

沉积岩概论

〔苏〕Л.Б.鲁欣 Н.Б.瓦索耶维奇 著
胡征钦译 冯增昭校

燃料化学工业出版社

56.75
779

沉 积 岩 概 论

[苏] Л. Б. 鲁 欣 著
H. Б. 瓦索耶维奇

胡征钦 译 冯增昭 校

燃料化学工业出版社

内 容 提 要

本书是从苏联1958年出版的《СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО ПО ПЕТРОГРАФИИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД》一书第一卷(第二卷已于1964年翻译出版)中选译的。定名为《沉积岩概论》。

全书共分七章,主要内容为沉积岩的成分、分类、特征,以及沉积岩的形成和分布的一般规律等。可供石油地质技术人员及有关院校师生参考。

沉 积 岩 概 论

〔苏〕 Л. Б. 鲁 欣 著
Н. Б. 瓦索耶维奇

胡征钦译 冯增昭校

燃料化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

* * *

开本850×1168¹/₃₂ 印张 5⁷/₁₆ 插页 1

字数 141 千字 印数 1—6500

1974年 5 月第 1 版 1974年 5 月第 1 次印刷

* * *

书号15063·2040(油-14) 定价 0.72 元

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

第一章 沉积岩概论	1
第一节 沉积岩的定义及沉积壳	1
第二节 沉积岩的物质成分	3
第三节 沉积岩的特征	5
第二章 沉积岩的分类	12
第一节 概述	12
第二节 按岩石成分的沉积岩分类	13
第三节 按改造作用程度的沉积岩分类	25
第四节 按形成历史的沉积岩分类	27
第三章 沉积岩的分布和成分	30
第四章 风化作用、搬运作用和沉积作用	43
第一节 风化作用	43
第二节 搬运作用	52
第三节 沉积作用	55
第五章 沉积物和沉积岩的改造作用	75
第一节 概述	75
第二节 同生作用	77
第三节 成岩作用	78
第四节 后生作用	82
第六章 沉积岩形成的一般规律、相和建造	99
第一节 概述	99
第二节 构造运动对沉积岩层形成的影响	99
第三节 气候对沉积物形成的影响	102
第四节 地形对沉积物形成的影响	103
第五节 生物对沉积物形成的影响	103
第六节 沉积分异作用	105
第七节 沉积物的相	107
第八节 沉积建造	111

31022

第七章 沉积岩的构造	120
第一节 一般概念	120
第二节 构造的分类	121
第三节 原生构造（同生构造）	126
第四节 成岩构造	147
第五节 深成作用（后生作用）阶段形成的构造	153
第六节 在表生作用带形成的构造	157
第七节 岩系的层理构造	160
第八节 构造的意义	165

第一章 沉积岩概论

Л. Б. 鲁 欣

第一节 沉积岩的定义及沉积壳*

沉积岩是在地表和地表下不深处形成的地质体，是在温度和压力不大的情况下由风化作用、某些火山作用和生物作用所造成的沉积物再经过改造而成的。

大部分沉积岩是风化产物在水中和空气中经过搬运和沉积所形成的。有些沉积岩是在风化壳里直接形成的。此外，还有火山沉积岩。

上述沉积岩定义并非唯一的。Л. Б. 普斯托瓦洛夫(1940)^[5]^①认为，沉积岩是“矿物或生物或它们与其他产物聚集而成的地质体，一般都产生在岩石圈表面，存在于地壳表部所特有的热动力条件下”。М. С. 什维佐夫 (1948)^[11]在他最后出版的著作中说，沉积岩是“任何其他岩石的破坏物质、有机质和其他物质在空气和水介质中沉积的产物——所有这一切，都是在地表的压力和温度下进行的”。

这两个定义都是说明地表上生成的沉积物的特征，而不是说明沉积岩的特征。沉积岩多半是在稍低于地表处由沉积物改造而成的。

在Ф. Ю. 列文生-列星格 (1934)^[4]编著的岩石学中给沉积岩下了更狭隘的定义。沉积岩是在各种剥蚀作用（机械作用、化学作用或生物作用）影响下形成的水成的层状岩石。根据这一定义，不是水成的而是由空气中的沉积物所形成的岩石象风成砂岩、黄

