

## ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ДЕГАЗАЦИИ ПОРОД НА ШАХТЕ «АЛМАЗНАЯ»

Описані основні чинники дегазації порід на вугільних шахтах. Серед цих чинників – центральні частини стародавніх русел і потоків; локальні структури; зони порушених порід. Поєднання вказаних чинників показує зони скупчення вільного газу у відкладах шахт. Одержані експериментальні дані про розподіл газу в покрівлі основного вугільного пласта на шахті «Алмазна».

## MINING AND GEOLOGICAL FACTORS OF THE ROCK DEGASSING IN THE ALMAZNAYA MINE

Basic factors of the rock degassing in the coal mines are described. Among these factors are central parts of ancient canals and streams; local structures; areas of broken rocks. Combination of these factors indicates areas with free gas accumulation in the mine deposits. Experimental findings on gas distributing in the roof of basic coal layer in the Almaznaya mine are presented.

Проблема дегазации углей и вмещающих пород при ведении работ на шахтах актуальна с того времени, как начала развиваться угольная промышленность [1-3]. Когда в конце XVIII века в Бельгии, Франции и других странах были зафиксированы первые взрывы метана при ведении горных работ, в результате чего гибли люди, дегазация обрабатываемых угольных пластов стала неотъемлемой частью технологического процесса при угледобыче. Природная газоносность на разных шахтах и в разных странах не сильно отличается, поскольку формирование угленосных бассейнов подчиняется общим закономерностям, описанным в [4].

Значительные ресурсы метана в угольных пластах и вмещающих породах на угольных месторождениях Украины, могут служить дополнительным источником энергии для страны. Использование метана угольных месторождений способствует также уменьшению глобального «парникового эффекта» и выполнению Украиной обязательств, предусмотренных Рамочной конвенцией ООН по изменению климата. Установлено, что по своим свойствам метан в 21-н раз активнее влияет на процессы, связанные с образованием «парникового эффекта», чем углекислый газ [5].

Детальное исследование условий и закономерностей формирования и размещения скоплений углеводородов в осадочной толще позволили оценить высокую газоносность недр Донецкого бассейна. Его особенностью является наличие, кроме угля, значительных ресурсов метана, который находится в угольных пластах и вмещающих породах. Произведенная оценка ресурсов метана по угольным пластам составляет около 12 трлн. м<sup>3</sup> [6]. Следует указать, что эта цифра дана без учета газоносности пород, только по угольным пластам и пропласткам. С учетом газоносности пород, по данным [7], в отложениях Донецкого бассейна находится 25 трлн. м<sup>3</sup> метана. В.И. Узиюк и др. [8], выполнив ком-

плексный расчет ресурсов метана в отложениях Донбасса с учетом рассеянной органики, сделали вывод, что суммарный газогенерационный потенциал Донецкого бассейна по типам углефицированной органики за все время его существования составляет почти 278 трлн. м<sup>3</sup> метана.

Приведенные данные свидетельствуют как о необходимости дегазации на действующих шахтах, так и о потенциальной возможности добычи и использования угольного метана, при условии комплексного подхода и реализации эффективных технологий его добычи и утилизации.

Эффективное решение проблем дегазации угольных шахт Донбасса позволит обеспечить не только безопасное ведение горных работ, но и, в перспективе, осуществлять промышленную добычу метана. Для оптимизации дегазации углепородного массива как поверхностными, так и подземными дегазационными скважинами, а так же для их продуктивной и продолжительной работы, важное значение имеет заложение этих скважин в зонах скопления метана. Под действием геологических процессов метан неравномерно распределяется как по площади, так и по глубине, образуя природные зоны скопления метана. Изучение и типизация природных условий, и геологических факторов, ведущих к формированию зон скопления газа, позволит выделять оптимальные участки в разных геолого-тектонических условиях, для последующего их разбуривания.

Частично эти факторы были исследованы при прогнозировании выбросоопасности пород и угля, поскольку при отсутствии газа выбросы не происходят [9]. Проанализируем влияние геологических факторов на выбросоопасность и использование их при последующем прогнозе участков с повышенной газоносностью, применительно к шахте Алмазная, Красноармейского горно-промышленного района.

