,2 мас.%, середній показник 70,1 мас.%. Другорядне значення мають рядові гематитові кварцити (15,6-19,3, в середньому 16,6 мас.%); зруденілі гематитові кварцити (7,5-10,1, середнє значення 8,8 мас.%); багаті руди мартит-дисперсногематитового («синько-краски») та дисперсногематитового, каолінит-дисперсногематитового («краски») складу (2,2-3,9, середнє значення 3,2 мас.%). В незначній кількості (кожний менший 1 мас.%) присутні безрудні компоненти: різного складу сланці, жильний кварц, мономінеральні та силікатні кварцити, інші гірські породи [6] (табл. 1).

Таблиця 1.

Кількісні співвідношення мінеральних різновидів руд і гірських порід (мас.%) у складі аглоруди ДСФ шахт

№	Родовища	Руди багаті «синьки», «краско-синьки»	Руди багаті «синько-краски», «краски»	Кварцити гематитові зруденілі	Кварцити гематитові рядові	Кварцити малорудні, безрудні	Сланці	Кварц жильний	Інші гірські породи	Загалом
1	кар'єру «Північний» бувшого рудника ім. Ф.Е.Дзержинського	67,6	3,9	10,1	16,5	0,8	0,6	0,1	0,4	100,0
2	кар'єру «Південний» шахти №1 ім. Ф.А.Артема	65,9	3,8	9,2	19,3	0,6	0,7	0,1	0,4	100,0
3	шахти №1 ім. Ф.А.Артема	70,3	3,6	9,0	15,6	0,6	0,6	0,0	0,3	100,0
4	шахти «Родіна»	69,8	3,5	8,9	16,4	0,5	0,6	0,0	0,3	100,0
5	шахти «Зоря-Октябрська»	69,9	3,2	9,0	16,7	0,4	0,5	0,1	0,2	100,0
6	шахти ім. М.В.Фрунзе	71,3	2,9	8,8	15,8	0,5	0,5	0,0	0,2	100,0
7	шахти «Ювілейна»	71,0	3,0	8,8	16,1	0,5	0,4	0,0	0,2	100,0
8	шахти «Гвардійська»	72,5	2,7	7,5	16,3	0,4	0,3	0,1	0,2	100,0
9	шахти «Тернівська»	72,2	2,2	8,1	16,6	0,4	0,3	0,0	0,2	100,0
Середнє значення		70,1	3,2	8,8	16,6	0,5	0,5	0,0	0,3	100,0

Автори визначили вміст заліза в складі кожного рудного й породного компоненту, які присутні в складі аглоруди а також, як показали подальші дослідження, в складі крупнозернистого відсіву ДСФ всіх шахт. Для цього бу-

ли відібрані представницькі проби цих компонентів з матеріалу відібраних проб аглоруди і відсіву. Результати хімічних аналізів наведені в табл. 2.

Результати рудорозборки (табл. 1) свідчать,

що технологія тристадійного дроблення з по-стадійно пов'язаним грохотінням одержуваного продукту, яка впроваджена на ДСФ шахт Кривбасу, не забезпечує повного розділення рудної й породної складових видобутої з надр рудної маси.

За умови виділення з неї найбільш багатой рудної складової, представленої залізнослюдко-мартитовими, мартитовими та дисперсно-гематит-мартитовими рудами («синьками, краско-синьками»), вміст заліза в складі товарної агломераційної руди становив би близько 63 мас.% (табл. 2). Вихід цього продукту склав би 70,1% від одержуваного в по-

точний час на ДСФ шахт. Якщо ступінь розділення матеріалу видобутої рудної маси був би менш досконалим, до складу кінцевого корисного продукту потрапили б «синьки», «краско-синьки», «синько-краски», «краски», а також збагачені гематитові кварцити. В такому разі вміст заліза в складі товарної аглоруди становив би 60,5 мас.%. Вихід її був би 82,1% від одержуваного на сучасних ДСФ. Таким чином, і в першому, і в другому випадку якість аглоруди відповідала б сучасним вимогам світового ринку.

Таблиця 2.

Середній вміст заліза в складі компонентів аглоруди та крупнозернистого відсіву ДСФ шахт

№	Родовища	Руди багаті «синьки», «краско-синьки»	Руди багаті «синько-краски», «краски»	Кварцити гематитові зруденілі	Кварцити гематитові рядові	Кварцити малорудні, безрудні	Сланці	Кварц жильний	Інші гірські породи
1	кар'єру «Північний» бувшого рудника ім. Ф.Е.Дзержинського	63,8	53,9	43,0	38,8	24,5	20,6	0,7	15,2
2	кар'єру «Південний» шахти №1 ім. Ф.А.Артема	63,9	53,7	43,2	38,8	24,4	20,4	0,8	15,0
3	шахти №1 ім. Ф.А.Артема	63,5	53,8	43,1	38,6	24,4	20,5	0,7	14,9
4	шахти «Родіна»	63,6	53,6	42,9	38,5	24,0	19,9	0,9	14,9
5	шахти «Зоря-Октябрська»	63,1	53,3	43,0	38,5	24,1	19,7	0,6	14,3
6	шахти ім. М.В.Фрунзе	62,8	53,1	42,9	38,4	23,7	19,4	0,9	13,9
7	шахти «Ювілейна»	62,5	53,2	42,7	38,2	23,8	19,5	0,7	13,6
8	шахти «Гвардійська»	62,3	52,8	42,5	37,9	23,6	19,4	0,8	13,5
9	шахти ім. В.І.Леніна	62,2	52,6	42,5	38,0	23,4	19,2	0,6	13,3
Середнє значення		63,1	53,3	42,9	38,4	24,0	19,8	0,7	14,3

Але потрапляння до аглоруди рядових гематитових кварцитів і низькозалізистих, беззалістих гірських порід є причиною низької якості (55-57 мас.%) одержуваної на ДСФ в поточний час товарної агломераційної руди. Недостатня вибірковість запроваджених технологічних схем по розділенню кондиційної й некондиційної складових видобутої з надр рудної маси є головним недоліком роботи ДСФ.

Другим недоліком є високий вміст заліза (від 39 до 46 мас.%, середній показник близько 43 мас.%) у відходах збагачення – крупнозернистому відсіві.

Для матеріалу 21 представницької проби відсіву ДСФ усіх шахт, як і для агломераційних руд, автори виконали макро- та мікроскопічну рудорозборку. В складі відсіву виділялись ті ж рудні та породні компоненти, які були присутні в складі аглоруд (табл. 2, 3).

З наведених у табл. 3 результатів видно, що в складі відсіву ДСФ присутні частинки багатих руд (близько 11 мас.%) і збагачених гематитових кварцитів (близько 6 мас.%). За умови оптимальної роботи технологічної схеми близько 17 мас.% відсіву з середнім вмістом заліза 60,5 мас.% надійшли б до товарної аглоруди. Одночасно вихід відсіву зменшився б на

17%, вміст заліза в його складі зменшився б з 43 до 37,8 мас.%.

Мінералого-технологічний аналіз роботи ДСФ шахт дав змогу авторам визначити головні причини їх неоптимальної роботи.

1. У зв'язку з конструктивними особливостями дробарок до тині тиску крупних міцних уламків, представлених, переважно, рядовими гематитовими кварцитами, а також малорудними, безрудними кварцитами, жильним квар-

цом (міцність за М.М.Протод'яконовим 12-20 балів) потрапляють частинки багатой мартитової руди (1-7 балів). В процесі дроблення рудної маси вони залишаються недодробленими і після грохотіння потрапляють до надрештнього продукту – крупнозернистого відсіву ДСФ. Цим пояснюється присутність у його складі близько 10 мас.% багатих гематитових руд з вмістом заліза понад 63 мас.%.

Таблиця 3.

Кількісні співвідношення мінеральних різновидів руд і гірських порід (мас.%) у складі крупнозернистого відсіву ДСФ шахт

№	Родовища	Руди багаті «синьки», «краско-синьки»	Руди багаті «синько-краски», «краски»	Кварцити гематитові зруденілі	Кварцити гематитові рядові	Кварцити малорудні, безрудні	Сланці	Кварц жильний	Інші гірські породи	Загалом
1	кар'єру «Північний» бувшого рудника ім. Ф.Е.Дзержинського	9,8	2,0	7,1	77,5	1,8	0,9	0,2	0,7	100,0
2	кар'єру «Південний» шахти №1 ім. Ф.А.Артема	10,1	1,8	6,6	78,1	1,5	1,0	0,3	0,6	100,0
3	шахти №1 ім. Ф.А.Артема	9,8	1,7	6,1	79,4	1,4	0,9	0,2	0,5	100,0
4	шахти «Родіна»	9,6	1,5	5,9	80,2	1,3	0,9	0,2	0,4	100,0
5	шахти «Зоря-Октябрська»	9,7	1,3	6,2	80,4	1,0	0,7	0,3	0,4	100,0
6	шахти ім. М.В.Фрунзе	9,5	1,2	5,6	81,4	1,1	0,8	0,1	0,3	100,0
7	шахти «Ювілейна»	9,3	1,3	5,7	81,7	0,9	0,6	0,2	0,3	100,0
8	шахти «Гвардійська»	8,6	1,1	4,9	83,2	0,9	0,6	0,3	0,4	100,0
9	шахти «Тернівська»	7,9	0,8	5,3	84,3	0,8	0,5	0,2	0,2	100,0
Середнє значення		9,4	1,4	5,9	80,7	1,2	0,8	0,2	0,4	100,0

2. Уламки різного складу сланців, каолініт-дисперсногематитові прошарки малорудних гематитових кварцитів внаслідок незначної міцності (1-10 балів) схильні до передроблення. Через це вони потрапляють до дрібнозернистого продукту ДСФ (товарної аглоруди). Це спричиняє зниження вмісту заліза в її складі.

Зазначені дві обставини обумовлюють два основних напрямки робіт, спрямованих на підвищення ефективності роботи ДСФ.

1. Мінералогічне обґрунтування та вибір оптимальної технологічної схеми, яка б забезпечила підвищення вмісту заліза в складі товарної агломераційної руди з 55-57 до 60-62 мас.%. Результати попередніх мінералого-

технологічних досліджень показали, що цього можна досягнути з використанням сухої магнітної, сухої та мокрої гравітаційної, гранулометричної сепарації.

2. Визначення можливості повторного збагачення крупнозернистого відсіву ДСФ з метою вилучення з нього високозалізистої складової з подальшим її залученням до товарної агломераційної руди. Це дозволить підвищити вихід товарної аглоруди без втрати її якості, а також зменшити кількість відходів збагачення руд.

Висновки

1. З метою підвищення вмісту заліза в складі видобутої з надр рудної маси вона переробляється на ДСФ всіх шахт Кривбасу на два

кінцевих продукти: 1) дрібнозернистий – товарну агломераційну руду (вміст заліза 55-62 мас.%); 2) крупнозернистий відсів із вмістом заліза 39-46 мас.% – відходи збагачення.

2. Низькокондиційна товарна аглоруда з вмістом заліза 55-57 мас.% у поточний час не користується попитом на світовому ринку. Причина її низької якості – присутність у ній частинок низькозалістистих та беззалістистих гірських порід, які потрапляють до аглоруди через недосконалість технології видобутку та збагачення видобутої рудної маси.

3. Останнє є причиною прояву ще однієї неоптимальності роботи ДСФ: занадто високого вмісту заліза в складі крупнозернистого відсіву через присутність частинок багатих руд та зруденілих гематитових кварцитів.

4. Результати вивчення мінерального складу продуктів ДСФ показали, що існує можливість підвищення вмісту заліза в складі низькосортної товарної аглоруди (55-57 мас.% заліза) до показників, які відповідають вимогам світового ринку (60-62 мас.%) та вилучення з відсіву ДСФ шляхом його повторного збагачення рудної складової з таким же вмістом заліза. Це дозволить збільшити вихід аглоруди і зменшити об'єми складування відходів збагачення. Відповідні технології повинні ґрунтуватись на результатах детальних мінералогічних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Азарян А.А., Колосов В.А., Ломовцев Л.А., Учитель А.Д.** *Качество минерального сырья* // Кривой Рог: Минерал, 2001.– 203 с.

2. **Белевцев Я.Н., Бура Г.Г., Дубинкина Р.П. и др.** *Генезис железных руд Криворожского бассейна* // Киев: Изд. АН УССР, 1959.– 308 с.

3. **Белевцев Я.Н., Кравченко В.М., Кулик Д.А. и др.** *Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Генезис железных руд* // Киев: Наукова думка, 1991.– 215 с.

4. **Белевцев Я.Н., Тохтуев Г.В., Стрыгин А.И. и др.** *Геология Криворожских железорудных месторождений* // Киев: Изд. АН УССР, 1962.– Т. 1 – 484 с., т. 2 – 567 с.

5. **Гершойг Ю.Г.** *Генезис руд Кривого Рога / Геология и генезис руд Криворожского желе-*

зородного бассейна // Киев: Изд. АН УССР, 1955б.– С. 86-99.

6. **Демченко О.С., Євтехов В.Д.** *Петрографічний склад відсіву дробильно-сортувальних фабрик Криворізького басейну / Сталій розвиток промисловості та суспільства. Секція 5. Геологія, прикладна мінералогія. Екологія. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. Кривий Ріг, 20-23 травні 2015 р.* // Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2015.– С. 62-66.

7. **Євтехов В.Д.** *Етапи формування комплексної мінерально-сировинної бази залізородних родовищ Криворізько-Кременчуцького лінеаменту* // Відомості Академії гірничих наук України.– 1997.– № 4.– С. 111-114.

8. **Євтехов В.Д., Євтехова А.В., Демченко О.С., Смирнов А.Я.** *Минералогическая оценка эффективности технологий повторного обогащения крупнозернистого отсева дробильно-сортировочных фабрик Криворожского бассейна* // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету, 2014.– №1-2 (31-32).– С. 61-69.

9. **Каниболоцкий П.М.** *Петрогенезис пород и руд Криворожского железорудного бассейна* // Черновцы: Изд. АН УССР, 1946.– 312 с.

10. **Мартыненко Л.И.** *Роль гипергенных процессов в образовании руд Саксаганской полосы Кривого Рога / Геология и генезис руд Криворожского железорудного бассейна* // Киев: Изд. АН УССР, 1955.– С. 100-113.

11. **Свитальский Н.И., Фукс Э.К., Половинкина Ю.И. и др.** *Железородное месторождение Кривого Рога* // Москва-Ленинград: Госгеоліздат, 1932.– 284 с.

12. **Федорченко В.С.** *К вопросу о генезисе «красковых» руд Криворожского бассейна* // Минералогический сборник.– 1955.– № 9.– С. 216-220.

REFERENCES

1. **Azaryan AA, Kolosov VA, Lomovtsev LA, Uchitel A.D.** *Quality of mineral raw materials (in Russian)* // Krivoy Rog: Mineral, 2001.– 203 p.

2. **Belevtsev Ya.N., Bura G.G., Dubinkina R.P., et al.** *Genesis of the Krivoy Rog basin iron ores (in Russian)* // Kiev: Publishing house of the UkrSSR Academy of sciences, 1959.– 308 p.