* 本节标题以及本章第二、三节的标题均是校者加的。——校者

① 本书参考文献的序号，是校者根据原文书所列文献的顺序加的。下同——编者

土的许多变种等，都没有包括在沉积岩中。

同样也不能采用 A.H. 扎瓦里茨基 (1932)^[3] 和 B.H. 洛多奇尼科夫的定义。他们认为沉积岩的主要特征是它的形成同太阳能有关，而同地球能无关。因为内力作用（构造运动）是沉积物质堆积的最基本因素之一，所以这一定义显得过于笼统而不准确。

在外国书籍中没有沉积岩的明确定义。根据 H.B. 米尔涅尔 (1940)^[15] 的说法，“沉积岩包括组成地壳的所有的固结的或疏松的沉积物，无论其成因如何；其他岩石都是直接由岩浆活动所造成的”。

W.H. 童豪富 (1939)^[20] 认为“沉积岩是其他岩石的破坏产物聚集而成的”。在 W.C. 克鲁宾和 F.J. 裴蒂庄 (1938)^[13] 的《沉积岩石学手册》中，在 F.J. 裴蒂庄后来编写的《沉积岩》教程中，就根本未谈到沉积岩的定义。

沉积岩组成岩石圈的上部。沉积壳（成层岩石圈）若断若续，有些地方的厚度减少到零，因而在这一由结晶岩构成的广大地区仅有一薄层土壤和最新的沉积物覆盖着，有的地区沉积岩厚度达几公里之多。

全球地表的古生代、中生代和新生代沉积岩的最大累积总厚度在 100 公里以上。在个别山区厚度达 30—50 公里。但在一个面积不大的地区内，沉积岩总厚度很少超过 8—10 公里。在地壳剖面中 8—10 公里深处沉积岩占的面积已经不大了。在地台区，沉积壳的厚度更小，很少超过 2—3 公里。因此，沉积壳的厚度分布是很不均匀的。

约近 3/4 的陆地面积被沉积岩覆盖着。

根据 F.W. 克拉克 (1924)^[12] 的计算，沉积岩的总体积等于 3.7×10^8 立方公里。假如将这些沉积岩平均分布在地表，那么沉积壳的厚度约为 735 米。Ph.H. 库艾南 (1941)^[14] 认为沉积岩的总体积要大得多，为 13×10^8 立方公里；其中 8×10^8 立方公里的体积由结晶岩的风化产物所形成，其余部分由较老沉积岩改造后所形成。库艾南还认为，大洋底沉积壳的平均厚度不超过 3 公里，

大陆坡为5公里，大陆上为1.5公里。

沉积岩只能存在于一定的温度和压力范围内。在更高的温度和压力下，沉积岩就会变质成为变质岩。

现在还不能提出在多大的温度和压力下沉积岩仍能存在。大致可以这样解释：沉积岩可在不同的温度和压力下变成变质岩。例如，根据E.萨吉斯科-卡尔多什(1952)^[12]的资料，地表上的无烟煤大约在400℃时形成。如果是在8—10公里深处，只需214—270℃就可以形成无烟煤。不同类型的沉积岩在同样条件下的变质程度是不同的。所以在包括各种岩石的地层中（例如泥质岩和砂质岩的互层），变质的岩石反而能同轻微变化的岩石互层。

钻井资料说明，在4—5公里深处呈水平产状的沉积岩没有明显的变质痕迹。所以，可以认为在压力为1,500—2,500大气压和温度不高（不超过200℃）的情况下，沉积岩不发生明显的变质作用。

第二节 沉积岩的物质成分

形成大多数沉积岩的沉积物，可能由三种显著不同的作用形成的。这三种作用是碎屑物质的沉积作用、某些溶解物质的沉淀作用以及生物作用。

组成沉积岩的大多数碎屑颗粒，是母岩风化时保留下的残留物。但是，在某些情况下，火山喷发时也会形成碎屑物质，这样形成的沉积岩属于火成碎屑岩类。

溶解在水中的物质也由两种方式形成。这类物质的主要部分由母岩化学风化作用而形成，另一部分是由火山水携带到地表上的。后一种方式对地槽区中某些硅质的、铁质的沉积岩层来说，也可能对于其他类型的沉积岩来说，都是重要的。由于沉积岩的这类火山成因的变种在成分上与风化作用和沉淀作用而形成的相应的岩石很近似，所以有时不能将它们区别开。