Применительно к наиболее газоносным породам в Донбассе – песчаникам, содержащим основное количество газа, газодинамические явления распределяются неравномерно - существует региональная и локальная зональность проявления выбросов пород и газа в Донецком бассейне. В.Е. Забигайло выделил три региональные зоны: первая - зона отсутствия выбросов пород и газа (породы, вмещающие пласты углей марок Д, Д-Г); вторая - зона проявления выбросов породы и газа (породы, вмещающие пласты углей марок Г, Ж, К, ОС); третья - зона отсутствия выбросов пород и газа (породы, вмещающие пласты углей марок, Т, А). Рассмотрим геологические методы, применяющиеся для прогноза выбросоопасности пород и газа, и существенно отражающие формирование скопления метана.

В работе [9], рассмотрен способ выделения стрержневых участков палеопотоков. Данный способ заключается в построении карт палеопотоков ( $K_{o.m.n.}$ ), которые строятся на основе отношения мощности песчаника или суммарной мощности слоев песчаника к мощности выбранного стратиграфического интервала, ограниченного маркирующими горизонтами, то есть близлежащими выдержанными пластами угля или известняка, залегающими в кровле и почве песчаника. Данная методика позволяет получить безразмерный коэффициент относительной мощности песчаника в каждой геологоразведочной скважине

выбранного участка ( $K_{o.m.n.}$ ). Значения данного показателя, превышающие среднее, позволяют выделять стрежневые части палеопотоков. Как показывает анализ результатов исследования палеопотоков, для песчаников, формировавшихся в условиях стрежневых участков палеопотоков и в зонах интенсивного размыва нижележащих пород характерны повышенные значения открытой пористости, размера обломочных зерен, степени уплотнения обломочных зерен, содержания кварца обломочного, пониженное содержание цемента указанных пород. Песчаник в этих зонах отличается более светлым цветом (светло-серый), с преобладанием косой прямолинейной слоистости (часто наблюдается ритмичная сортировка обломочного материала), характеризуется повышенными значениями мощности серий и слоев, пониженными – частоты слоев в сериях, повышенной газоносностью, при прочих равных условиях.

Таким образом, применение метода относительных мощностей песчаника дает возможность определить генезис песчаников, пространственно проследить выделенные стрежневые участки по площади исследуемого участка и использовать при прогнозе газоносности горных пород по геологоразведочным данным.

В работе [10], авторами рассматривается метод математической обработки тектонической информации - применение тренд-анализа. В основе такой оценки лежит анализ построенных карт локальных структур угольных пластов, представляющих собой проекцию пласта на прямолинейную или криволинейную аппроксимирующую поверхность, а в качестве показателей тектонической сложности предлагается использовать абсолютные значения градиентов превышения локальных структур, которые рассчитывались как отношение превышений к расстоянию между рассматриваемыми точками. Следует отметить, что впервые применение количественного показателя тектонического строения шахтных полей с целью оценки выбросоопасности угольных пластов рассмотрено в работе [11].

В работе [12] рассмотрен метод прогноза выбросоопасных зон, базирующийся на построении локальных структур. На основании этих построений предложен расчет безразмерного коэффициента тектонической сложности ( $K_{mc}$ ). При применении данного метода было установлено, что большинство выбросов угля и газа (около 95 %) локализуется в пределах участков, имеющих повышенные ( $>10$ ) значения  $K_{mc}$ . Метод построения локальных структур угольных пластов в настоящее время применяется для изучения вторичной складчатости и газоносных структур.

Рассмотренные выше методы прогноза газоносности пород и газа, зарекомендовали себя с положительной стороны, что позволило нам применить их в комплексе с другими методами для прогноза зон скопления газа – метана в углелепородном массиве.

Отметим, что в последнее время разработана методика выделения газозащищающих интервалов, которая необходима при оптимизации дегазации действующих шахт, а также эксплуатации техногенных месторождений, которые формируются в процессе и после отработки угольных пластов на действующих и

закрытых шахтах [13]. Данный метод заключается в следующем. Газ, находящийся в углевмещающих породах и угольных пропластках, в процессе отработки рабочих угольных пластов частично уходит с углем и из пород кровли. То есть, в процессе посадки пород кровли выделяется (десорбируется) метан из угольных пропластков и рассеянной органики, который частично удаляется дегазацией, а частично формирует техногенные скопления метана. Если в породах кровли есть газозакрывающий интервал (покрышка), газ не выходит на поверхность или этот процесс существенно замедляется.