3. **Belevtsev Ya.N., Kravchenko V.M., Kulik D.A., e. a.** Precambrian banded iron formations of the European part of the USSR. Genesis of iron ores (in Russian) // Kiev: Naukova dumka, 1991.– 215 p.
4. **Belevtsev Ya.N., Tokhtuyev G.V., Strygin A.I., e. a.** Geology of Krivoy Rog iron ore deposits (in Russian) // Kiev: Publishing house of the UkrSSR Academy of sciences, 1962.– V. 1 – 484 p, V. 2.– 567 p.
5. **Gershoyg Yu.G.** Genesis of Krivoy Rog ores (in Russian) / Geology and genesis of ores in the Krivoy Rog iron ore basin // Kiev: Publishing house of the UkrSSR Academy of sciences, 1955.– P. 86-99.
6. **Demchenko O.S., Evtekhov V.D.** Petrographic composition of screenings from crushing and screening plants of the Kryvyi Rih basin (in Ukrainian) / Sustainable development of industry and society. Proceedings of International scientific-technical conference. Kryvyi Rih, 20-23 May 2015 // Kryvyi Rih: Kryvyi Rih national university, 2015.– P. 62-66.
7. **Evtekhov V.D.** Stages of the formation of a complex mineral-raw material base of iron ore deposits of the Krivoy Rog-Kremenchug lineament (in Ukrainian) // Data of the Academy of mining sciences of Ukraine.– 1997.– №4.– P. 111-114.
8. **Evtekhov VD, Evtekhova AV, Demchenko O.S., Smirnov A.Ya.** Mineralogical assessment of the efficiency of the technology of re-enrichment of coarse-grained screening of crushing and sorting factories of the Krivoy Rog basin (in Russian) // Geology and mineralogy bulletin of Kryvyi Rih national university.– 2014.– №1-2 (31-32).– P. 61-69.
9. **Kanibolotskyi P.M.** Petrogenesis of rocks and ores of the Krivoy Rog iron ore basin (in Russian) // Chernovtsy: Publishing house of the UkrSSR Academy of sciences, 1946.– 312 p.
10. **Martynenko L.I.** The role of supergene processes in the formation of the Saksagan band ores in Krivoy Rog (in Russian) / Geology and genesis of ores in the Krivoy Rog iron ore basin // Kiev: Publishing house of the UkrSSR Academy of sciences, 1955.– P. 100-113.
11. **Svital'sky N.I., Fuks E.K., Polovinkina Yu.I., e.a.** Iron ore field of Krivoy Rog (in Russian) // Moscow-Leningrad: Gosgeolizdat, 1932.– 284 p.
12. **Fedorchenko V.S.** Concerning the genesis of "red dirt" ores in the Krivoy Rog basin (in Russian) // Mineralogical journal.– 1955.– №9.– P. 216-220.

ДЕМЧЕНКО О.С., ЄВТЕХОВ В.Д., ЄВТЕХОВА А.В., ГЕОРГІЄВА О.П. Оцінка ефективності роботи дробильно-сортувальних фабрик Криворізького басейну.

Резюме. Багаті залізні руди Криворізького басейну розробляються шахтами глибиною 1200-1500 м. Через складність форми рудних тіл та неоптимальність технології гірничих робіт до видобутої рудної маси потрапляють вмісні низькозалісті та беззалісті гірські породи. Внаслідок цього вміст заліза в складі добутого рудного матеріалу (52-54 мас.%) суттєво нижчий від його середнього вмісту в складі руд розвіданих і підготовлених до розробки покладів (57-58 мас.%).

З метою підвищення вмісту заліза в добутій руді використовується технологія тристадійного дроблення та тристадійного грохотіння рудної маси, яка реалізована на дробильно-сортувальних фабриках (ДСФ) всіх семи шахт Кривбасу. Кінцевими продуктами ДСФ є: 1) товарна агломераційна руда (дрібнозернистий продукт ДСФ) із вмістом заліза від 55 до 62 мас.%; 2) відходи (хвости) збагачення – крупнозернистий відсів із вмістом заліза 39-46 мас.%, середній показник близько 43 мас.%.

Низькоякісна товарна аглоруда з вмістом заліза 55-57 мас.% користується все меншим попитом на світовому ринку. Результати мінералогічних досліджень аглоруди всіх шахт показали, що головна причина її недостатньої якості – присутність частинок низькозалістих та беззалістих гірських порід, потрапляння яких до товарної аглоруди обумовлене неоптимальні-

стю застосованої технології збагачення.

Ще одним проявом низької ефективності роботи ДСФ є занадто високий вміст заліза в складі крупнозернистого відсіву, обумовлений присутністю в ньому частинок багатих руд та зруденілих гематитових кварцитів. В зв'язку з цим відходи ДСФ в поточний час досліджуються як цінна вторинна залізорудна сировина.

Результати вивчення мінерального складу продуктів ДСФ свідчать, що існує можливість підвищення вмісту заліза в низькосортній товарній аглоруді з 55-57 до 60-62 мас.%, а також вилучення з відсіву ДСФ шляхом його повторного збагачення рудної складової з таким же вмістом заліза. Це дозволить збільшити вихід високоякісної аглоруди і зменшити об'єми складування відходів збагачення.

Розробка відповідних технологій повинна базуватись на детальному вивченні мінералогічних особливостей низькосортної агломераційної руди та крупнозернистого відсіву ДСФ кожної шахти.

Ключові слова: залізисто-кремниста формація, Криворізький басейн, багаті залізні руди, мінеральний склад руд, хімічний склад руд, збагачення руд.

ДЕМЧЕНКО О.С., ЕВТЕХОВ В.Д., ЕВТЕХОВА А.В., ГЕОРГИЕВА Е.П. Оценка эффективности работы дробильно-сортировочных фабрик Криворожского бассейна.

Резюме. Богатые железные руды Криворожского бассейна разрабатываются шахтами глубиной 1200-1500 м. Из-за сложности формы рудных тел и неоптимальности технологии горных работ в добытую рудную массу попадают вмещающие низкожелезистые и безжелезистые горные породы. Вследствие этого содержание железа в составе добытого рудного материала (52-54 масс.%) существенно ниже его среднего содержания в составе руд разведанных и подготовленных к разработке залежей (57-58 масс.%).

С целью повышения содержания железа в добытой руде используется технология трехстадийного дробления и трехстадийного грохочения рудной массы, которая реализована на дробильно-сортировочных фабриках (ДСФ) всех семи шахт Кривбасса. Конечными продуктами ДСФ являются: 1) товарная агломерационная руда (мелкозернистый продукт ДСФ) с содержанием железа от 55 до 62 масс.%; 2) отходы (хвосты) обогащения – крупнозернистый отсеив с содержанием железа 39-46 масс.%, средний показатель около 43 мас.%.

Низкокачественная товарная аглоруда с содержанием железа 55-57 масс.% пользуется все меньшим спросом на мировом рынке. Результаты минералогических исследований аглоруды всех шахт показали, что главная причина ее недостаточного качества – присутствие частиц низкожелезистых и безжелезистых горных пород, попадание которых в товарную аглоруду обусловлено неоптимальностью применяемой технологии обогащения.

Еще одним проявлением низкой эффективности работы ДСФ является слишком высокое содержание железа в составе крупнозернистого отсева, обусловленное присутствием в нем частиц богатых руд и оруденелых гематитовых кварцитов. В связи с этим отходы ДСФ в настоящее время исследуются как ценное вторичное железорудное сырье.

Результаты изучения минерального состава продуктов ДСФ свидетельствуют, что существует возможность повышения содержания железа в низькосортной товарной аглоруде с 55-57 до 60-62 масс.%, а также извлечение из отсева ДСФ путем его повторного обогащения рудной составляющей с таким же содержанием железа. Это позволит увеличить выход высококачественной аглоруды и уменьшить объемы складирования отходов обогащения.

Разработка соответствующих технологий должна базироваться на детальном изучении минералогических особенностей низькосортной агломерационной руды и крупнозернистого отсева ДСФ каждой шахты.

Ключевые слова: железисто-кремнистая формація, Криворожский бассейн, богатые желез-

ные руды, минеральный состав руд, химический состав руд, обогащение руд.

DEMCHENKO O.S., EVTEKHOV V.D., EVTEKHOVA A.V., GEORGIIEVA O.P. Mineralogical assessment of crushing and sizing plants efficiency (Kryvyi Rih basin).

Summary. Mines 1200-1500 m deep extract the high-grade iron ores in Kryvyi Rih basin. Complexity of ore bodies shape and nonoptimality of mining methods cause falling of the enclosing low-iron and iron-free rocks into extracted ore mass. As a consequence, the iron content of the mined ore material (52-54 mass.%) is significantly lower than its average content in the ore of deposits explored and prepared for the extraction (57-58 mass.%).

In order to increase the iron content in the extracted ore the technology of three-stage crushing and three-stage screening of ore mass is used, which is implemented in crushing and sizing plants (CSP) of all seven Kryvbass mines. The final products of CSP are: 1) marketable sinter ore (fine-grained CSP product) with iron content from 55 to 62% mass.%; 2) processing waste (tailings) – coarse-grained screenings with iron content 39-46% mass.%; the average value is about 43 mass.%.

Low-grade marketable sinter ore with an iron content of 55-57 mass.% is in poor demand on the world market. The results of mineralogical studies of sinter ore from all mines revealed the presence of low-iron and iron-free rocks particles to be the main reason for its insufficient quality, their insertion into marketable sinter ore is caused by the nonoptimality of processing technology used.

Another manifestation of CSP low efficiency is the unreasonably high content of iron in the coarse-grained screenings due to the presence of particles of high-grade ores and of mineralized hematite quartzites. In this regard, CSP wastes are currently studied as a valuable secondary iron ore raw material.

The results of studying mineral composition of CSP products give evidence of possibility to increase the iron content of low-grade marketable sinter ore from 55-57 to 60-62% mass %, as well as to extract ore component with the same iron content from the CSP screenings by re-processing. This will increase the yield of high-quality sinter ore and reduce the storage of concentration waste.

The development of appropriate technologies needs to be based on a detailed study of mineral features of low-grade sinter ore and coarse-grained screenings from each mine CSP.

Key words: banded iron formation, Kryvyi Rih basin, high-grade iron ores, mineral composition of ores, chemical composition of ores, ore concentration.

*Надійшла до редакції 24 березня 2016 р.
Представила до публікації доктор геологічних наук Г.А.Кульчицька.*

УДК 563.1 :551.763 (477.62)

Шоміна А.Д.

ФОРАМІНІФЕРИ ТУРОНСЬКОГО ЯРУСУ РАЙГОРОДСЬКОГО РОДОВИЩА КРЕЙДИ (ДОНЕЦЬКИЙ БАСЕЙН)

*Наведені дані про стратиграфічне поширення форамініфер з туронських відкладів Північно-Західного Донбасу. Показана можливість виділення двох зон за форамініферами: *Helvetoglobotruncana helvetica* (середній турон) та *Whiteinella archeocretacea* (нижній турон).*

Вступ. Геокартування крупного масштабу (1:50000 і більше) для пошуку та розвідки корисних копалин, пов'язаних з мергель-крейдовою товщею Північно-Західного Донбасу, потребує розробки детальних стратиграфічних схем. Велике значення для їх створення мають мікрофауністичні рештки, зокрема форамініфери.

Туронський ярус Північно-Західного Донбасу представлений крейдою та крейдоподібним мергелем, які донизу за розрізом поступово переходять у глауконітові пісковики сеноманського ярусу, а догори – без помітних літологічних змін – у крейду коньякського ярусу [10].

В цих породах практично відсутні залишки макрофауни, що довгий час спричиняло дискусії про повноту туронських відкладів. Лише протягом 60-х років ХХ ст. завдяки масовому вивченню форамініфер вона була встановлена. Літологічно одноманітні породи туронського й коньякського ярусів Північно-Західного Донбасу об'єднані в широківську світу, потужність якої досягає 70 метрів [5].

В цій статті представлена складена за результатами вивчення форамініфер біостратиграфічна характеристика туронських відкладів Райгородського родовища крейди. Дослідження проводились в районі селища Райгородок, розташованого на північний схід від

Слов'янська, в долині ріки Казений Торець, поблизу її впадіння в Сіверський Донець.

Вихідний матеріал і методика роботи. Матеріалом для досліджень був керн розвідувальних свердловин А-574, А-473, А-747, А-439, А-475 Райгородського родовища крейди (колекція В.П.Боброва, комплексна геологічна партія «Артемгеологія», 1972 р.). З кожної свердловини були відібрані по п'ять проб. Відбір та визначення форамініфер проводились з використанням біокулярного стереоскопічного мікроскопу МБС-9 у відбитому світлі.

Аналіз попередніх публікацій. Вперше присутність туронського ярусу в складі мергель-крейдової товщі Північно-Західного Донбасу в 1924 р. встановив М.С.Шатський [13] за знахідкою *Inoceramus lamarcki* Park. О.Р.Конопліна [9] в 1952 р. виділила туронський ярус на підставі вивчення форамініфер. Детальне стратиграфічне розчленування верхньокрейдових відкладів Північно-Західного Донбасу за мікрофауною наведено в статтях В.Ф.Горбенко [7, 8]. О.Д.Веклич [6] в 2008 р. визначила комплекс форамініфер нижнього турону для вапнистих пісковиків розрізу с. Глафірівка північної окраїни Донбасу.

За особливостями літологічного складу, будови осадової товщі та характерними комплексами макрофауни й форамініфер, М.Я.Бланк і

В.Ф.Горбенко [4, 5] в розрізі турону Північно-Донбасу виділили два горизонти: віднесений до нижнього турону закотненський потужністю близько 17 м [11] і горський потужністю близько 20 м [11] (у свою чергу розділений на три пачки), віднесений до верхнього турону. Межа між цими горизонтами ерозійна. У відповідності з сучасною стратиграфічною схемою [12], за М.Я.Бланком і В.Ф.Горбенко, закотненський і горський горизонти розгляда-

ються як підсвіти ширококівської світи.

Потужність товщі турону Північно-Західного Донбасу досягає 30-40 м, збільшуючись у бік Дніпровсько-Донецької западини до 100 м.

Результати. В дослідженому розрізі турону Райгородського родовища були визначені 34 види форамініфер (рис. 1). З них 14 видів належать до планктонної асоціації, а 20 – до бентосної.

