

К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ И ГЕОХИМИИ ПОКРОВНЫХ СУГЛИНКОВ ВЯТСКО-КАМСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

© 2010 г. Е. А. Колеватых

Вятский государственный гуманитарный университет

610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26

E-mail: hanikitan@yandex.ru

Поступила в редакцию 12.03.2010 г.

Компактные и достаточно крупные ареалы покровных суглинков Вятско-Камского Предуралья имеют ряд особенностей географического, геолого-геоморфологического положения и вещественного состава. В ходе исследований получены данные об особенностях географии, морфологии и минеральном составе покровных бескарбонатных и карбонатных суглинков внеледниковой и палеоледниковой территорий Вятско-Камского Предуралья. В настоящей статье основное внимание уделено рассмотрению гранулометрических и геохимических особенностей покровных суглинков, занимающих преимущественно автономные (элювиальные) и, в меньшей степени, подчиненные (делювиальные) позиции. Комплексные исследования толщи позволяют выяснить природу покровных суглинков и обнаружить объективные критерии для уточнения степени однородности данных седиментов как в разрезе, так и по площади физико-географической провинции.

Ключевые слова: *покровные суглинки, геохимия, гранулометрический состав, баланс вещества, химический состав.*

ВВЕДЕНИЕ

Одними из характерных поверхностных отложений Европейской территории России являются покровные суглинки (ПС). Эти четвертичные суглинистые седименты проблемного генезиса обнаруживаются как в ледниковой, так и в приледниковой зоне. Ареалы их распространения занимают значительную часть средней и южной тайги, зоны смешанных и лиственных лесов, следовательно, являются материнскими породами для дерново-подзолистых, серых лесных и ряда других типов почв, широко эксплуатируемых в сельском и лесном хозяйстве Нечерноземья. Установлению генезиса и эволюции рассматриваемых седиментов посвящены работы многих исследователей. По меньшей мере, существует пять точек зрения на предмет их генезиса [5–7, 9 и др.], включая полигенетическую концепцию.

Покровные субаэральные отложения принято разделять на две генетических группы: лессовидные и элювиально-делювиальные [10]. Первые рассматриваются как продукт перигляциальных условий раннего и среднего плейстоцена. В их толще иногда встречаются погребенные почвы [3], которые для территории Вятского Прикамья мало характерны. Вторая группа с хронологической точки зрения менее определена, она считается результатом более длительного периода формирования – в раннем–позднем плейстоцене.

Разнообразные взгляды на происхождение покровных суглинков нельзя рассматривать как полностью исключают друг друга. Многие авторы

не отдают предпочтение той или иной гипотезе, а указывают на возможность образования покровных суглинков различными способами в зависимости от конкретных условий места и времени [7].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

К настоящему времени более детально исследованы ПС в пределах внеледниковых ареалов их распространения, чем в ледниковых, при этом в пределах последних, по имеющимся литературным данным [4, 8], они сильнее переработаны зональными био-педогенными¹ процессами. Целью настоящей работы явилось исследование свойств покровных суглинков как литогенной основы ландшафтов в подзонах средней и южной тайги и широколиственно-хвойных лесов. Предметом изучения служили гранулометрический, химический состав макро- и микроэлементов, определенные, соответственно, методом водного отмучивания (по Качинскому), силикатным анализом на оксиды петрогенных элементов и количественным рентгено-спектральным анализом 35 микроэлементов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

География и условия формирования покровных суглинков

Покровные суглинки и глины Вятско-Камского Предуралья, как уже было отмечено, занимают об-