由风化作用和火山作用所形成的呈溶解状态的物质由于纯粹化学作用或生物作用而沉淀。

沉淀作用是在饱和或过饱和溶液中进行的。不同的化合物在水中的溶解度不同。难溶解的物质（铝和铁的氧化物）有时在淡水或淡咸水中就可沉淀。易溶解的化合物（氯化钠，特别是氯化钾和氯化镁）仅在浓咸水中才能沉淀下来。

生物作用对沉积岩形成也有巨大的意义。生物能浓缩不饱和溶液中的化合物，从而形成有机物质。这种有机物质在地表上通过其他方式是无法形成的（详见第二和第六章）。

上述三种作用交错在一起，使沉积岩成分变得复杂而难以分类。

沉积岩形成过程分为下列几个阶段：（1）沉积物质的形成（风化作用）；（2）搬运；（3）沉积；（4）沉积物和沉积岩的改变。

最后一阶段又可分为如下几个时期：（1）沉积物表部的沉积物质的改变（同生作用或其他作者所称的早期成岩作用）；（2）沉积物本身进一步变成岩石的变化（成岩作用或称后期成岩作用）；（3）岩石的改变（后生作用）^①。随着地质条件的不同，沉积岩的改变或者导致变质作用或者导致风化作用。所以后生作用应分为两种——进化后生作用和退化后生作用。进化后生作用是在岩石逐渐下降到地壳较深处发生的，并最终导向变质作用。退化后生作用是在岩石向地表隆起时发生的，并逐渐转变为风化作用。

在上列每一阶段中，随着条件的不同，除原有矿物外，还生成新的矿物。

在风化作用时主要形成碎屑物质，在以后的沉积阶段中这些碎屑物质就组成沉积物的基本物质。

沉积物质搬运时，能生成新的矿物（由于在搬运道路上碎屑

① 在沉积岩石学中还没有公认的沉积岩形成阶段分类。对同一术语的涵义范围，不同研究者常常有不同的理解，特别是对成岩作用这一术语，Л.Б.鲁欣对它的涵义比Н.Б.瓦索耶维奇解释得广些，比Н.М.斯特拉霍夫解释得较狭隘。Н.Б.瓦索耶维奇建议不采用后生作用这一术语，而在成岩作用和表生作用（为退化后生作用的同义语）间划分出破坏作用阶段——原文书编者。

颗粒的风化作用，胶体溶液的凝聚作用以及其他原因)。Л.В.普斯托瓦洛夫建议将这类矿物叫作运生矿物；遗憾的是在大多数情况下很难将这种矿物和其他成因的矿物区别开。

在往后的三个时期中都生成新的矿物：同生矿物、成岩矿物和后生矿物。

因此，沉积岩有三个主要组成部分。

1. 该沉积岩形成以前的矿物。它们是外来的碎屑颗粒（继承矿物）。这些颗粒是在母岩风化时形成的，而且极少是火山喷发的产物。

2. 在沉积物和沉积岩形成的各阶段由化学方式形成的矿物。属于这类矿物的有沉积物质搬运和沉积时形成的矿物（运生矿物和沉积矿物，也叫化学沉积矿物）、沉积物变为沉积岩时产生的矿物（同生矿物和成岩矿物）和沉积岩继续存在时产生的矿物（后生矿物）。化学沉积矿物、同生矿物和成岩矿物等总称为原生矿物；不是在沉积物中而是在岩石中产生的矿物（后生矿物）叫次生矿物。

在这种分类中，沉积物形成的时期称原生时期。此后沉积岩的一切变化的时期称为次生时期。较早的现象（风化作用、搬运和其他）属于沉积岩的史前时期。

3. 在沉积物形成的地方栖居的或外来的动植物的残体。这些动植物残体在沉积物和岩石的变化过程中也发生很大的变化。

组成沉积岩的矿物类型以及产生矿物的各种作用在表1—1中作了比较。

第三节 沉积岩的特征

沉积岩的外表是各式各样的，某些沉积岩如果不细心观察，可能会被当作其他成因的岩石。

沉积岩的最重要的而又典型的特征之一是具有层理。

层理一般理解为不同成分和结构的岩层在沉积岩系中的交替现象。

层理可能由下列诸原因或原因之一所产生：(1) 相邻岩层中碎屑颗粒或晶粒的大小不同；(2) 它们的矿物成分不同；(3) 碎屑颗粒或晶粒的排列和颜色不同；(4) 相邻岩层中生物残体的数量和成分不同。