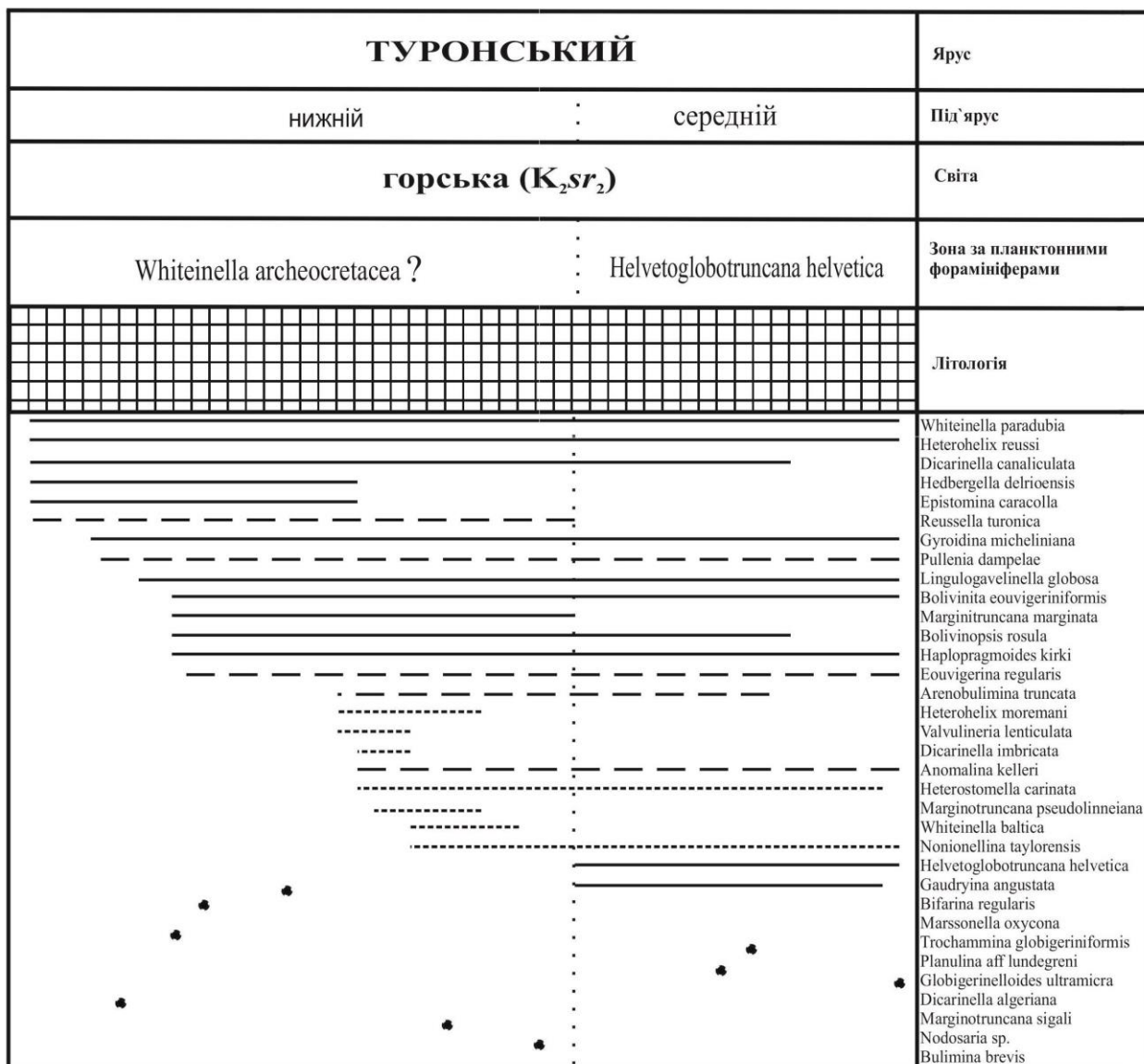


Рис. 1. Стратиграфічне поширення форамініфер.

Представники планктонної асоціації були розділені на наступні групи:

1) види-індекси інтервал-зони *H. helvetica* [14]: *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli), 1957; *Marginotruncana sigali* (Reichel), 1950;

2) характерні для зони *H. helvetica* [14, 15]: *Dicarinella imbricate* (Mornod), 1976; *Heterohelix reussi* (Cushman), 1938, 1949; *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967; *Dicarinella algeriana* (Mornod, 1976);

3) види-індекси зони *W. archeoretacea* [14]: *Heterohelix moremani* (Cushman), 1938; *Hedbergella delrioensis* (Carsey, 1926); *Dicarinella canaliculata* (Reuss), 1854; *Whiteinella paradubia* (Sigal), 1952; *Bifarina regularis* Parker & Jones, 1872;

4) види широкого стратиграфічного діапазону, характерні для турону та низів коньяку [14]: *Marginotruncana marginata* Reuss, 1845; *Whiteinella baltica* Douglas & Rankin, 1969; *Globigerinelloides ultramicra* (Subbotina, 1949).

Бентосна асоціація представлена характерними для турону формами та видами широкого стратиграфічного діапазону:

1) характерні види: *Anomalina kelleri* Mjatiuk, 1947; *Epistomina caracolla* (Roemer, 1841); *Planulina aff. lundegreni* d'Orbigny, 1826; *Nodosaria* sp., *Gaudryina angustata* Akimez, 1961; *Reussella turonica* Akimez, 1961; *Heterostomella carinata* Franke, 1914 [3]; *Gyroidina micheliniana* Brotzen, 1942; *Eouvigerina regularis* (Keller, 1897); *Bolivinina eouvigeriniformis* Keller, 1935 [2];

2) види широкого діапазону [2]: *Nonionellina taylorensis* (Hofker), 1975; *Haplophragmoides kirki* Wickenden, 1932; *Valvulineria lenticula* Cushman, 1926; *Bulimina brevis* Cushman & Wickenden, 1928; *Lingulogavelinella globosa* (Brotzen, 1945); *Pullenia dampelae* Dain, 1952; *Bolivina rosula* (Ehrenberg, 1854); *Arenobulimina truncata* (Reuss), 1856; *Marsonella oxycona* Cushman, 1946; *Trochammina globigeriniformis* (Parker & Jones, 1865).

Нижче наведений опис та зображення двох найбільш важливих у стратиграфічному від-

ношенні видів планктонної асоціації: *Helvetoglobotruncana helvetica*, який є видом-індексом одноіменної інтервал-зони нижнього-низів верхнього турону, та *Marginotruncana pseudolinneiana*, який є характерним видом цієї інтервал-зони.

***Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli), 1957** (рис. 2, 3).

Globotruncana helvetica: Bolli, 1945, p. 226, pl. 9, fig. 6.

Globotruncana helvetica Scheibnerova – Scheibnerova, 1958, p. 140, text-fig. 2.

Helvetoglobotruncana helvetica (Bolli) – Caron, 1957, p. 68, pl. 30, figs. 7-8.

Globotruncana helvetica posthelvetica Hanzlikova – Hanzlikova, 1963, pp. 325-327, pl. 1, figs. 1-4.

Onuc. Черепашка низькотрохоїдна, декстральна, асиметрична, уплющена з дорзальної сторони та кулеподібно-опукла з умбілікальної сторони. Контур черепашки округлий, слабколопасний. Дорзальна сторона помітно увігнута, кількість оборотів спіралі 1,5-2. Кількість камер у останньому обороті 5,5. Темп зростання розміру камер рівномірний, помірно повільний. Камери кулеподібні, асиметричні, однокілеві. Септальні шви піднесені, скошені. Умбілікальна область помірно широка, мілка, відкрита, спостерігається слабко виражена система портиків. Апертура умбілікально-зовнішньоумбілікальна з портиками, що простягаються в умбілікальну сторону. Стінка секреційна, вапниста, пориста. Пори дуже дрібні, вкривають стінку щільно.

Порівняння. Цей вид відрізняється від *H. praehelvetica* та *W. praehelvetica* наявністю справжнього намистиноподібного кілю вздовж усіх камер останнього обороту, який зміщений у напрямку дорзальної сторони. Цей вид зовні нагадує *G. gansseri* плоско-опуклою формою і характерним сходовим і черепицеподібним розташуванням камер на дорзальній стороні.

Розмір: 0,525 мм.

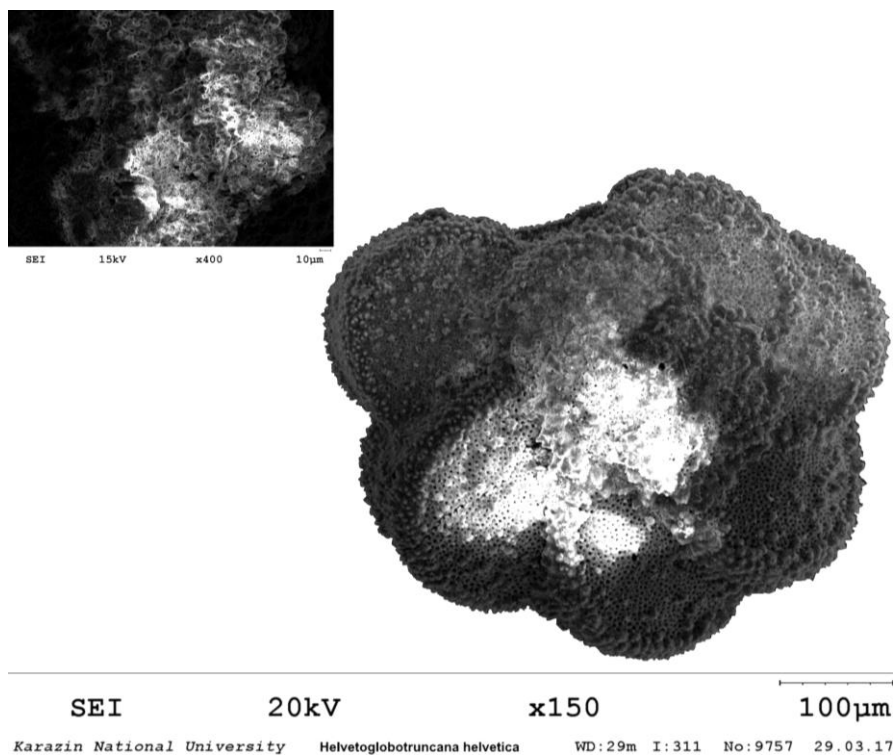


Рис. 2. Helvetoglobotruncana helvetica (Bolli), 1957. Дорзальна сторона.

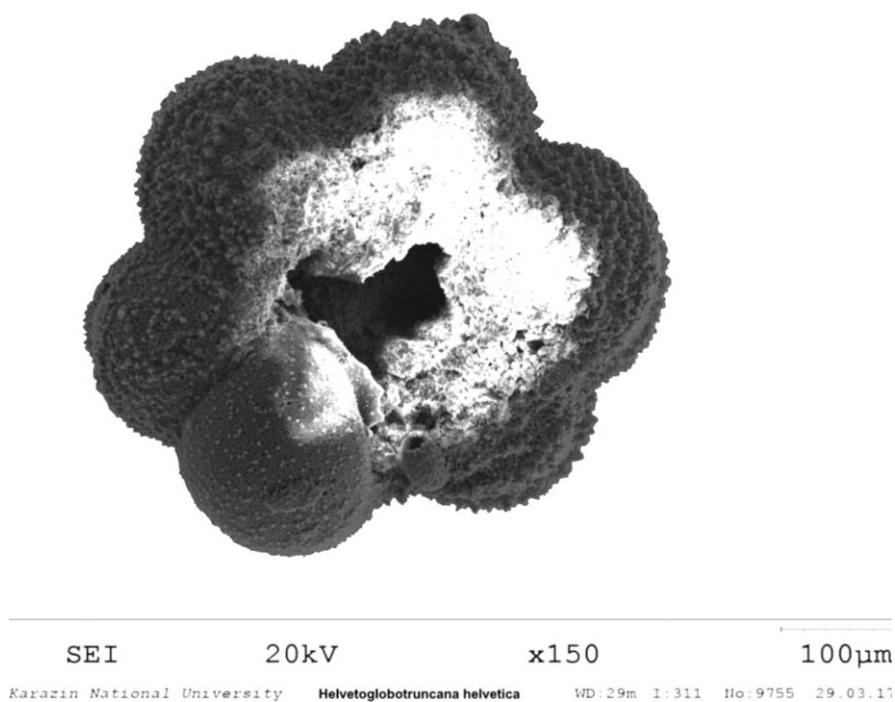


Рис. 3. Helvetoglobotruncana helvetica (Bolli), 1957. Вентральна сторона.

Поширення: нижній турон Західної Європи (Словачія, Франція, Швейцарія), Західного Сибіру, Сербії, верхній сеноман-нижній турон Польщі, північ та північний захід Африки, схід Південної Америки, південь Індостану, нижній турон Малих Антильських островів (Тринідад і Тобаго).

Матеріал: 8 екз. (свердловини А-574 (глибина 54 м), А-439 (глибина 89 м)).

***Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967**

(рис. 4, 5).

Marginotruncana pseudolinneiana: Pessagno, 1967, pl. 65, figs. 24-27.

Marginotruncana pseudolinneiana Pessagno-Caron, 1967, p. 63, pl. 26, figs. 7-8.

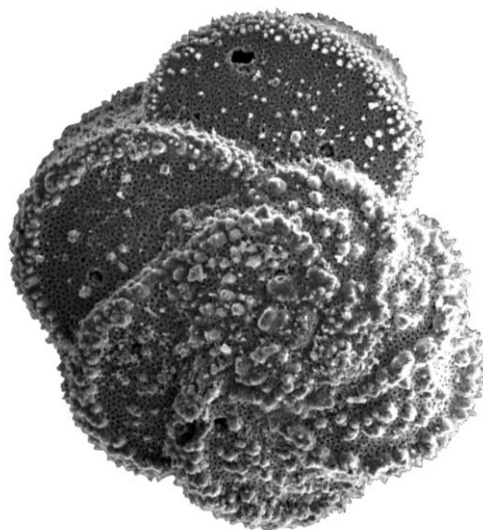
Marginotruncana pseudolinneiana Pessagno-Caron, 1985, p.62, figs 26.7-8.

Marginotruncana pseudolinneiana Pessagno-Van Eijden & Smit, 1991, p.107.

Опис. Черепашка низькотрохоїдна, трохоїдо-спіральна. Контур черепашки округлий,

слабколопасний. Кількість оборотів спіралі 2-2,5. Кількість камер у останньому обороті 6. Темп зростання розміру камер рівномірний, швидкий. Вздовж камер простягаються два вкритих бісеринами паралельних кіля, розділених між собою широкою міжкілевою смугою. На умбілікальній стороні чіткі септальні валики. Основна апертура внутрішньокрайова умбілікально-зовнішньоумбілікальна, вкрита системою портиків із додатковими внутрішніми апертурами. Камери у формі півмісяця. Септальні шви аркоподібні, піднесені. Умбілікальна область помірно широка, мілка, прикрита помітною системою портиків. Периферійна сторона сплющено-увігнута з широкою роздільною смугою. Стінка секретійна, вапниста, дрібнопориста. Пори дуже дрібні, вкривають стінку щільно.

Порівняння. Вид має ту ж загальну форму, що і *Globotruncana linneiana*. Відрізняється наявністю двох сильно розвинених кілей, розділених широкою периферійною зоною та типовим прямокутним профілем осі, а також наявністю первинної вентральної апертури.



SEI

20kV

x150

100µm

Karazin National University

Marginotruncana marginata

WD:29m I:311 No:9756 29.03.17

Рис. 4. *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967. Дорзальна сторона.