¹ Педогенными – почвообразующими

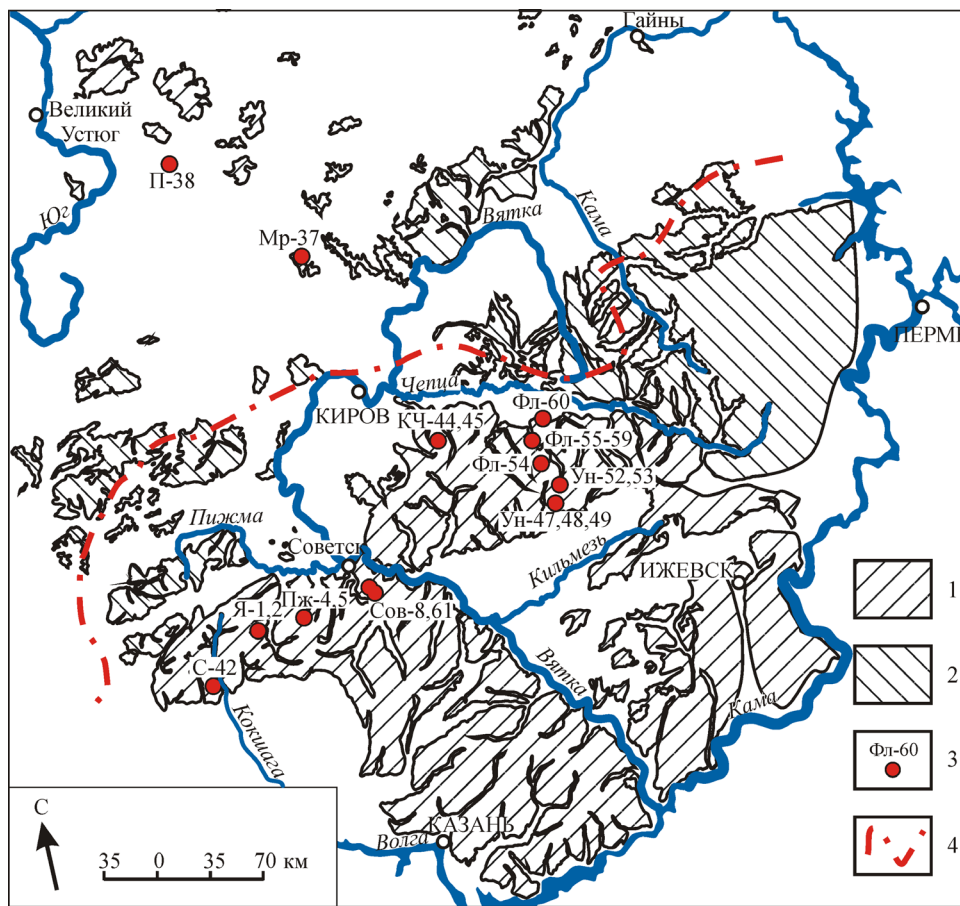


Рис. 1. Схема расположения ареалов покровных суглинков Вятско-Камского Предуралья.

1 – покровные суглинки проблематичного генезиса, 2 – элювиально-делювиальные отложения Q_{I-IV} , 3 – положение ключевых разрезов и их номер, 4 – южная граница максимального продвижения Днепровского (Ларевского) ледника.

ширные водораздельные пространства, являются одними из наиболее распространенных здесь почвообразующих пород зональных дерново-подзолистых и серых почв.

Как видно на прилагаемой (нуждающейся в дальнейшем уточнении и дополнении) картосхеме распространения ПС (рис. 1), значительные их площади встречаются на территории Чепецко-Кильмезского плато, Пижма-Кокшагской равнины и южного правобережья р. Вятки. Известны они и на возвышенных участках междуречья Камы и Кильмези. ПС обычно приурочены к широким и ровным платообразным массивам и слабопологим склонам. На крутых выпуклых элементах рельефа покровные наносы нередко смыты, и здесь почвообразующими породами чаще всего является элювий коренных пермских пород, который повсеместно вне зоны оледенения на разной глубине подстилает покровные наносы [8].

ПС выявлены и за пределами Камской лессовой провинции Восточной Европы [3]. В бывшей ледниковой зоне этого региона ПС известны на северной покатости гряды Северных Увалов, а также на смежных с ними бассейнах рек Пушмы, Лузы и Летки. Исследователями отмечается также факт на-

личия покровных суглинков в верховьях рек Вятки и Камы, который требует дополнительных уточнений в полевых условиях.