Проведенные нами исследования позволили усовершенствовать метод локальных структур для прогноза зон скопления метана. Новый его вариант заключается в построении карт усредненных локальных структур [14], для выбранного стратиграфического интервала. Суть метода заключается в следующем.

Основное количество метана при отработке угольного пласта выделяется из кровли [5,9], а по данным М.А. Иофиса [15] процессы разуплотнения пород после подработки достигают 200 - 300 м, в зависимости от литологического состава пород. Построение локальной структуры для одного песчаника – не всегда эффективно для последующей дегазации. В указанном интервале разуплотнения может находиться и часто находится несколько песчаников значительной мощности (до 20 – 30 м).

Ранее было установлено [9,12], что локальная структура прослеживается в некотором стратиграфическом интервале пород. Отсюда очевидно, что существующая локальная структура может прослеживаться в нескольких песчаниках, в интервале, сопоставимом с интервалом разуплотнения (200 – 300 м). Необходимо учитывать, что выделенная структура в стратиграфическом разрезе может несколько смещаться, обычно в сторону падения пород. Для наиболее эффективного заложения дегазационной скважины надо выделить зоны разуплотнения в каждом из песчаников, мощность  $> 5$  м, что делается с помощью разрезов и карт локальных структур для каждого выделенного песчаника, и последующего их сопоставления. Зная расположение зон разуплотнения в пространстве, можем рассчитать координаты заложения дегазационной скважины в максимально газоносном месте, вскрывая все зоны. Для этой цели и выполняется усреднение этих структур.

Данный метод позволяет проследить изменение положительных локальных структур в выбранном интервале углепородного массива, которые имеют абсолютные отметки выше средних значений или аппроксимирующей (наклонной плоскости). Такое положение вызвано низким удельным весом углеводородов и стремлением их вверх, в положительные структуры. По данным [16], свыше 70 % запасов нефти и газа находится в ловушках сводового типа, заключенных в антиклиналях.

Проведенные исследования по изучению трещиноватости пород позволили разработать способ выделения зон трещиноватости в углепородном массиве [17]. Данный способ позволяет при построении карты трещиноватости просле-

дить в плане и разрезе изменение трещиноватости пород, как потенциального коллектора газа-метана.

Таким образом, выполненный анализ литературных данных и разработанные новые методы прогноза зон скопления метана в углепородном массиве позволили определить основные геологические факторы, позволяющие выделять скопления метана в породах Донбасса. К этим факторам относятся: положительные локальные структуры; зоны трещиноватости пород, любого генезиса; стречневые участки палеопотоков, наличие газозэкрана. На участках сочетания этих факторов формируются зоны скопления свободного газа.

Применительно к шахте «Алмазная» указанные работы были частично выполнены для угольного пласта  $l_3$ , основного пласта на данное время, хотя в будущем планируется к отработке еще несколько пластов, с рабочей мощностью и удовлетворяющим потребителей качеством.

По данным каротажных диаграмм, карт и разрезов была построена совмещенная карта палеопотоков и локальных структур для небольшого участка шахты, перспективного для последующих работ. Карта трещиноватости из-за недостаточности данных не строилась, как и карта газозэкранов. Тем не менее, указанные построения даже на первоначальном уровне позволили выделить перспективные участки зон скопления метана (рис. 1), применительно к участку исследований.

Предварительный анализ участка шахты «Алмазная», пласта  $l_3$  и залегающих в кровле отложений позволяет сделать следующие выводы:

1. В кровле угольного пласта  $l_3$  выше угольного пласта  $l_6$  на удалении 60-80 м от основного пласта залегают трещиноватый песчаник  $l_6S_{l7}$  мощностью от 12 до 30 метров. По некоторым скважинам почва данного песчаника представлена крупнозернистыми песчаниками и гравелитами. Иногда гравелиты встречаются и в середине пласта, что указывает на благоприятные коллекторские свойства данного песчаника и возможность нахождения там значительных скоплений метана.