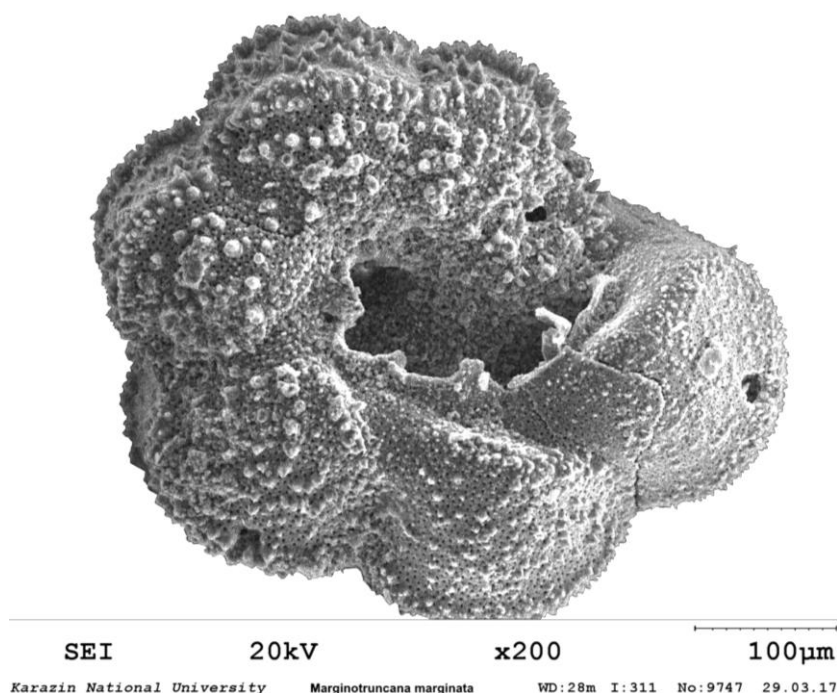


Рис. 5. *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967. Вентральна сторона.

Від *M. coronata* відрізняється більшою відстанню між кілями, серповидними камерами та меншими розмірами. Від *M. margata* – сигмоїдальною формою вентрального шва, ширшою прямокутноподібною кілевою смугою. На відміну від *M. canaliculata* має пласку поверхню камер.

Розмір: 0,45 мм.

Поширення: нижній турон Руської платформи, південний захід та центральна частина Північної Америки (Техас, Каліфорнія, Мексика), верхній турон – нижній сантон Австралії, Папуа-Нової Гвінеї, турон-коньяк Чехії та Словачії, нижній турон центральної частини Польщі, нижній сантон Франції.

Матеріал: 8 екз. (свердловина А-747).

Висновки

1. Форамініфери є важливою групою для стратиграфічного поділу товщі туронських відкладів, у тому числі північно-західної окраїни Донбасу.

2. Залишки мікрофауни в туронських відкладах Північно-Західного Донбасу численні,

представлені багатьма видами і дозволяють виділити в розрізі туронського ярусу межі зон та інтервал-зон.

3. За результатами аналізу стратиграфічного положення форамініфер, можна впевнено виділити інтервал-зону *H. helvetica* нижнього-низів середнього турону [16] за появою та досить частим знаходженням виду-індексу. Планктонний комплекс видів з відкладів, що залягають нижче, дає можливість виділити верхню межу зони *W. archeocretacea*. До видів-індексів цього комплексу відносяться *Hedbergella delrioensis*, *Heterohelix moremani*, про це ж свідчить поява *M. marginata* [14], проте для визначення їх стратиграфічного поширення необхідні більш детальні дослідження.

4. Дещо рання поява *M. sigali* (нижче першої появи *H. helvetica*) та *M. marginata* за вказану у [14], встановлену для розрізів Західної Європи та Північної Африки, так само вимагає більш детального вивчення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Азбель А.Я., Григалис А.А., Жамойда

- А.И., Месежников М.С., Соколов Б.С.** Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 5. Фораминиферы мезозоя / Москва: ВНИГРИ, 1991.– 375 с.
2. Атлас верхнемеловой фауны Донбасса / Ред. **Г.Я.Крымгольц** // Москва: Недра, 1974.– 638 с.
3. Атлас верхнемеловой фауны Кавказа и Крыма / Ред. **М.М.Москвин** // Москва: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1959.– 503 с.
4. **Бланк М.Я., Горбенко В.Ф.** О стратиграфии верхнемеловых отложений Северного Донбасса // Доклады АН СССР.– 1965.– Т. 162, №2.– С. 397-400.
5. **Бланк М.Я., Горбенко В.Ф.** Стратиграфия верхнемеловой толщи Северного Донбасса / Материалы по геологии Донецкого бассейна // Москва: Недра, 1968.– С. 34-46.
6. **Веклич О.Д.** Нові дані про стратифікацію верхньокрейдових відкладів північної окраїни Донбасу (район с. Глафірівка) / Біостратиграфічні основи побудови стратиграфічних схем фанерозою України. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України // Київ, 2008.– С. 119-120.
7. **Горбенко В.Ф.** Детальное стратиграфическое расчленение верхнемеловых отложений северо-западного Донбасса и увязка микрофаунистических комплексов с диаграммами стандартного электрокаротажа // Доклады АН СССР.– 1959.– Т. 128, №3.– С. 548-581.
8. **Горбенко В.Ф.** Краткий анализ вертикального распространения фораминифер в верхнемеловом разрезе северо-западной окраины Донбасса // Коммунарск: Изд. Горнометаллургического института, 1960.– С. 132-135.
9. **Конопліна О.Р.** Стратиграфія верхньокрейдових відкладів північно-західної окраїни Донецького басейну по форамініферах // Геологічний журнал (Київ).– 1952.– №1.– С. 29-41.
10. **Степанов П.И.** Геология СССР. Т. 7. Донецкий бассейн // Москва-Ленинград: Государственное издательство геологической литературы, 1944.– 912 с.
11. Стратиграфический словарь УССР / Ред. **В.Г.Бондарчук** // Київ: Наукова думка.– 1985.– 239 с.
12. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. Т. 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / Ред. **П.Ф.Гожик** // Київ: Логос, 2013.– 638 с.
13. **Шатский Н.С.** Стратиграфия и тектоника верхнемеловых и нижнетретичных отложений северной окраины Донецкого кряжа / Труды Особой комиссии по исследованию КМА. Труды геологического отдела // Москва: Государственное издательство, 1924.– Вып. 5.– С. 321-339.
14. **Caron M.** Cretaceous planktic foraminifera / Plankton stratigraphy // Cambridge university press, 1985.– P.17-86.
15. **Peryt D.** Planktic foraminifera zonation of the upper cretaceous in the middle Vistula river valley, Poland // Warszawa: Zaklad paleobiologii, Polska akademia nauk, 1978.– P. 1-23.
16. **Robaszynski F., Caron M.** Foraminifera planktoniques du Cretace: commintaire de la zonation Europe-Mediterranee // Bull. soc. geol. France.– 1995.– Vol. 166, №6.– P. 681-692.

REFERENCES

1. **Azbel A.Ya., Grigialis A.A., Zhamoyda A.I., Mesezhnikov M.S., Sokolov B.S.** Practical guidance on the microfauna of the USSR. V. 5. Foraminifera of the Mesozoic / Moscow: VNIGRI, 1991.– 375 p.

2. Atlas of the Upper Cretaceous fauna of Donbass / Ed. **G.Ya.Krymgolts** // Moscow: Nedra, 1974.– 638 с.

3. Atlas of the Upper Cretaceous fauna of the Caucasus and Crimea / Ed. **M.Moskvin** // Moscow: State Scientific and Technical Publishing House of Oil and Fuel Mining Literature, 1959.– 503 p.

4. **Blank M.Ya., Gorbenko V.F.** Concerning the stratigraphy of the Upper Cretaceous deposits of the Northern Donbass // Reports of the Academy of sciences of the USSR.– 1965.– V. 162, №2.– P. 397-400.

5. **Blank M.Ya., Gorbenko V.F.** Stratigraphy of the Upper Cretaceous of the Northern Donbas / Materials on Geology of the Donetsk Basin // Moscow: Nedra, 1968.– P. 34-46.

6. **Veklich O.D.** New data on stratification of

the Upper Cretaceous deposits of the northern outskirts of Donbas (Glafirivka village area) / Biostratigraphic bases for the stratigraphical sectional planes of the Phanerozoic of Ukraine. Collection of research papers of Geological sciences institute of NAS of Ukraine // Kyiv, 2008.–P. 119-120.

7. **Gorbenko V.F.** Detailed stratigraphic breakdown of the Upper Cretaceous deposits of the north-west Donbass and coordination of microfauna complexes with standard electric logs // Reports of the Academy of sciences of the USSR.– 1959.– 128, №3.– P. 548-581.

8. **Gorbenko V.F.** A brief analysis of the vertical distribution of foraminifera in the Upper Cretaceous section of the north-west outskirts of Donbass // Kommunarisk: Publishing house of Mining and metallurgical snstitute, 1960.– P. 132-135.

9. **Konoplina O.R.** Stratigraphy of the Upper Cretaceous deposits the north-west outskirts of Donbass based on foraminifera // Geological journal (Kyiv).– 1952.– №1.– P. 29-41.

10. **Stepanov P.I.** Geology of the USSR. V. 7. Donetsk basin // Moscow-Leningrad: State publishing house of geological literature, 1944.– 912 p.

11. Stratigraphic dictionary of the Ukrainian SSR / Ed. **V.G.Bondarchuk** // Kyiv: Naukova dumka.– 1985.– 239 p.

12. Stratigraphy of the Upper Proterozoic and the Phanerozoic of Ukraine. V. 1: Stratigraphy of the Upper Proterozoic, Paleozoic and Mesozoic of Ukraine / Ed. **P.F.Gozhik** // Kyiv: Logos, 2013.– 638 p.

13. **Shatskyi N.S.** Stratigraphy and tectonics of the Upper Cretaceous and Lower Tertiary deposits of the northern outskirts of the Donetsk Ridge / Proceedings of the Special commission for the study of KMA. Proceedings of the Geological Department // Moscow: State Publishing House, 1924.– №5.– P. 321-339.

14. **Caron M.** Cretaceous planktic foraminifera / Plankton stratigraphy // Cambridge University Press, 1985.– P.17-86.

15. **Peryt D.** Planktic foraminifera zonation of the Upper Cretaceous in the middle Vistula river valley, Poland // Warszawa: Zaklad paleobiologii, Polska akademia nauk, 1978.– P. 1-23.

16. **Robaszynski F., Caron M.** Foraminifera planktoniques du Cretace: commintaire de la zonation Europe-Mediterranee // Bull. Soc. Geol. France.– 1995.– Vol. 166, №6.– P. 681-692.

ШОМІНА А.Д. Форамініфери туронського ярусу Райгородського родовища крейди (Донецький басейн).

Резюме. Туронський ярус Північно-Західного Донбасу представлений крейдою і крейдоподібним мергелем, які донизу за розрізом поступово переходять у глауконітові пісковики сеноманського ярусу, а догори – без помітних літологічних змін – у крейду коньякського ярусу.

В зв'язку з розробкою покладів крейди існує необхідність їх детального геологічного картування. Проведення картування крупного масштабу (1:50 000 і більше) для пошуку та розвідки корисних копалин, пов'язаних з товщею мергелю й крейди, потребує розробки детальних стратиграфічних схем. Їх можна побудувати лише з використанням результатів вивчення решток мікрофауни, зокрема форамініфер, оскільки в цих породах практично відсутні залишки макрофауни.

Автор детально дослідила формаініфери з керну п'яти розвідувальних свердловин Райгородського родовища крейди, які були пробурені комплексною геологічною партією «Артемгеологія» (колекція В.П.Боброва). Родовище розташоване на північний схід від міста Слов'янська Донецької області.

В складі дослідженого матеріалу були визначені форамініфер 34 видів. З них 14 видів відносяться до планктонної асоціації, 20 – до бентосної. Форамініфери планктонної асоціації поділені на види-індекси зон – *H. helvetica* та *W. archeocretacea* – та характерні види цих зон. Форамініфери бентосної асоціації поділені на характерні види та види широкого розповсюдження.

Характерні для зони *H. helvetica* види *Marginotruncana sigali* і *Helvetoglobotruncana helvetica* виявлені на певних глибинах по керну свердловин, що дозволило встановити нижню межу одноіменної зони.

У відповідності з одержаними результатами була складена схема стратиграфічного поширення досліджених форамініфер.

Ключові слова: туронський ярус, стратиграфія, форамініфери, Донецький басейн, Райгородське родовище крейди.

ШОМИНА А.Д. Фораминиферы туронского яруса Райгородского месторождения мела (Донецкий бассейн).

Резюме. Туронский ярус Северо-Западного Донбасса представлен мелом и мелоподобным мергелем, которые вниз по разрезу постепенно переходят в глауконитовые песчаники сеноманского яруса, а вверх – без заметных литологических изменений – в мел коньякского яруса.

В связи с разработкой залежей мела существует необходимость их детального геологического картирования. Проведение картирования крупного масштаба (1:50 000 и больше) для поиска и разведки полезных ископаемых, связанных с толщей мергеля и мела, требует разработки детальных стратиграфических схем. Их можно построить только с использованием результатов изучения остатков микрофауны, в частности фораминифер, поскольку в этих породах практически отсутствуют остатки макрофауны.

Автор детально исследовала фораминиферы из керна пяти разведочных скважин Райгородского месторождения мела, которые были пробурены комплексной геологической партией «Артемгеология» (коллекция В.П.Боброва). Месторождение расположено на северо-восток от города Славянска Донецкой области.

В составе исследованного материала были определены фораминиферы 34 видов. Из них 14 видов относятся к планктонной ассоциации, 20 – к бентосной. Фораминиферы планктонной ассоциации разделены на виды-индексы зон – *H. helvetica* и *W. archeocretacea* – и характерные виды этих зон. Фораминиферы бентосной ассоциации разделены на характерные виды и виды широкого распространения. Характерные для зоны *H. helvetica* виды *Marginotruncana sigali* и *Helvetoglobotruncana helvetica* выявлены на определенных глубинах по керну скважин, что позволило установить нижнюю границу одноименной зоны.

В соответствии с полученными результатами была составлена схема стратиграфического распространения исследованных фораминифер.

Ключевые слова: туронский ярус, стратиграфия, фораминиферы, Донецкий бассейн, Райгородское месторождение мела.

SHOMINA A.D. Turonian stage foraminifera of Raygorod chalk deposit (Donetsk basin).

Summary. The Turonian stage of the North-West Donbass is represented by chalk and chalky marl, which gradually pass downsection into glauconite sandstones of the Cenomanian stage, and upwards – without noticeable lithological changes – into the chalk of the Coniacian stage.

Due to the development of chalk deposits, there is a need for detailed geological mapping. Large scale (1:50 000 and more) geological mapping for searching and exploring minerals associated with the stratum of marl and chalk requires the development of detailed stratigraphical sectional planes. They can be compiled only using the results of studying microfauna remains, in particular of foraminifera, considering that these rocks do not practically contain residues of macrofauna.

The author studied in detail the foraminifera from the cores of five exploratory boreholes of the Raigorod chalk deposit, which had been drilled by the complex geological party "Artemgeology"

(V.P.Bobrov's collection). The deposit is located to the north-east of the city of Slavyansk, Donetsk region.