Основными районами работ по изучению морфологических и субстантивных свойств ПС являлись равнины, примыкающие к бассейнам притоков Вятки: Чепцы, Великой и Пижмы, а также Юга и Бол. Кокшаги. Большая часть данной территории характеризуется отсутствием древнего днепровского (ларевского) оледенения, хорошей выраженностью водоразделов и долин рек.

Район исследований относится к восточному флангу Предуралья и расположен на древней Русской платформе с кристаллическим фундаментом архейского возраста. Магматические и метаморфические породы основания перекрыты толщей позднепалеозойских осадочных пород мощностью 1.5–2.5 км. Вблизи поверхности залегают преимущественно отложения верхнего отдела пермской системы. Среди них наиболее распространены терригенные глины, песчаники, реже – мергели и другие породы татарского яруса. Отложения казанского яруса на поверхность выходят значительно реже и состоят из осадков морей и лагун с преобладани-

ем известняков, мергелей и гипсов. На севере района исследований пермские отложения перекрыты мезозойскими, главным образом, нижнетриасовыми породами ветлужского горизонта – песчаниками, глинами, конгломератами и мергелями мощностью не более 200–270 м.

В рельефе выделяются денудационно-аккумулятивные, денудационные и эрозионно-аккумулятивные равнины. Денудационно-аккумулятивные низменные и, отчасти, возвышенные равнины находятся главным образом на севере, северо-западе, западе, юго-западе региона, то есть в пределах территорий, тяготеющих к районам максимального оледенения и зонам воздействия его талых вод.

Для настоящего исследования наибольший интерес представляют денудационный и денудационно-аккумулятивный генетические типы рельефа, так как слагающие их коренные позднепалеозойские осадочные породы перекрыты плейстоценовыми наносами, в том числе и покровными суглинками. Их абсолютная высота колеблется от 150 до 280 м.

С ландшафтной точки зрения, территория Вятского Прикамья принадлежит к подзонам средней и южной тайги и смешанных лесов.

Покровные отложения всего Среднего Поволжья являются верхним звеном четвертичного покрова высоких водоразделов. Эти образования сложены суглинистым материалом мощностью от 2 до 10–12 м, залегающим на коренных породах, реже они подстилаются разнотекстурными глинистыми песками, иногда с галькой и мелкими валунами [10]. Суглинки представляют собой пылеватые, макропористые, часто лессовидные, остаточные-карбонатные породы желтоватых и коричневатых оттенков, в верхней, педогенно преобразованной части обнажений, обычно со столбчатой отдельностью.

В минералогическом составе илистой фракции в значительном количестве представлены кварц, гидрослюда, слюда-сметиты и смектиты. В меньших количествах присутствуют роговая обманка и хлорит. В составе крупной фракции преобладает кварц, характерно повышенное содержание полевых шпатов.

Мощность покровных суглинков и подстилающие породы.

Мощность покровных отложений редко превышает 3–4 м, а чаще всего колеблется в пределах 1.5–2 м. В северо-восточной части внеледниковой зоны (Чепецко-Кильмезский водораздел) их мощность в основном составляет 2.5 м. На повышенных местах она несколько меньше (1–1.5 м), на пониженных увеличивается до 2.5–4 м. В юго-западном направлении мощность ПС уменьшается и на территории Ярано-Кокшагской равнины составляет около 1.5–2 м [8].

В ходе изучения покровных суглинков на территории Пижмо-Кокшагского водораздела нами была отмечена мощность плаща этих отложений в пределах 1–1.1 м (район Санчурска). Ниже они подстилалась оглеенными, проблематичными по генезису суглинистыми наносами, местами с признаками опесчаненности, наличием редких галек, оглеения и ожелезнения соединениями гидроксидов трехвалентного железа. В отдельных разрезах с глубины около 4 м и более зафиксирован переход описанных наносов в коренные пермские породы.