一般地说，碎屑岩（特别常见的是砂岩和粉砂岩）的层理形成的原因是碎屑颗粒的大小不同。颗粒大小韵律性的变化首先是沉积介质运动速度的脉动性所引起的。

在化学成因的岩石中，层理往往是因晶粒大小不同所造成的。这种层理的形成是由于在不同季节中沉淀的矿物颗粒发生的重结晶作用的程度不同而成的，因此，在岩石中某些层的晶粒比另一些层大。例如，在盐岩地层中，夏季层一般比春季和秋季层的晶粒较大。

在各种沉积岩中，矿物成分的不同也往往是形成层理的原因。例如，在海绿石砂岩中，相邻岩层一般常富含石英或海绿石。在另外一些砂岩层中，有时层理表现为重矿物的聚集。片状矿物（云母）的平行排列亦常形成层理。

相邻岩层间矿物成分的不同，常常表现在它们的颜色不同上。但有时这种层理可能是假的。岩石中铁质溶液的流动经常形成这种假层理。

最后，生物岩中层理的成因，可能是生物生长周期性的加速和减缓（如礁石灰岩），以及生物残体的数量、大小、排列方位和种类的不同。

沉积岩的另一特征是它的颜色。沉积岩的颜色一般决定于它的矿物成分，特别是有没有铁的化合物和有机物质的存在，岩石的粒度也起一定的作用。

含铁化合物的颜色首先决定于氧化的程度。含铁化合物氧化的程度比铁的绝对含量所起的作用大得多。在不同颜色的岩石中，铁的绝对含量可能几乎相同（图1—1）。红色、黄色和棕色同氧化铁的存在有关，天青色是由氧化亚铁引起的，深灰色有时可解释为是由于存在细分散状的亚硫酸铁（水陨硫铁，胶黄铁矿）以及

表 1—1 组成沉积岩的矿物类型以及形成矿物的各种作用

矿 物 类 型		使沉积物中出现该矿物的作用	矿物产生时沉积岩形成的阶段	矿 物 举 例	
继承矿物 (碎屑矿物)		原来岩石的破碎作用。形成火山碎屑岩时则为火山作用		石英, 长石, 各种重矿物和其他	
运生矿物		碎屑颗粒的继续风化作用 胶体溶液的凝聚作用	风化作用和搬运作用	粘土矿物, 铁的氧化物, 偶尔为二氧化硅和盐类矿物	
原生 (自生) 矿物	沉积 (化学沉积) 矿物	从化学风化作用 (有时是火山作用) 产物的溶液中产生化学沉淀	沉积作用	盐类矿物, 碳酸钙, 碳酸镁, 二氧化硅, Al、Fe、Mn 等的氧化物和其他	
	呈生物残体形式的有机矿物	生物从碳酸盐、磷酸盐和二氧化硅溶液中沉淀下来 有机化合物的合成作用	沉积作用	霏石, 方解石, 磷酸盐, 二氧化硅, 各种有机化合物	
	同生矿物	沉积物颗粒在沉积物表面的变化	石* 化 作 用	同生作用	氧化铁, 碳酸铁, 硫化铁, 磷酸盐, 白云石
	成岩矿物	还处在可塑状态但已被较新的沉积层覆盖着的沉积物的变化		成岩作用	铁、锌、铜、铝的碳酸盐和硫化物, 白云石, 蛋白石, 燧石
次生矿物	后生矿物	岩石的改造作用	后生作用	石英, 方解石, 白云石和其他	