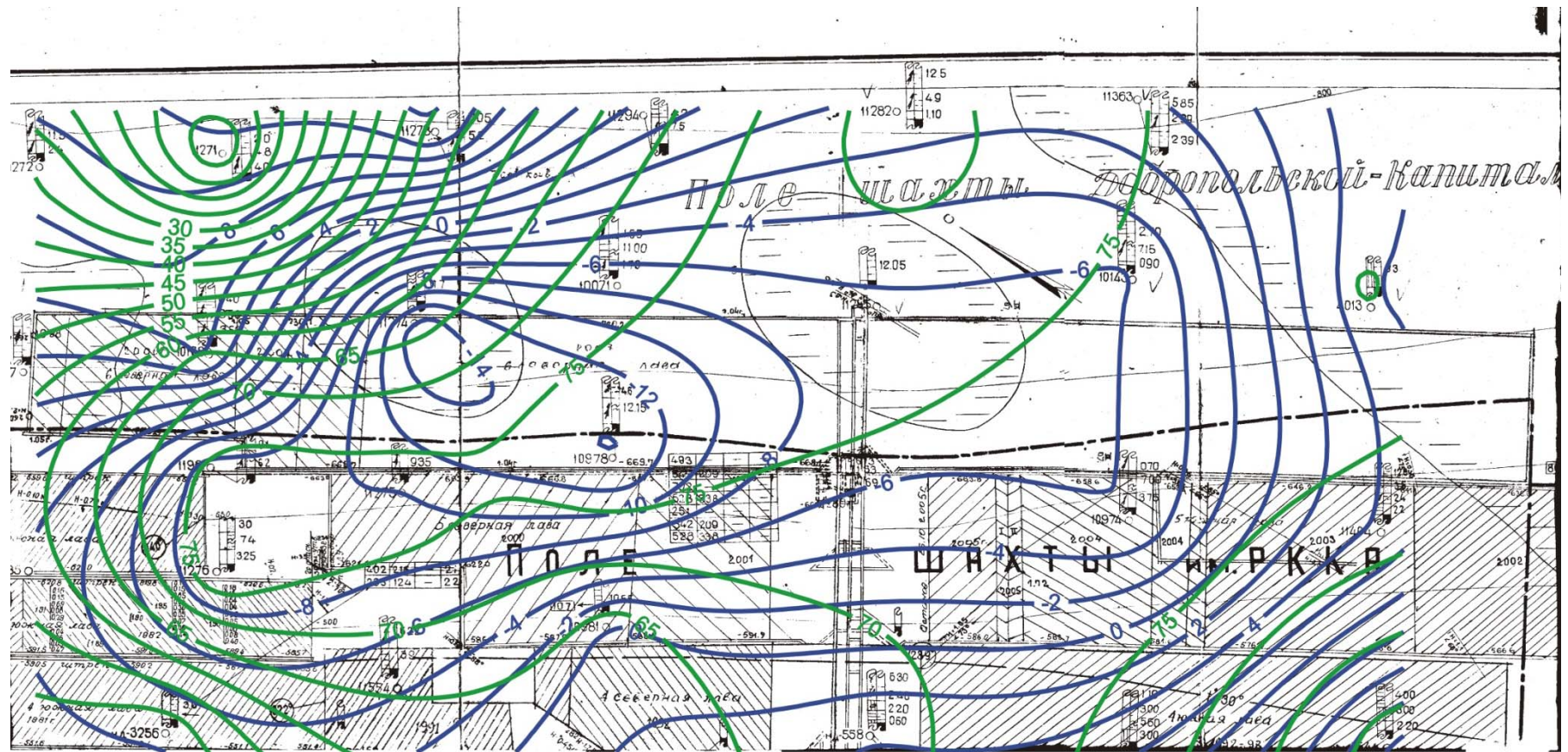
2. Выше по разрезу в районе угольных пропластков  $l_8^H$ ,  $l_8^B$ ,  $l_8^1$  залегают песчаники суммарной мощностью от 15 до 35 метров. Песчаники характеризуются хорошими коллекторскими свойствами, на что указывают данные геологоразведочных скважин. В приведенном интервале по скважинам НД-3256, 11275, 11271 отмечены газопроявления при разведочном бурении.