Foraminifera of 34 species were found in the study material. 14 species among them belong to the plankton association, 20 of them to the benthic one. The foraminifera of the plankton association are divided into the species-indices of the zones – *H. helvetica* and *W. archeocretacea* – and characteristic species for these zones. Foraminifera of the benthic association are divided into characteristic species and species of wide-spread distribution. *Marginotruncana sigali* and *Helvetoglobotruncana helvetica* species, that are typical for the *H. helvetica* zone, were identified at certain depths by means of the cores from the boreholes, which allowed establishing the lower boundary of the homonymous zone.

In accordance with the results obtained, a stratigraphical sectional plane for the studied foraminifera distribution was compiled.

Key words: the Turonian stage, stratigraphy, foraminifera, Donetsk basin, Raigorod chalk deposit.

*Надійшла до редакції 10 березня 2016 р.
Представив до публікації професор А.А.Березовський.*

УДК 550.334 (477.63)

Пігулевський П.Г., Кендзера О.В., Шербіна С.В., Вербицький С.Т., Шумлянська Л.А., Калініченко О.О., Гурова І.Ю., Ільєнко В.А., Амашукелі Т.А., Чалий О.О.

ПРИРОДА КРИВОРІЗЬКОГО ЗЕМЛЕТРУСУ 29 ЛИПНЯ 2017 РОКУ

Встановлена природа криворізького землетрусу 29 липня 2017 року, отримані максимумально коректні значення параметрів землетрусу, визначене положення осередка землетрусу в межах конкретної розривної структури, розглянуті природні й техногенні причини сейсмічної активізації розлому. Обґрунтована необхідність створення локальної мережі автоматизованих пунктів сейсмічних спостережень з метою моніторингу зміни напружено деформованого стану геологічного середовища.

Вступ. Сейсмічна подія, яка трапилась в м. Кривому Розі 29 липня 2017 р. о 03:31 GMT (06:31 за місцевим часом), була зафіксована десятками сейсмічних станцій України, Молдови, Румунії та Росії. В Україні її зафіксували сейсмічні станції Інституту геофізики НАН України та Головного центру спеціального контролю Національного космічного агентства України (ГЦСК НКАУ), розташовані в Кривому Розі, Полтаві, Дніпрі, Кременчуці, Макарові, на Закарпатті та на території Запорізької АЕС. В Румунії подію зареєструвала сейсмічна обсерваторія MLR. Попередня оперативна обробка події була проведена у ГЦСК НКАУ (м. Макарів). Було встановлено, що магнітуда землетрусу дорівнює 4,3; було також визначене місце розташування його епіцентру в районі м. Кривого Рогу. Землетрус відчувався багатьма мешканцями міста, але пов'язані з ним небезпечні наслідки не були зафіксовані.

В криворізьких інтернет-новинах було повідомлено, що землетрус мав техногенний характер і був спровокований вибухом у шахті, який стався напередодні. В соціальних мережах з'явилися також інші гіпотези неспеціалістів. З'ясування природи та побудова фізично коректної моделі цієї події є важливою зада-

чею, оскільки сейсмічність району Кривого Рогу аномально зростає.

Методи визначення природи досліджуваного явища та отримані результати. Для визначення природи сейсмічної події був використаний метод сепарування промислових і ядерних вибухів від природних і техногенних землетрусів, який використовується міжнародною системою сейсмічних спостережень за нерозповсюдженням ядерної зброї [10] (рис. 1).

Ефективність використання зазначеного методу відокремлення природних землетрусів від вибухів на території України демонструє карта положення осередків 80 вибухів, які були зареєстровані станцією KIEV-IRIS (USGS) за період з 13 квітня до 6 жовтня 2011 р. Вони були ідентифіковані як вибухи в Національному центрі сейсмологічних даних (НЦСД) Інституту геофізики (ІГФ) НАН України в м. Києві (рис. 2).

Метод відокремлення природних землетрусів від вибухів базується на порівнянні форм запису дослідженої сейсмічної події з записами потужних вибухів і локальних природних землетрусів.

Запис одного з потужних вибухів, який від-

бувся 8 вересня 2011 року о 09:12 GMT на території України, був зареєстрований станцією KIEV-IRIS (USGS) і позначений на карті (рис. 2), показаний на рис. 3.

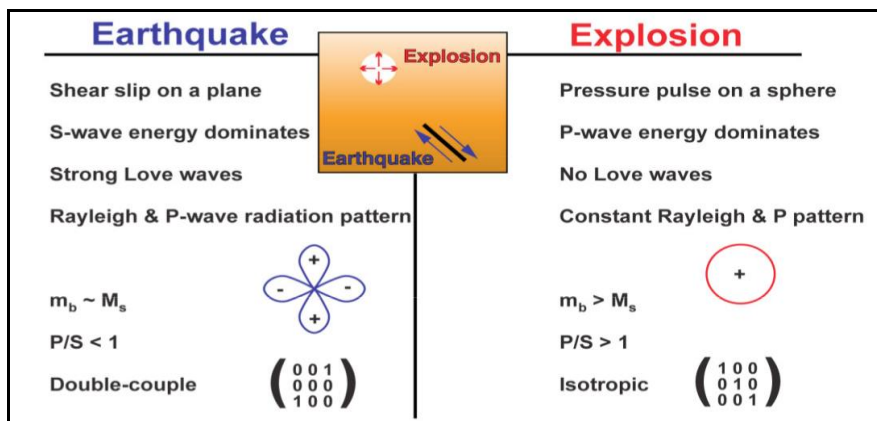


Рис. 1. Основні ознаки відокремлення природних землетрусів від вибухів [10].

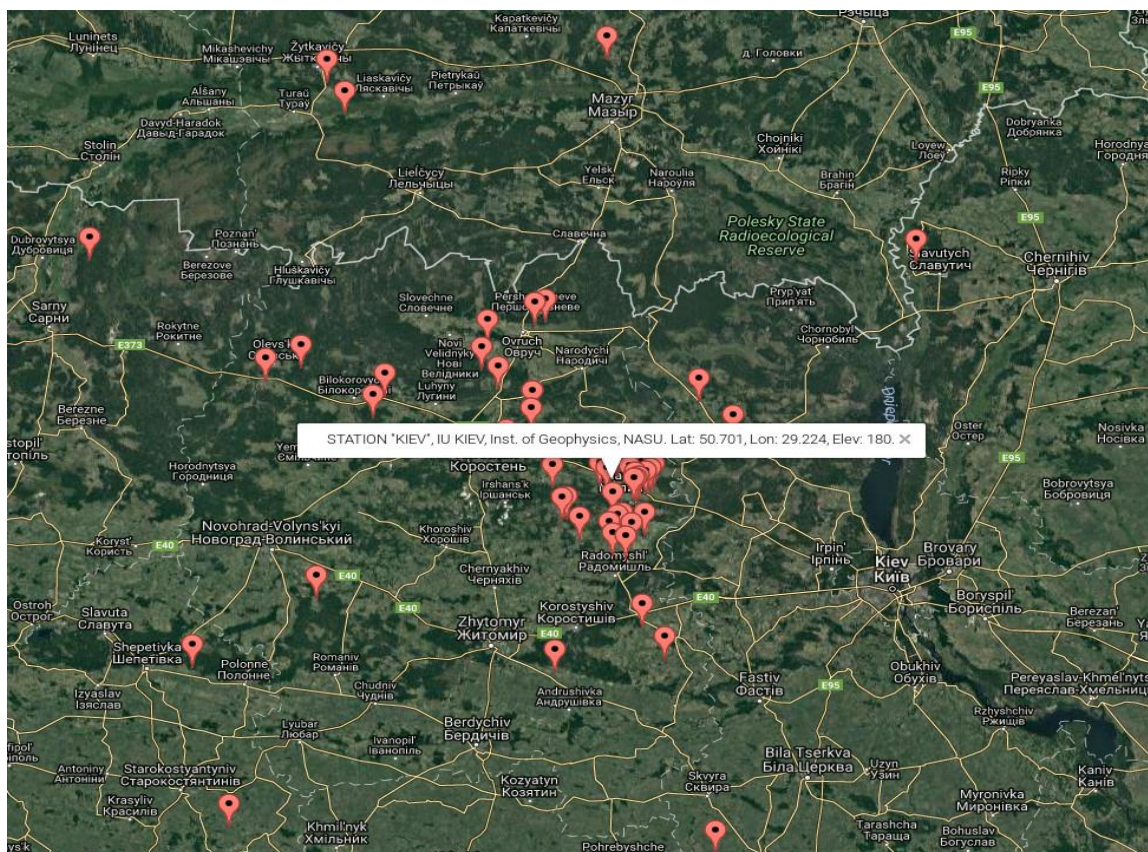


Рис. 2. Карта техногенних сейсмічних подій (вибухів), зареєстрованих станцією KIEV-IRIS (USGS) з 13 квітня до 6 жовтня 2011 року. Аналіз типу подій виконаний НЦД ІГФ НАН України [5].

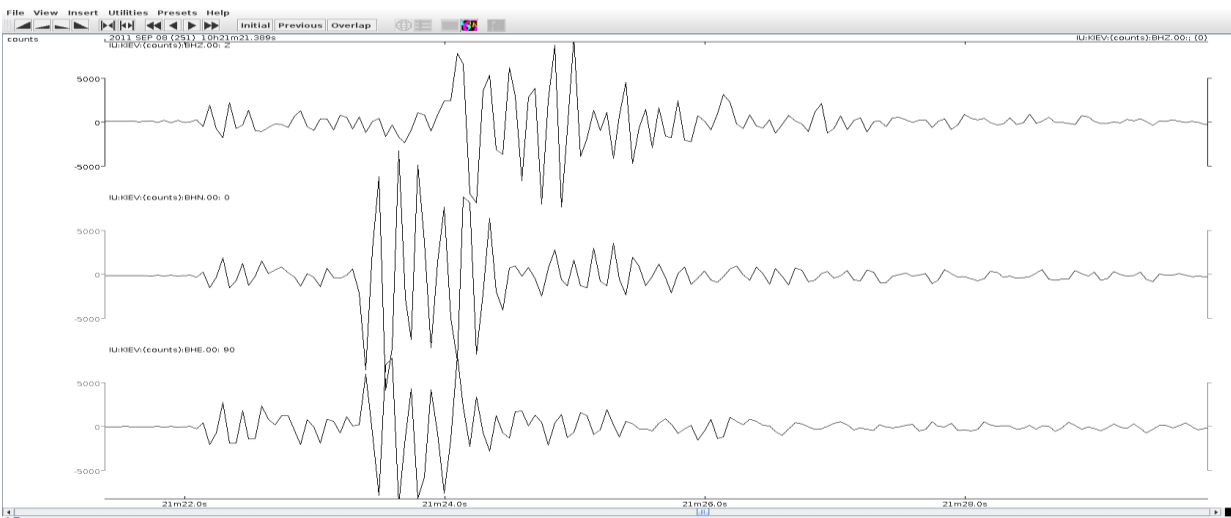


Рис. 3. Запис техногенної сейсмічної події типу «вибух», зареєстрованої станцією KIEV-IRIS 8 вересня 2011 р. о 09:12 GMT і позначеної на карті (рис. 2).

На рис. 4 представлений запис дослідженої криворізької сейсмічної події, записаної сейсмічною станцією PDU0, розташованою на території Запорізької АЕС.

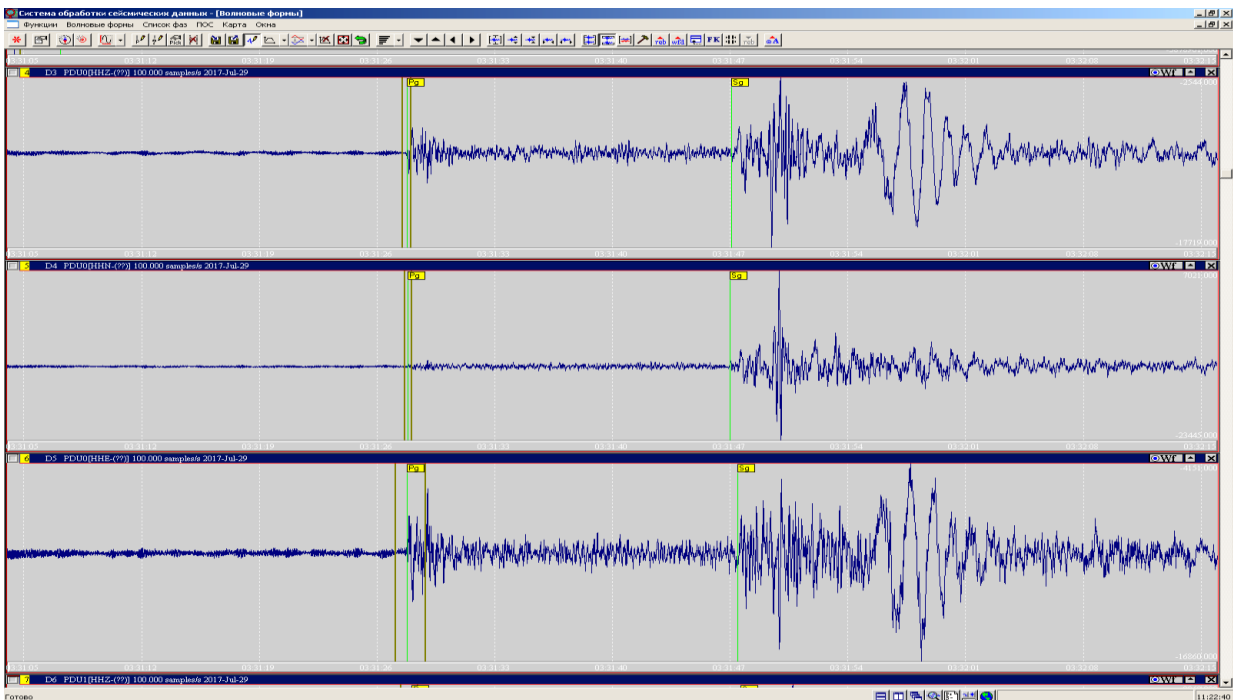


Рис. 4. Три компоненти запису сейсмічної події в Кривому Розі станцією PDU0, розташованою на території Запорізької АЕС.

Типові записи потужних вибухів і локальних природних землетрусів з роботи [11] пока-

зані на рис. 5, 6. Магнітуда цих подій близька до магнітуди дослідженої криворізької події.