* 用“石化作用”这一术语来概括同生作用、成岩作用和后生作用并不恰当 (参看第五章校者注)。——校者

各种有机物质。

沉积物的颜色在岩石形成的过程中有时不止一次地改变。例如, 红色的风化产物常常落入湖盆或海盆的底部, 而这里因为有

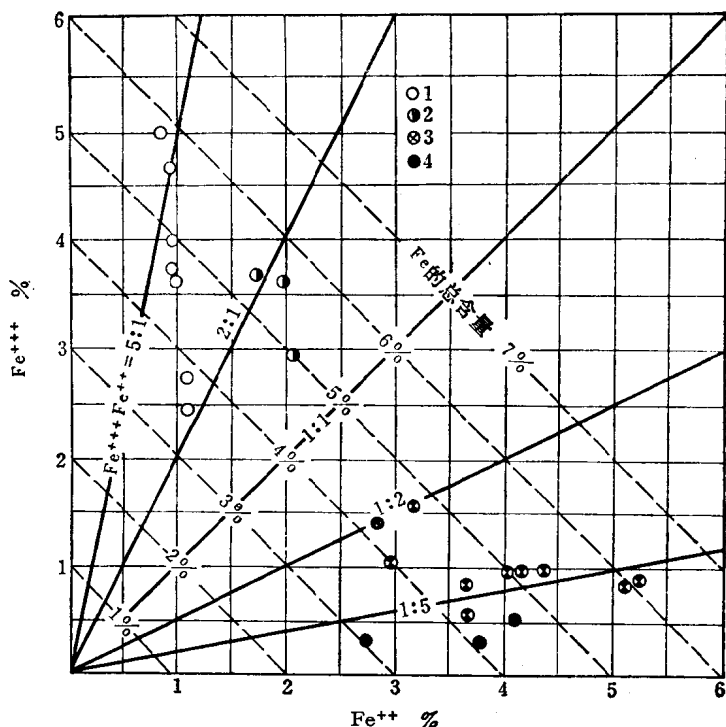


图 1—1 各种颜色的泥质沉积中氧化铁及氧化亚铁含量比例
(据托姆波松)

泥质岩石：1—红色；2—深红色；3—绿色；4—黑色。

机物质的分解而主要呈还原环境。在还原介质的影响下，沉积物由红色变为淡青绿色。在红色地层中，许多水成沉积层中这种淡青绿色是原生的。当这种沉积层后来在陆地上出露时，在风化作用影响下，该淡青绿色又可变成红色。因此，红色地层中的红色既可能是原生的，也可能是次生的。

在成岩、后生和风化时期中，颜色的改变往往是局部性的和仅涉及横切地层层理的个别部分。这种岩石常具有斑状颜色。

有时由于岩石的后生变化，可能发生颜色的区域性变化。

有机物质是沉积岩染色的重要因素。岩石含大量有机物质时

呈绿灰色甚至为黑色。

岩石中颗粒较大的并影响岩石颜色的矿物有海绿石和绿泥石。它们有时使某些粘土、砂岩和石灰岩带绿色或浅兰绿色。

长石砂岩含大量钾长石碎屑颗粒时就带浅红棕色。在某些砂质岩石中，有大量辉石或角闪石的岩石碎屑和颗粒时，会使岩石染成深灰色等等。由石英、碳酸盐、高岭石、硫酸盐和盐类矿物等组成的岩石，不含染色混入物时就呈白色。

沉积岩的第三个特征是它具有孔隙性。

碎屑岩的孔隙性取决于岩石中颗粒的分选性、形状和相互的

表 1—2 某些沉积岩的孔隙性和体重的变化范围

(据Ф.别尔捷、Л.舍列尔、Г.斯帕塞尔(1949)⁽²⁾

的资料，并有补充)

沉积岩类型	总孔隙度 %	体 重*	
		干燥的	含水的
砾石	20—35	1.4—2.0	1.7—2.4
砂(一般)	30—45	1.5—1.8	1.9—2.1
阿普歇伦半岛产油层的砂	33—37	—	—
砂岩(一般)	5—40; 常为10—25	1.7—2.7; 常为1.9—2.3	2.2—2.7; 常为2.3—2.6
阿普歇伦半岛产油层的砂岩	20—25	—	—
索克河砂岩	22—37	—	—
粘土(一般)	10—50; 常为35—50	1.0—2.4; 常为1.3—1.6	1.6—2.8; 常为1.8—2.0
迈科普系的粘土	—	1.2—1.6	—
卡马河左岸的漂白土	16—39	1.95	—
泥岩(一般)	10—25	1.8—2.6	2.0—2.7
高岭土	?	1.8—2.2	?
现代的各种土壤	25—40	1.0—2.0	1.5—2.4
黄土(一般)	50—70	0.7—1.2	1.4—1.8
石灰岩和白云岩(一般)	0.5—40; 常为5—15	1.9—2.7; 常为2.2—2.5	2.2—2.8; 常为2.4—2.7
白垩	15—40	1.5—2.2	2.0—2.4
硅藻土	60—75	0.5—0.6	1.2