3. Анализ всего интервала выше угольного пропластка  $l_6$ , характеризуется повышенной песчаностью и трещиноватостью пород.

По указанному участку была построена совмещенная карта палеопотоков и локальных структур, которая позволила сделать следующие предварительные выводы:

- карта локальных структур по пласту  $l_3$ , показывающая превышения над аппроксимирующей плоскостью пласта, позволила выделить две зоны возможного скопления свободного газа – метана. Первая зона расположена на северо-западе участка, в районе скважин 11272, 11271, 11278, имеет максимальное превышение + 10 метров.





Условные обозначения



— 4 — Изолинии локальных структур



— 65 — Изолинии палеопотоков

Рис. 1 – Карта локальных структур пласта  $l_3$  и палеопотока  $l_6Sl_7$  поля шахты Алмазная

Вторая зона расположена на северо-востоке участка, в районе скважин 11363, 4013, имеет максимальное превышение от +4 до +6 метров;

- карта палеопотоков по песчанику  $I_6Sl_7$  позволила выделить один мощный палеопоток субширотного простирания, максимальные значения его прослеживаются в районе скважин 11275, 10978, 11245, 11282, которые составляют до 75 % песчаника в исследуемом интервале.

Таким образом, песчаники выше угольного пропластка  $I_6$  попадают в третью зону по Иофису М.А. (Иофис М.А., Шмелев А.И., 1985) – зону разуплотнения горных пород и активных трещин расслоения и секущих вертикальных. Отсюда вытекает следующее, в процессе отработки угольного пласта  $I_3$ , после посадки кровли, большая вероятность вскрытия описанных трещиноватых песчаников в выделенных зонах субвертикальными трещинами и выхода свободного метана в горные выработки. По этой причине рекомендуем вскрыть данные песчаники дегазационными скважинами (в количестве не менее двух) желательно на всю мощность (до пропластка  $I_8^1$ ). Места заложения дегазационных скважин рассмотрены выше, это две зоны локальных структур и зона палеопотока.

В дальнейшем представляются необходимыми более детальные исследования горного массива шахты с привлечением максимального количества данных, построением карт трещиноватости, газозкранов, а также совмещенных карт, для выделения зон максимальной газоносности, последующей их дегазации, повышения степени безопасности путем учета существующих горно-геологических условий на данной шахте.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Забигаило В.Е. Проблемы геологии газов угольных месторождений. / В.Е. Забигаило, А.З. Широков. – К.: Наукова думка, 1972. – 172 с.
2. Петросян А.Э. Выделение метана в угольных шахтах. / А.Э. Петросян. – М.: Наука, 1975, - 188 с.
3. Скочинский А.А. Классификация выделения метана в каменноугольных шахтах / А.А. Скочинский, Г.Д. Лидин // Изв. АН СССР, ОТН - 1948. - №11. – С. 1741 – 1751.
4. Геология угольных месторождений СССР / Под ред. А.К. Матвеева. – М.: МГУ, 1990. – 352 с.
5. Булат А.Ф. Стратегия интеграции и система управления ресурсами Киотского протокола в Украине / А.Ф. Булат, Д.Г. Подтуркин, Р.М. Богачева // Геотехническая механика: межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2006. - № 67. – С. 3 – 13.
6. Касьянов В.В. Перспективы развития метановой отрасли в Украине / В.В. Касьянов, Ст. Ламберт // Геотехническая механика: межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2000. - №17. – С. 6 – 11.
7. Булат А.Ф. Вступительное слово директора Института геотехнической механики, чл.-корр. НАН Украины, докт. техн. наук А.Ф. Булата / А.Ф. Булат // Геотехническая механика: межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2000. - №17. – С. 3-5.
8. Узіюк В.І. Газогенераційний потенціал кам'яновугільних басейнів України / В.І. Узіюк, С.І. Бик, А.В. Ільчишин // Геологія і геохімія горючих копалин. - 2001. - №2. – С. 110 – 121.
9. Забигаило В.Е. Выбросоопасность горных пород Донбасса. / В.Е. Забигаило, В.В. Лукинов, А.З. Широков. – К.: Наукова думка, 1983. – 288 с.
10. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений Донбасса. / В.Е. Забигаило, В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, Н.В. Сахневич. – К.: Наукова думка, 1994. – 151 с.
11. Забигаило В.Е. О влиянии структурно-тектонических условий на выбросоопасность угольных пластов / В.Е. Забигаило, В.В. Лукинов // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1978. - № 8. – С. 174 -176.
12. Кратенко Л.Я. Геологическая природа выбросоопасных зон на угольных пластах  $h_8$  и  $h_{10}$  шахты им. М.И. Калинина / Л.Я. Кратенко // Внезапные выбросы на больших глубинах. – К.: Наук. думка, 1979 – С. 68 – 75.
13. Патент Украины № 74502 G01V9/00, E21F7/00. Спосіб визначення скупчення метану на відпрацьованих ділянках шахти. / А.Ф. Булат, Ю.Л. Звягільський, В.В. Лукинов [та інші]. От 15. 12. 2005. Бюл. № 12.
14. Патент Украины № 41696 E21F 7/00 G01V 9/00. Спосіб визначення зон скупчення метану у стратиграфічному інтервалі на шахтах та ділянках розвідки. / А.Ф. Булат, В.В. Лукинов, П.С. Пашенко [та