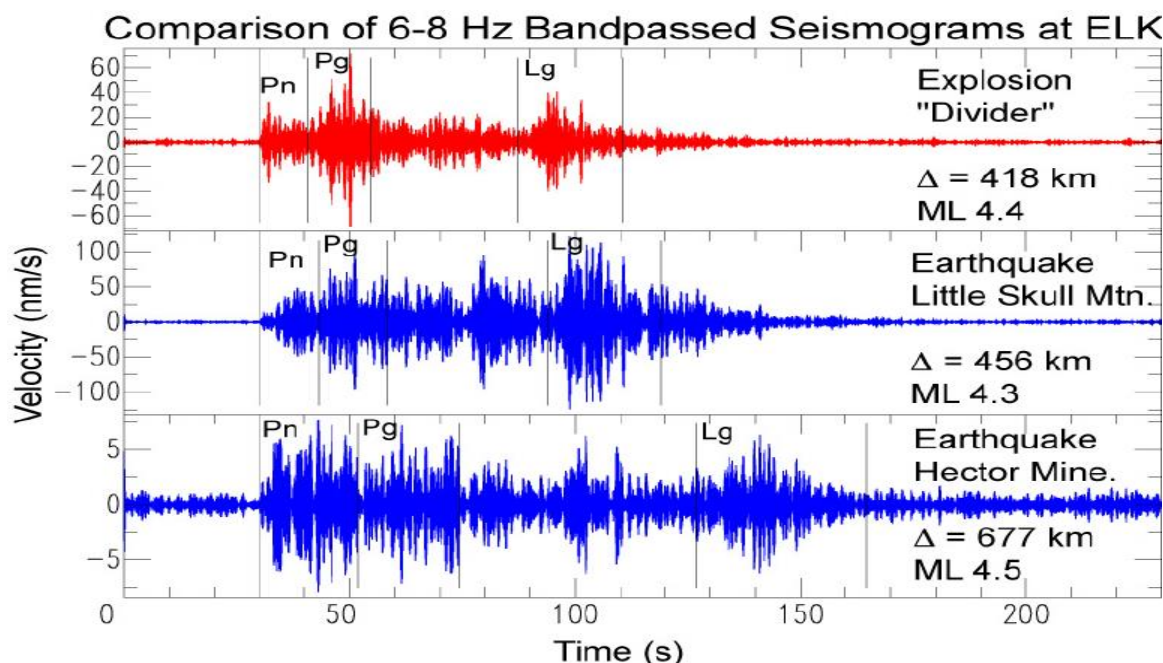


Рис. 5. Записи ядерного вибуху та природних землетрусів з невеликою магнітудою [11].

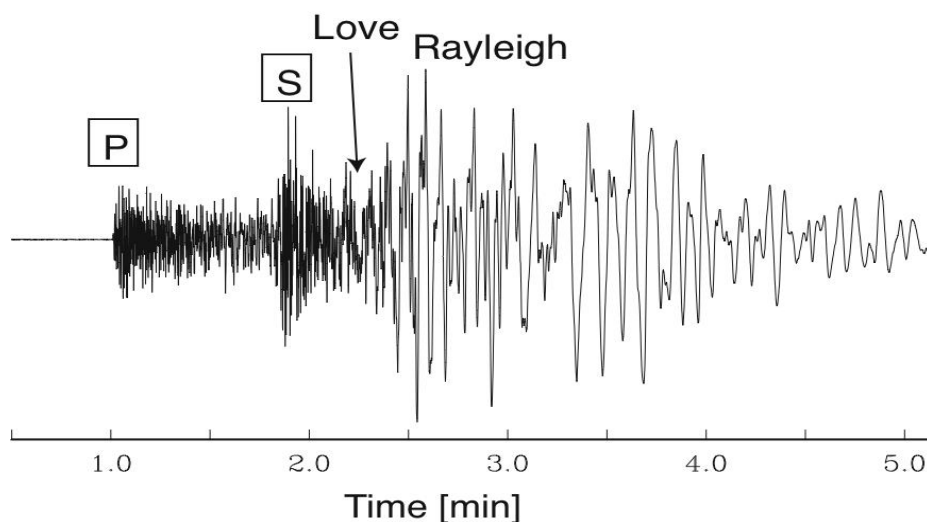


Рис. 6. Типовий розподіл основних фаз сейсмічних хвиль на записах локальних землетрусів.

Результати порівняльного аналізу цих записів свідчать, що в Кривому Розі відбувся природний землетрус, а не потужний промисло-

вий вибух потужністю 10-12 кілотонн. Такий висновок ґрунтується на наступних ознаках:

- 1) наявність двох фаз P_n та P_g на першій час-

тини запису (рис. 4);

2) наявність двох фаз S_n та S_g на другій частині запису (рис. 4) – на записах вибухів (рис. 3) цих фаз немає;

3) наявність двох фаз LQ та LR (рис. 4) після фаз S_n та S_g – на записах вибухів немає LQ, присутня тільки LR (рис. 3);

Таким чином, згідно з ознаками сейсмічної події, наведеними на рис. 1 з публікації [10], на записах криворізького сейсмічного явища спостерігається типовий для землетрусу змінний за величиною розподіл енергії сейсмічних хвиль у різних азимутальних квадрантах, у яких по чергово домінує P або S хвиля; на записах спостерігається поверхнева хвиля Лява

LQ, нетипова для запису вибухів; відношення значень амплітуди хвилі P до амплітуди хвилі S є меншим від 1.

Статистична обробка результатів визначення параметрів осередка землетрусу.

Для виявлення максимально точних параметрів землетрусу 29 липня 2017 р. в Кривому Розі була проведена статистична обробка результатів визначення параметрів його осередка з використанням записів події на восьми відносно близьких сейсмічних станціях України та Молдови. В табл. 1 наведена інформація про сейсмічні станції та вказана відстань від них до епіцентру криворізького землетрусу.

Таблиця 1.

Дані про сейсмічні станції та відстань від них до епіцентру криворізького землетрусу

№	Назва	Код	Координати:		Висота, км	Канали	Відстань, км
			широта / довгота, градуси				
1	DNEPR	MI04	48,341712 / 34,983023		62	BNE BHN BHZ	117,3
2	KREMENCHUK	MI06	49,169855 / 33,736128		76	BNE BHN BHZ	127,2
3	POLTAVA	MI02	49,603 / 34,543		129	BNE BHN BHZ	190,8
4	ZAES	PDU0	47,783056 / 31,184006		55	HNE HHN HHZ	172,5
5	ZAES	PDU1	47,876089 / 31,119672		83	HNE HHN HHZ	175,4
6	ZAES	PDU4	47,711636 / 31,149411		40	HNE HHN HHZ	176,5
7	KRIVOY ROG	MIU	47,9296 / 33,331		86.2	BNE BHN BHZ	15,7
8	ROMANIA	MLR	45,4909 / 25,945		1378	BNE BHN BHZ	638,4

Аналогічні визначення проводилась для землетрусу поблизу м. Суми [1]. У цій статті наведений опис коректних методів визначення вступу хвиль різного типу, які використані й у нашій роботі.

На рис. 7 показаний запис криворізького землетрусу, зареєстрований станцією MIU, розташованою безпосередньо на території Кривого Рогу. Графік запису криворізького землетрусу станцією PDU0, розташованою на території Запорізької АЕС, представлений на рис. 4. На обох рисунках показаний час вступу на сейсмічні станції хвиль різного типу. За цими даними розраховувались параметри осередка землетрусу з використанням стандартного програмного продукту для обробки сейсмічних записів WSG [8].

При визначенні параметрів криворізького землетрусу 29 липня 2017 р., разом з географічними координатами (довгота, широта) та

глибини осередку – за даними 8 сейсмічних станцій (табл. 1) визначалась також інтегральна похибка одержаних результатів (рис. 8), яка залежить від вибору часу вступу хвиль і вибраного значення глибини осередку. Позначка вступу змінювались у межах встановленої похибки їх визначення, а значення глибини – з інтервалом 0,2 км в діапазоні від 0 до 5 км.

Перебір різних глибин гіпоцентру землетрусу 29 липня 2017 р. та використання статистичного аналізу похибок визначення положення осередку, дозволило визначити його оптимальну глибину. Аналіз результатів статистичної обробки похибок визначення глибини осередку показав, що їх мінімум перебуває у інтервалі від 3,0 до 3,5 кілометрів. Встановлене таким чином значення глибини землетрусу не збігається з існуючими глибинами розробки родовищ багатих залізний руд.

Природа Криворізького землетрусу 29 липня 2017 року

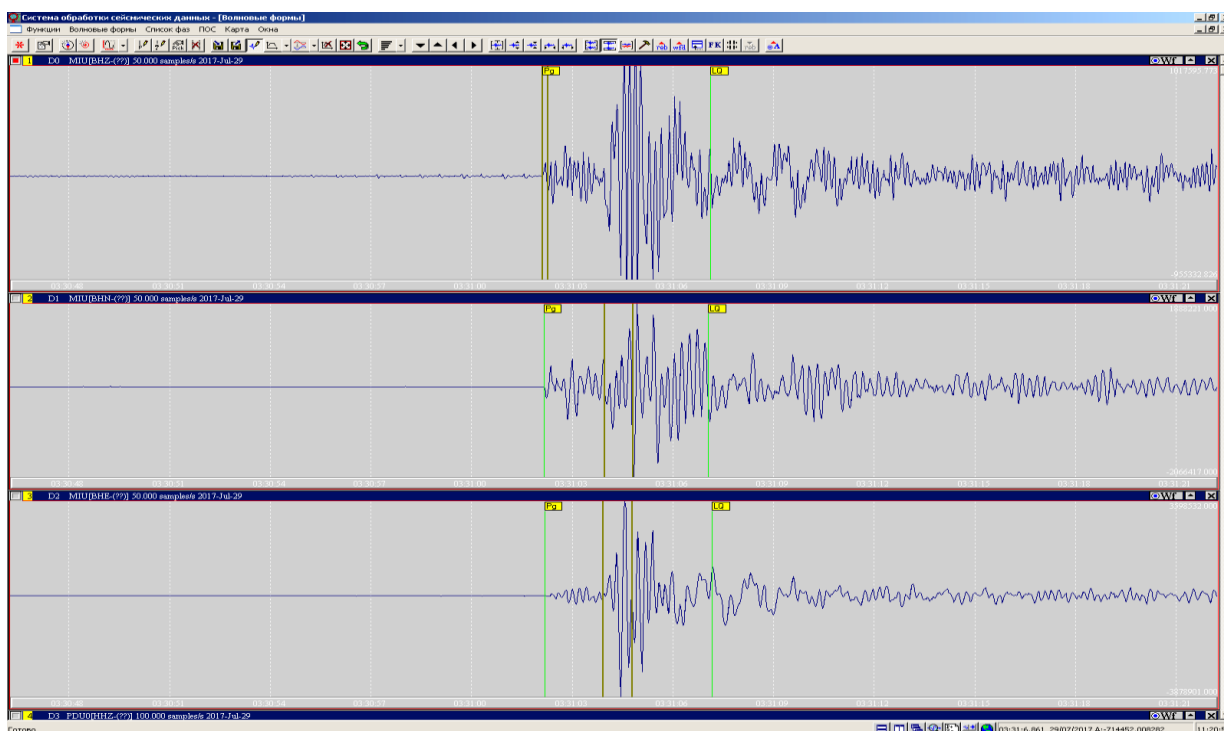


Рис. 7. Трикомпонентний запис криворізького землетрусу 29 липня 2017 р. сейсмічною станцією MIU, розташованою в Кривому Розі.

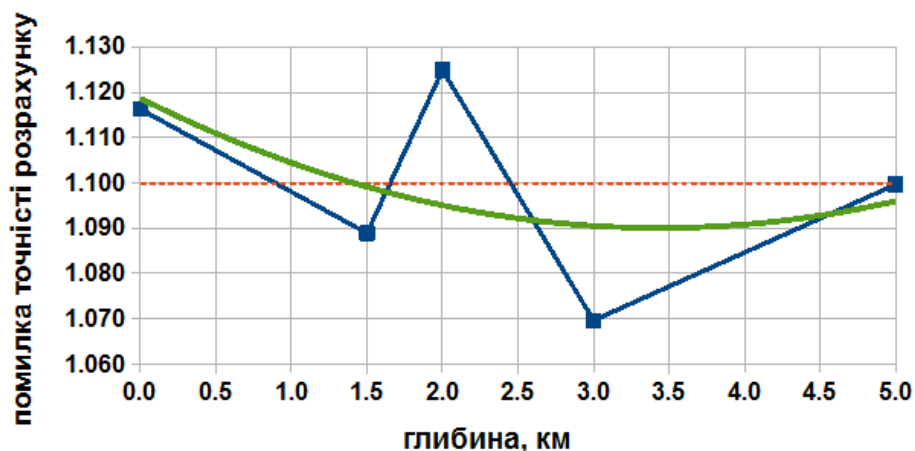


Рис. 8. Графік залежності похибки визначення параметрів криворізького землетрусу 2017 р., розрахованої за даними 8 сейсмічних станцій при різних значеннях глибини гіпоцентру.

На рис. 9 показано положення епіцентрів землетрусу, визначених при різних значеннях часів вступу поздовжніх і поперечних хвиль та

різних значеннях глибини гіпоцентру [7]. Аналіз розташування координат епіцентрів землетрусу при різних значеннях глибин гіпоцент-

рів по відношенню до розривних порушень Криворізької структури [3] демонструє близькість одного з визначених за інструментальними даними положень осередка землетрусу

до Саксаганського розлому (рис. 9, 10), а саме: найближчою до зазначеної тектонічної зони, є точка D при значенні глибини гіпоцентру близько 3 км.



Рис. 9. Карта розташування координат епіцентрів криворізької події, розрахованих за різними значеннями глибини гіпоцентрів (A-E) та їх усереднене значення F, а також точка розташування шахти «Ювілейна» G. Координати епіцентру D найближчі до активної тектонічної структури.

Розміщення координат епіцентру землетрусу в межах Криворізької структури, і близькість його гіпоцентру до зони Саксаганського розлому, який контролює положення родовищ багатих залізних руд, з одного боку, підтверджує коректність розрахунку параметрів землетрусу, а з другого – дозволяє припустити, що ця розломна структура знаходиться в критичному напружено-деформованому стані, основною причиною якого є розробка родовищ багатих руд на великих глибинах та комплекс інших умов, які порушують рівновагу геологічного середовища. Серед таких умов вирішальними є: перерозподіл мас у надрах і на поверхні Землі – розташування на захід від епіцентру землетрусу значного за розміром і

об'ємом накопичених відходів шламосховища Центрального ГЗКу, присутність підземних порожнин у полі шахти «Ювілейна»; зміна гідрогеологічних умов, пов'язаних з шахтним водозниженням і формуванням воронки депресії підземних вод у кристалічних породах, а також із впливом зони підтоплення навколо шламосховища.

Зважаючи на певну неоднозначність положення епіцентру землетрусу при різних значеннях глибини гіпоцентру (рис. 9), в якості додаткової інформації до загального тектонічного положення визначених осередків землетрусу використаємо результати дослідження розрізу Криворізької надглибокої свердловини СГ-8 [6], які характеризують стан геологічного

середовища Криворізького району в цілому. Результати буріння показали наявність у масиві плагіогранітів у інтервалах глибин 3612-3630 м і 3816-3850 м тектонічних зон різноорієнтованих тріщин. Загальна кількість відкритих тріщин тут становить до 40% від загальної кількості тріщин (5-20% у інших зонах). Утво-

рення такого типу пов'язують з неотектонічним переміщенням блоків зі складною взаємодією вертикальних і горизонтальних напружень [6]. Визначена глибина осередку понад 3 км потрапляє до інтервалу розуцільнення плагіогранітів, що свідчить про можливий зв'язок події з напруженим станом цієї зони.