* 原书中为“体重，%”，显然错了，故将“%”去掉。——校者

排列关系。

所有这些特点都决定于沉积物质的形成条件和沉积条件。所以碎屑岩的孔隙性在很大程度上取决于岩石的成因。不久前 А.П. 费奥芬洛娃 (1949)^[10]曾以库兹巴斯地区科尔楚根岩系的含煤层为例说明了这一点。在这个岩系的各种砂岩中孔隙性最大的是分选性差的河床沉积层。颗粒组分与其相同但在盆地浅水部分形成的砂岩, 由于碎屑颗粒较紧密和具有不同的分选性, 所以孔隙性也小得多。

孔隙性在成岩、后生和风化等时期都有很大变化。所以成因相同的同种岩石可能有很不相同的致密性。

在成岩时期和进化后生时期, 由于岩石中的颗粒互相挤压和其孔隙中沉积了各种物质, 其孔隙性就减小了; 这在砂岩的胶结作用中表现特别明显。

在风化过程中, 情况就相反, 由于岩石受局部的淋蚀作用, 孔隙性一般都增大。这在碳酸盐岩中表现得特别明显。

表1—2是各种沉积岩的孔隙度。表中还指出了这些分布最广的一些沉积岩的体重。

同孔隙性有关的还有渗透性。但是影响渗透性的不仅有总孔隙率, 而且还有孔隙空间的形态、相互连接的性质和孔隙切面性质, 所以仅能一般地说, 渗透性同孔隙性有关(见第三章表3—2)。

参 考 文 献

- [1] Бату́рин В. П. Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. Изд. АН СССР, 1947.
- [2] Берч Ф., Шерер Д. и Спайсер Г. Справочник для геологов по физическим константам. Изд. иностр. лит., 1949.
- [3] Заварицкий А. Н. Введение в петрографию осадочных горных пород. ОНТИ, 1932.
- [4] Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Петрография. 3-е изд.

ОНТИ, 1934.

- [5] Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород. Ч. I и II, Гостоптехиздат, 1940.
- [6] Рухин Л. Б. Основы литологии. Гостоптехиздат, 1953.
- [7] Страхов Н. М. и др. Образование осадков в современных водоемах. Изд. АН СССР, 1954.
- [8] Структуры горных пород. Т. 2, Осадочные породы. Госгеолиздат, 1948.
- [9] Твенгофел У. Х. Учение об образовании осадков. Перевод с англ., ОНТИ, НКТП, 1936.
- [10] Феофилова А. П. К характеристике фациальных типов пород кольчугинской свиты. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1949.
- [11] Швецов М. С. Петрография осадочных пород. 2-е изд., Гостоптехиздат, 1948.
- [12] Clark F. W. Data of Geochemistry. Bull. US Geol. Surv., 770, 1924.
- [13] Krumbein W. C. and Pettijohn F. J. Manual of Sedimentary Petrography. The Century Earth Science series, 1938.
- [14] Kuenen Ph. H. Geochemical calculation concerning the total mass of sediments in the earth. Amer. Journ. Sci., vol. 239, 1941.
- [15] Milner H. B. Sedimentary petrography, 3-d edition, London, 1940.
- [16] Pettijohn F. J. Sedimentary rocks, N. Y., 1949.
- [17] Rock-color chart. National Research Council, USA, 1948.
- [18] Szadeszky-Kardoss E. Gesteinsumwandlung und Kohlenengesteine. Acta Geologica, t. I, fasc 1-4, 1952.
- [19] Tomlison C. W. The origin of red beds. Journ. Geol., vol. 24, 1916.
- [20] Twenhofel W. H. Principles of sedimentations, № 4, 1939.
- [21] Williams H., Turner F., Gilbert Ch. Petrography. San-Franc., 1954.