інші]. (Україна) От 10.06.2009. Бюл. № 11.

15. Иофис М.А. Инженерная геомеханика при подземных разработках / М.А. Иофис, А.И. Шмелев. – М.: Недра, 1985. – 248 с.

16. Якуцени В.П. Интенсивное газонакопление в недрах / В.П. Якуцени. – Л., Наука, 1984. -122 с.

17. Патент Украины № 34472 E21F 7/00. Спосіб визначення зон тріщинуватості у вуглепородному масиві / В.А. Баранов, П.С. Пашенко (Україна). От 11.08.2008. Бюл. № 15.

**УДК 552.513.08:551.311.23**

Д-р геол. наук В.А. Баранов,  
аспирант Зинга Тереза Кондида да Коста  
(ИГТМ НАН Украины)

### **УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭОЛОВЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ**

У статті освітлені проблеми дослідження кори вивітрювання. Представлені результати вивчення складу, структури і умов формування кори вивітрювання в піщаному кар'єрі на річці Бик. Приведені дані спектрального, рентгеноструктурного, петрографічного аналізів. Показана зіставленість мінералогії діагенетичних пісковиків геологічного пам'ятника Кам'яна Могила і пісковика кори вивітрювання піщаного кар'єру ділянки дослідження.

### **CONDITIONS FOR EOLION CRUST OF WEATHERING FORMATION**

The article covers problems of crust of weathering investigation and presents composition, structure and conditions of formation of the crust of weathering in sand quarry of the Byc river. Results of spectral, X-ray diffraction and petrographic analyzes are shown. Comparability between mineralogy of diagenetic sandstone in the geological relict Stone Grave and mineralogy of sandstone of crust of weathering in the sand quarry area under investigation is shown.

Коры выветривания, как тип пород, были выделены и введены в научную геологическую литературу швейцарским геологом А. Геймом (1879), по результатам исследований продуктов разрушения горных пород в Альпах [1]. В качестве самостоятельного научного направления в отечественной науке учение о корах выветривания сформировалось в начале XX-го столетия благодаря работам Б.Б. Полынова и И.И. Гинзбурга, а также ученых из Германии, Швеции, США и др. стран. По форме указанные образования бывают площадного (перекрывающего коренные породы) и линейного (вытянутые вдоль нарушений) типа, а по минеральному составу выделяется четыре минерально-геохимические зоны: дезинтеграции, выщелачивания, глинистых минералов, окислов и гидроокислов.

По современным представлениям отложения, оставшиеся на месте своего образования, называются остаточной корой выветривания, а перенесенные на некоторое расстояние – переотложенными. Кроме этого исследователи выделяют инфильтрационную кору выветривания, образованную в результате проникновения перешедших в раствор минералов железа, марганца, кальция, кремния и других на некоторую глубину. Часть геологов выделяет аккумулятивную кору выветривания, представленную переотложенными осадками – делювием, пролювием, аллювием и др.

Указанные породы разделяют на современные, не перекрытые сверху чехлом осадочных пород и обычно относящиеся к неоген-четвертичному возрасту, и