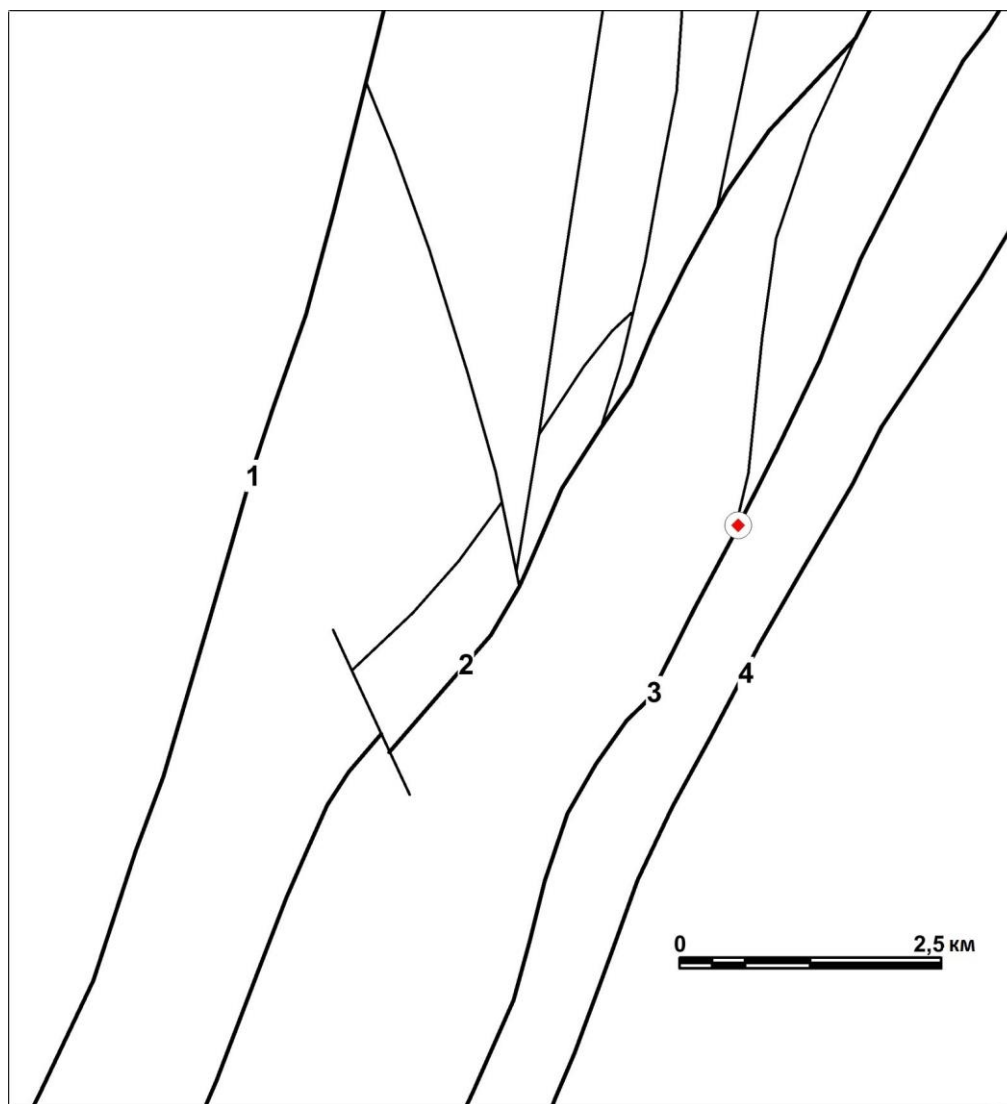


Рис. 10. Фрагмент схематичної тектонічної карти Криворізької структури [3] з показаним положенням епіцентру землетрусу 29 липня 2017 р.

Розломи: 1 – Криворізько-Кременчуцький (Західний); 2 – Тарапаківський; 3 – Саксаганський; 4 – Східний.

Не слід також ігнорувати той факт, що генераторами напруги для потужних локальних

природних землетрусів у межах платформних ділянок можуть бути сучасні геодинамічні

процеси в сейсмоактивному Середземноморсько-Альпійському поясі планети, які впливають на пасивні тектонічні розломи платформної частини території України.

Висновки

1. Аналіз форми записів криворізької сейсмічної події 29 липня 2017 р. показує, що на записах переважної більшості станцій присутні чітко виражені вступи хвиль: P_n , P_g , S_n та S_g . Це свідчить про тектонічний характер землетрусу, який пов'язаний із взаємним переміщенням блоків вздовж розлому, а не з потужним техногенним вибухом, для якого характерна сферична форма діаграми випромінення сейсмічних коливань у Р-хвилі (рис. 1).

2. Магнітуда дослідженого землетрусу становить 4,3. Його фіксація румунською станцією MLR, розташованою на значній епіцентральної відстані, також підтверджує, що це був не вибух. Для реєстрації вибухів на таких відстанях необхідно, щоб маса вибухівки була понад 10-20 кілотонн, що відповідає малому ядерному вибуху.

3. Енергетична інтенсивність землетрусу $m_b=4,3$ не суперечить значенням потенційно максимальних магнітуд ($m_b=5-5,5$) землетрусів для території Східно-Європейської платформи, визначених за даними про деформації вигину земної кори, інтенсивності сучасних тектонічних деформацій, теплового потоку, глибини залягання докембрійського фундаменту та межі Мохо [2].

4. Статистично оцінене значення глибини епіцентру сейсмічної події становить 3,0-3,5 км, що перевищує глибину шахти, в якій міг би проводитись промисловий вибух.

5. Криворізький землетрус пов'язаний з активізацією одного з розломів (рис. 10) у межах переважно асейсмічної Криворізької залізорудної структури, що могло бути спричинене активізацією зони Вранча.

6. Розташування епіцентру сейсмічної події в зоні активного функціонування шахти «Овілейна» викликане збігом її положення з активізацією тектонічного порушення в масиві Криворізької залізорудної структури (рис. 10) [3].

7. Сейсмічна активізація тектонічного по-

рушення в межах Криворізької залізорудної структури може бути спричинена комплексом умов, які створені в процесі техногенезу та пов'язані зі зростанням напруженого стану постійно активної румунської тектонічної зони Вранча. Не виключено, що землетрус спричинила розрядка напруги, яка накопичилась у активних неотектонічних зонах між блоками докембрійського фундаменту.

8. В цілому сейсмічна активність Криворізького регіону не суперечить потенційній сейсмічній активності древніх платформ, зони якої приурочені до різко виступаючих кутів платформ, крайових прогинів, шовних зон та околиць щитів [9].

9. Для мінімізації небезпечних наслідків сильних природних землетрусів, які в майбутньому за таких умов можуть реалізуватись у районі Кривого Рогу, необхідно створити локальну мережу автоматизованих пунктів сейсмічних спостережень. Її метою буде моніторинг з використанням телеметричних методів зміни напружено деформованого стану геологічного середовища, яка супроводжується слабкими потрескуваннями, трасуючими активізовані тектонічні структури [4]. Аналіз результатів моніторингу дозволить уточнити природу сейсмічного явища, нетипового за інтервалом часу реалізації та енергією (магнітудою) для території України.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Габсатарова И.П., Бабкова Е.А., Надежка Л.И., Пивоваров С.П., Семенов А.Е., Кендзера А.В., Пігулевський П.И., Шербіна С.В. Землетрясение 3 февраля 2015 г. на границе Полтавской и Сумской областей Украины по макросейсмическим и инструментальным данным // Вестник Воронежского государственного университета. Геология. – 2016. – № 1. – С. 115-123.*
2. *Грачев А.Ф., Магницкий В.А., Мухамедиев Ш.А., Юнга С.Л. К определению максимально возможных магнитуд землетрясений на Восточно-Европейской платформе // Физика Земли. – 1996. – №7. – С. 3-20.*

3. **Захаров В.В., Мартинюк А.В., Токар Ю.Н.** Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Аркуші: М-36-XXXIV (Жовті Води), L-36-IV (Кривий Ріг). Пояснювальна записка // Київ, Геоінформ, 2002.– 101 с.

4. **Здешиц В.В., Калініченко О.А., Пігулевський П.Г., Рибалко Б.І., Щербіна С.В.** Дослідження мікросейсмічних явищ техногенного походження // *Геофізичний журнал*.– 2015.– Т. 37, №5.– С. 132-142.

5. Карта вибухів, зафіксованих станцією KIEV. [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://seismo.kiev.ua/GoogleMap/ExplOn2011>.

6. **Курлов Н.С., Шеремет Е.М., Козарь Н.А., Гурский Д.С., Гейченко М.В., Щербак Н.П., Старостенко В.И., Зарицкий А.И., Белевцев Р.Я., Анциферов А.В., Глевасский Е.Б., Кулик С.Н., Бурахович Т.К., Пігулевський П.И., Агаркова Н.Г., Анциферов В.А., Глухов А.А., Байсарович М.Н., Бородулин М.А., Бутирин В.К., Глаголев А.А., Катериненко В.М., Захаров В.В., Івін В.Н., Казанский В.И., Калинин В.И., Коваленко-Завойский В.Н., Лебедев Т.С., Мечников Ю.П., Николаев И.Ю., Продайвода Г.Т., Рогов А.М., Станько Я.П., Сетая Л.Д., Сулова С.Н., Фоций Н.В.** Криворожская сверхглубокая скважина СГ-8 // *Донецк: Ноулідж*, 2011.– 556 с.

7. Мапа осереднених значень параметрів епіцентру події в Кривому Розі. [Електронний ресурс]; режим доступу до сайту: <http://seismo.kiev.ua/GoogleMap/KrivoRig/KrivoRig201707290331/>

8. Програма обробки сейсмічних записів WSG. [Електронний ресурс]; режим доступу: http://www.ceme.gsras.ru/new/wsg_arm.htm.

9. **Хаун В.Е.** Тектоника континентов и океанов (2000 год). Москва: Научный мир, 2001.– 606 с.

10. **Walter W.R., Matzel E., Pasyanos M.E., Harris D.B., Gok R., Ford S.R.** Empirical observations of earthquake-explosion discrimination using p/s ratios and implications for the sources of explosion s-waves // 29th Monitoring research review. Ground-based nuclear explosion monitoring technologies.– P. 684-693.

11. **Walter W.R., Pasyanos M.E., Rodgers A.J., Mayeda K.M., Sichertman A.** Regional body-wave corrections and surface-wave tomography models to improve discrimination // 25th Seismic research review. Nuclear explosion monitoring: Building the knowledge base.– P. 495-504.

REFERENCES

1. **Gabsatarova I.P., Babkova E.A., Nadezhka L.I., Pivovarov S.P., Semenov A.E., Kendzera A.V., Pigulevskiy P.I., Shcherbina S.V.** Earthquake of February 3, 2015 at the border of the Poltava and Sumy regions of Ukraine by macroseismic and instrumental data // *Voroneg State university bulletin. Geology*.– 2016.– No. 1.– P. 115-123.

2. **Grachev A.F., Magnitskiy V.A., Mukhamediyev Sh.A., Younga S.L.** Concerning determining the maximum of possible magnitude of earthquakes at East-European platform // *Physics of the Earth*.– 1996.– No 7.– P. 3-20.

3. **Zakharov V.V., Martynyuk A.V., Tokar Yu.N.** State geological map of Ukraine. Scale 1:200 000. Sheets: M-36-XXXIV (Zhovti Vody), L-36-IV (Kryvyi Rig), Explanatory note // *Kyiv, Geoinform*, 2002.– 101 p.

4. **Zdeshchits V.V., Kalinichenko O.A., Pigulevskiy P.G., Rybalko B.I., Shcherbina S.V.** Investigating microseismic phenomena of technogenic origin // *Geophysical journal (Kyiv)*.– 2015.– V. 37, No 5.– P. 132-142.

5. Map of explosions recorded by KIEV station. [Electronic resource]; Site access mode: <http://seismo.kiev.ua/GoogleMap/ExplOn2011>.

6. **Kurlov N.S., Sheremet E.M., Kozar N.A., Gurskiy D.S., Geychenko M.V., Shcherbak N.P., Starostenko V.I., Zaritskiy A.I., Belevtsev R.Ya., Antsiferov A.V., Glevasskiy E.B., Kulik S.N., Burakhovich T.K., Pigulevskiy P.I., Agarkova N.G., Antsiferov V.A., Glukhov A.A., Baysarovich M.N., Borodulin M.A., Butyrin V.K., Glagolev A.A., Ekaterinenko V.M., Zakharov V.V., Ivin V.N., Kazanskiy V.I., Kalinin V.I., Kovalenko-Zavoyskiy V.N., Lebedev T.S., Mechnikov Yu.P., Nikolayev I.Yu., Prodayvoda G.T., Rogov A.M., Stanko Ya.P., Setaya L.D., Suslova S.N., Foshchiy N.V.** Kryvyi

Rih super-deep borehole SG-8 // Donetsk: Knowledge, 2011.– 556 p.

7. Map of the averaged values of the parameters of the epicenter of the event in Kryvyi Rig. [Electronic resource]; Site access mode: <http://seismo.kiev.ua/GoogleMap/KrivoRig/KrivoRig201707290331/>

8. WSG seismic record processing program. [Electronic resource]; Mode of access to the site: http://www.ceme.gsras.ru/new/wsg_arm.htm.

9. **Khain V.E.** Tectonics of the continents and oceans // Moscow: Scientific World, 2001.– 606 p.

10. **Walter W.R., Matzel E., Pasyanos M.E., Harris D.B., Gok R., Ford S.R.** Empirical

observations of earthquake-explosion discrimination using p/s ratios and implications for the sources of explosion s-waves // 29th Monitoring research review: Ground-based nuclear explosion monitoring technologies.– P. 684-693.

11. **Walter W.R., Pasyanos M.E., Rodgers A.J., Mayeda K.M., Sichertman A.** Regional body-wave corrections and surface-wave tomography models to improve discrimination. // 25th Seismic research review-Nuclear explosion monitoring: Building the knowledge base.– P. 495-504.

ПІГУЛЕВСЬКИЙ П.Г., КЕНДЗЕРА О.В., ЩЕРБІНА С.В., ВЕРБИЦЬКИЙ С.Т., ШУМЛЯНСЬКА Л.О., КАЛИНИЧЕНКО О.О., ГУРОВА І.Ю., ІЛЬЄНКО В.А., АМАШУКЕЛІ Т.А., ЧАЛИЙ О.О. Природа криворізького землетрусу 29 липня 2017 року.

Резюме. Сейсмічна активізація гірничодобувних регіонів, у тому числі Криворізького, де видобуток залізних руд триває понад 130 років, вимагає ретельного дослідження для розуміння природи сейсмічних явищ, які зазнають потужного впливу техногенезу.

Природа криворізького землетрусу 29 липня 2017 року була вивчена методом порівняльного аналізу записів вибухів і природних землетрусів на сейсмограмах. На переважній більшості сейсмограм, записаних різними сейсмічними станціями, присутні чітко виражені вступу хвиль P_n , P_g , S_n та S_g , що свідчить про тектонічний характер криворізького землетрусу. Він був викликаний взаємним переміщенням тектонічних блоків вздовж розривного порушення, а не потужним техногенним вибухом, для якого характерна сферична форма діаграми випромінення сейсмічних коливань P -хвиль.

За результатами статистичної обробки параметрів землетрусу, отримані максимально коректні дані, що дозволило встановити положення осередка землетрусу в межах конкретної розривної структури – Саксаганського розлому – або (на великій глибині) – в межах неотектонічної ослабленої зони в масиві гранітів, обрамляючому залізородну товщу.

Зроблені припущення про техногенні й природні причини сейсмічної активізації розлому. Причини техногенного характеру пов'язані з розробкою покладів багатих залізних руд на великій (близько 1500 м) глибині та комплексом інших факторів, які викликають порушення рівноваги геологічного середовища, перерозподіл мас у надрах і на поверхні Землі. Причини природного характеру пов'язані зі зростанням напруженого стану постійно активної тектонічної зони Вранча (Румунія), яка може бути генератором напруги як для древніх, так і для активних неотектонічних розломів у межах різних ділянок Східно-Європейської платформи.

Хоча в цілому сейсмічна активність Криворізького регіону аналогічна потенційній сейсмічній активності древніх платформ, за інтервалом часу реалізації та енергією (магнітудою) землетрусів вона є аномальною. Це свідчить про підвищену сейсмічну небезпеку в регіоні, враховуючи значні техногенні зміни геологічного середовища, які можуть різною мірою посилювати негативні наслідки сейсмічних явищ.

Для попередження негативних наслідків аномальної сейсмічної активності в районі Кривого Рогу з метою ефективного сейсмічного моніторингу пропонується створити в місті локальну

мережу автоматизованих пунктів сейсмічних спостережень, яка дозволить телеметричними методами своєчасно виявляти напружено-деформований стан геологічного середовища.

Ключові слова: Криворізький басейн, напружений стан гірничих масивів, землетруси, природа землетрусів, параметри осередків землетрусів, сейсмічний моніторинг.

ПИГУЛЕВСКИЙ П.И., КЕНДЗЕРА А.В., ЩЕРБИНА С.В., ВЕРБИЦКИЙ С.Т., ШУМЛЯНСКАЯ Л.А., КАЛИНИЧЕНКО О.А., ГУРОВА И.Ю., ИЛЬЕНКО В.А., АМАШУКЕЛИ Т.А., ЧАЛЫЙ О.О. Природа криворожского землетрясения 29 июля 2017 года.

Резюме. Сейсмическая активизация горнодобывающих регионов, в том числе Криворожского, где добыча железных руд продолжается более 130 лет, требует тщательного исследования для понимания природы сейсмических явлений, которые подвергаются мощному влиянию техногенеза.

Природа криворожского землетрясения 29 июля 2017 года была изучена методом сравнительного анализа записей взрывов и природных землетрясений на сейсмограммах. На подавляющем большинстве сейсмограмм, записанных разными сейсмическими станциями, присутствуют четко выраженные вступления волн P_n , P_g , S_n и S_g , что свидетельствует о тектоническом характере криворожского землетрясения. Оно было вызвано взаимным перемещением тектонических блоков вдоль разрывного нарушения, а не мощным техногенным взрывом, для которого характерна сферическая форма диаграммы излучения сейсмических колебаний P -волны.

По результатам статистической обработки параметров землетрясения, получены максимально корректные данные, что позволило установить положение очага землетрясения в пределах конкретной разрывной структуры – Сакаганского разлома – или (на большой глубине) – в границах неотектонической ослабленной зоны в массиве гранитов, обрамляющем железорудную толщу.

Сделаны предположения о техногенных и природных причинах сейсмической активизации разлома. Причины техногенного характера связаны с разработкой залежей богатых железных руд на большой (около 1500 м) глубине и комплексом других факторов, которые вызывают нарушение равновесия геологической среды, перераспределение масс в недрах и на поверхности Земли. Причины природного характера связаны с возрастанием напряженного состояния постоянно активной тектонической зоны Вранча (Румыния), которая может быть генератором напряжения как для древних, так и для активных неотектонических разломов в пределах разных участков Восточно-Европейской платформы.

Хотя в целом сейсмическая активность Криворожского региона аналогична потенциальной сейсмической активности древних платформ, по интервалу времени реализации и энергии (магнитуде) землетрясений она является аномальной. Это свидетельствует о повышенной сейсмической опасности в регионе, учитывая значительные техногенные изменения геологической среды, которые могут в разной степени усиливать негативные последствия сейсмических явлений.

Для предупреждения негативных последствий аномальной сейсмической активности в районе Кривого Рога с целью эффективного сейсмического мониторинга предлагается создать в городе локальную сеть автоматизированных пунктов сейсмических наблюдений, которая позволит телеметрическими методами своевременно выявлять напружено-деформированное состояние геологической среды.

Ключевые слова: Криворожский бассейн, напряженное состояние горных массивов, землетрясения, природа землетрясений, параметры очагов землетрясений, сейсмический мониторинг.

PIGULEVSKYI P.H., KENDZERA O.V., SHCHERBINA S.V., VERBYTSKYI S.I., SHUMLYANSKA L.O., KALINICHENKO O.O., GUROVA I.Yu., IL'YENKO V.A., AMASHUKELI T.A., CHALYI O.O. Nature of Kryvyi Rih earthquake of July 29, 2017.

Summary. Seismic activation of mining regions, including Kryvyi Rih one, where iron ore mining has been carried out for more than 130 years, requires careful investigation in order to understand the nature of seismic phenomena that are subject to the powerful influence of technogenesis.

The nature of Kryvyi Rih earthquake of July 29, 2017 was studied by the method of comparative analysis of explosions and natural earthquakes records in seismograms. There are discernable occurrences of P_n , P_g , S_n and S_g waves in the overwhelming majority of seismograms recorded by different seismic stations, which indicates the tectonic character of the Kryvyi Rih earthquake. It was caused by the mutual movement of tectonic blocks along the faulting, and not by a powerful technogenic explosion, which is usually characterized by generation of spherical shape of P-wave seismic fluctuations in diagrams.

The most correct data were obtained based on the results of statistical processing of the earthquake parameters, which allowed determining the location of the earthquake focus within a specific ruptured structure, that is the Saksagan fault, or (at great depths) within the boundaries of the neotectonic weakened zone in the granite massif surrounding the iron ore stratum.

Assumptions about the man-made and natural causes of seismic activation of the fault were made. The causes of technogenic nature are associated with high-grade iron ores deposits exploitation at great (about 1500 m) depths and a complex of other factors that cause a disturbance in the balance of the geological environment, redistribution of masses in the interior and on the surface of the Earth. Natural causes are associated with an increase in the stress state of the constantly active tectonic zone Vrancea (Romania), which can be a strain generator for both ancient and active neotectonic faults within different sections of the East European platform.

Although in general the seismic activity of Kryvyi Rih region is analogous to the potential seismic activity of ancient platforms, it is anomalous in terms of the time interval of realization and the energy (magnitude) of earthquakes. This reveals an increased seismic hazard in the region, given the significant technogenic changes in the geological environment, which can aggravate the negative consequences of seismic events to varying degrees.

In order to prevent negative consequences of abnormal seismic activity in Kryvyi Rih area, it is proposed to create a local network of automated seismic observation points in the city, which will allow telemetry methods to detect the stressed-deformed state of the geological environment in a timely manner.

Key words: Kryvyi Rih basin, stressed state of rock massifs, earthquakes, nature of earthquakes, parameters of earthquake foci, seismic monitoring.

*Надійшла до редакції 10 лютого 2017 р.
Представив до публікації професор В.Д.Свєтхов.*

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Амашукелі Тетяна Аркадійвна – молодший науковий співробітник. Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (м. Київ).

Вербицький Сергій Тарасович – кандидат фізико-математичних наук старший науковий співробітник, завідувач відділення сейсмічності Карпатського регіону. Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (м. Київ).

Георгієва Олена Петрівна – старший викладач. Криворізький національний університет.

Гурова Ірина Юрївна – кандидат геолого-мінералогічних наук, науковий співробітник. Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (м. Київ).

Демченко Олег Сергійович – аспірант. Криворізький національний університет.

Євтехов Валерій Дмитрович – доктор геолого-мінералогічних наук, професор. Криворізький національний університет.

Євтехов Євген Валерійович – кандидат геологічних наук, доцент. Північний гірничозбагачувальний комбінат (м. Кривий Ріг).

Євтехова Анна Валеріївна – кандидат геологічних наук, доцент. Криворізький національний університет.

Льєнко Володимир Анатолійович – провідний інженер. Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (м. Київ).

Калініченко Ольга Олександрівна – кандидат геолого-мінералогічних наук, провідний інженер. Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (м. Київ).

Кендзера Олександр Володимирович – кандидат фізико-математичних наук, член-кореспондент НАН України, заступник директора. Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (м. Київ).

Коваленко Володимир Анатолійович – кандидат геолого-мінералогічних наук, старший науковий співробітник. Інститут геологічних наук НАН України (м. Київ).

Непша Олександр Вікторович – старший викладач. Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького.

Омельчук Олександр Васильович – кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент. Київський національний університет імені Тараса Шевченка.

Пигулевський Петро Гнатович – доктор геологічних наук, старший науковий співробітник. Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (м. Київ).

Прилепа Дмитро Миколайович – аспірант. Криворізький національний університет.

Смірнов Олександр Ярославович – кандидат геологічних наук. Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат (м. Кривий Ріг).

Сокур Олег Миколайович – кандидат геологічних наук, молодший науковий співробітник. Інститут геологічних наук НАН України (м. Київ).

Стрельцов Віталій Олегович, інженер-геолог. Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат (м. Кривий Ріг).

Тіхлівець Світлана Валеріївна – кандидат геологічних наук, старший викладач. Криворізький національний університет.

Філенко Валентина Вікторівна – старший науковий співробітник. Криворізький національ-

ній університет.

Чалий Олег Олегович – інженер-геофізик. Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (м. Київ).

Шепелюк Михайло Олександрович, аспірант. Криворізький національний університет.

Шоміна Анастасія Дмитрівна – студентка. Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна.

Шумлянська Людмила Олександрівна – кандидат геологічних наук, науковий співробітник. Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (м. Київ).

Щербіна Сергій Валентинович – кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник. Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (м. Київ).

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

В Геолого-мінералогічному віснику Криворізького національного університету друкуються оригінальні статті, рецензії, огляди, матеріали хронікального та персонального змісту, а також інші матеріали з широкого кола теоретичних і прикладних питань мінералогії, петрології, геохімії, стратиграфії, палеонтології, тектоніки, геології родовищ корисних копалин, металогенії та інших галузей геологічної науки.

Вимоги до оформлення рукописів статей:

– текстові матеріали надсилаються електронною поштою; надсилається також повністю оформлений 1 примірник статті на аркушах формату А4, завірений підписами всіх авторів.

– оптимальний об'єм матеріалів, що подаються до публікації, повинен бути в межах від 0,1 до 0,5 друкованого аркушу; відхилення від цієї вимоги узгоджуються авторами з редколегією «Вісника» додатково;

– текст повинен бути набраний у текстових редакторах Microsoft Word 2003 та вище і форматований з вирівнюванням по ширині, міжрядковий інтервал – 1; всі поля – 2 см; шрифт – Times New Roman Суг; розмір шрифту – 14 пт;

– штрихові рисунки подаються вмонтованими в текст статті, а також додаються окремими файлами у форматі *.jpeg;

– розмір цифр, букв, індексів, позначень (за виключенням точок) на рисунках повинен бути не меншим 2 мм (при цьому слід взяти до уваги, що розмір робочого поля сторінки «Вісника» становить 15 x 21 см);

– фотографії подаються на електронних носіях у форматі *.jpeg, розміром не менше 300 пікселів на дюйм;

– таблиці (мінімальний розмір шрифту 9 пт) подаються вмонтованими в текст після першого посилання на них, супроводжуються назвою і номером; додаткова інформація до них друкується безпосередньо під таблицями;

– математичні та складні хімічні формули слід набирати в Microsoft Word не нижче 2003 вмонтованими в текст; в разі необхідності на полях роздрукованого варіанту статті або на окремому аркуші слід зробити додаткові пояснення;

– список літератури подається в алфавітно-хронологічному порядку і повинен бути гранично коротким і конкретним; посилань на власні роботи авторам слід наводити не більше трьох; посилання на усні повідомлення наводяться в тексті, інші посилання на неопубліковані матеріали (наприклад, на фондові) не допускаються; небажані посилання на довідники, підручники, енциклопедії, словники; посилання на літературні джерела в тексті статей слід наводити в прямокутних дужках за допомогою цифр, які відповідають порядковому номеру роботи в списку літератури; в останньому для книг вказуються прізвища та ініціали авторів, назва книги, місто, рік видання і кількість сторінок, для статей – прізвища та ініціали авторів, назва статті, назва журналу або збірника, рік видання, номер, сторінки початку й закінчення статті;

– фізичні величини наводяться в системі СІ (наприклад, замість ангстрем – нанометр; бар, атмосфера – паскаль; калорія, кілокалорія – джоуль т.і.)

– іноземні прізвища, географічні назви тощо наводяться на мові тексту, за необхідності наводиться їх оригінальне написання;

– статті обов’язково супроводжуються анотацією об’ємом до 0,5 стор. на мові статті, а також трьома резюме – українською, російською та англійською мовами, з них два об’ємом до 0,5 стор., одне – розширене – до 1 стор.;

– текст роздрукованого примірника статті підписується всіма авторами, вказується також назва організації, в якій виконано роботу;

– необхідне наведення індексу УДК (остання редакція).

Матеріали супроводжуються відомостями про авторів, у яких вказуються прізвище, ім’я та по-батькові всіх авторів, їх науковий ступінь, вчене звання, місце роботи, посада, службова і (або) домашня адреса, номери телефонів, факсів, адреса електронної пошти.

До матеріалів додається експертний висновок, оформлений за встановленим зразком, а також рецензія провідного фахівця відповідної галузі геологічної науки.

Датою надходження статті вважається день одержання редколегією остаточно доопрацьованого її варіанту.

В разі відхилення статті, редколегія повідомляє про це автора.

Редколегія не повертає одержаних матеріалів.

Після публікації редколегія в місячний термін висилає автору (авторському колективу) 1 друкований примірник «Вісника» на адресу, вказану авторами, а також його електронну версію.

Геолого-мінералогічний вісник
Криворізького національного університету

Геолого-минералогический вестник
Криворожского национального университета

Geology and Mineralogy Bulletin
of Kryvyi Rih National University

Geologische und mineralogische Bulletin
der Nationalischen Universität von Kryvyi Rih

Bulletin de géologie et mineralogy
de l'université nationale de Kryvyi Rih

№ 1 (37)
2017 р.

Редакційна група:
В.О.Андрейчак,
О.П.Георгієва,
О.С.Демченко,
Д.М.Прилепа,
С.В.Тіхлівець,
В.В.Філенко,
М.О.Шепелюк.

Друкується за рішенням вченої ради Криворізького національного університету.

Видавничий центр Криворізького національного університету.
Здано до набору 5.06.2017 р. Підписано до друку 12.06.2017 р. Замовлення № 163.
Формат 70x108/16. Обсяг – 5,2 друк. арк. Тираж 200 прим.
50027, м. Кривий Ріг Дніпропетровської обл., вул. Віталія Матусевича, 11,
Криворізький національний університет.