Геологическое обследование субэвразийских (покровных) отложений Чепецко-Кильмезского и Кукарского плато показало, что их мощность в отдельных случаях составляет до 16 м и более – до 30 м, что на порядок превышает утвердившиеся представления. При полевом изучении покровных суглинков Вятского Прикамья нами была отмечена мощность покровного плаща на вершинах водоразделов в интервале 1–3 м, реже 8–10 м и более.

В перигляциальной зоне ПС подстилаются элювируемыми породами верхней перми, в бывшей ледниковой части бассейнов Вятки и Северной Двины наблюдается постепенный переход в моренный суглинок, отличающийся от покровного наличием галечникового материала.

В целом, можно констатировать наличие определенной генетической связи покровных иловато-крупнопылеватых бескарбонатных глин и суглинков внеледниковой зоны с коренными отложениями позднего палеозоя Предуралья, представленными преимущественно карбонатно-глинистыми субстратами казанского и татарского ярусов пермской системы: мергели, известковистые глины, реже карбонатные песчаники и т. п.

Морфологическое строение разрезов на покровных суглинках

Морфологические свойства покровных суглинков четырех ключевых разрезов, расположенных на значительном удалении друг от друга, весьма разнообразны. Два из них находятся на территории, занятой в прошлом ледником, остальные относятся к перигляциальной зоне. Участки исследования расположены в пределах естественных и антропогенно преобразованных ландшафтов. Фитоценозы представлены культурными и сорными растениями, а также сообществом зарастающего поля. Степень увлажнения для всех ключевых участков – достаточная и избыточная.

Разрез П-38 расположен в бывшей ледниковой части Кировской области в бассейне р. Пушмы. Окружающий рельеф – верхняя платообразная слабовыпуклая поверхность высокого водораздела в подзоне средней тайги.

Собственно покровный суглинок с глубины 3.0–3.1 м сменяется мореной с галькой (1–4 см), по гра-

нулометрическому составу более облегченной и менее вязкой. Верхняя часть четвертичной формации, вскрытой на 4.0 м, характеризуется педогенно переработанной толщей (до 1.15–1.3 м). Профиль разреза П-38 имеет следующие композицию и мощности генетических горизонтов (в см):

РУ (21) + ЕI (10) + Вt1 (34) + Вt2 (31) + Вt3 (19) + ВС(g) (35) + С + D(ca)².

Шурф Мр-37 заложен в северной части подзоны южной тайги Северных Увалов под сосново-еловым лесом.

Морфолого-генетический анализ свидетельствует о трехчленном строении педо-литоседимента общей мощностью 4.4 м. Нижняя часть профиля сходна по облику с коренными триасовыми отложениями, подвергнутыми ледниковой переработке (палеоморозобойные трещины, опесчаненные клинья). Средняя (2.5–3.4 м) – переходная толща с признаками покровного и моренного суглинков (включения кремнистого щебня на глубине 2.5–3.0 м).

Верхняя часть профиля до глубины около 2.5 м представлена педогенно переработанным покровным суглинком следующего генетического строения (в см):

О (0–2) + АУ (2–9) + ЕI (9–40) + ЕIВ (40–48) + Вt1 (48–68) + Вt2 (68–96) + Вt3 (96–130) + ВС (130–183) + Сса + D.

Разрез КЧ-44 расположен в бывшей внеледниковой зоне в подзоне южной тайги на платообразной части водораздела рек Просницы и Сырчанки с абсолютными высотами около 200 м над уровнем моря. Окружающее угодье – засеянное поле.

В основании профиля шурфа в интервале 3.2–3.6 м отмечен белый мономиктовый песок, бурно реагирующий с HCl (горизонт CDca). Глубже залегает красноцветный суглинок, вскипающий от соляной кислоты.

Бурая глинистая, слегка вязкая толща ПС отмечена в интервале 1.5–3.2 м. На глубине 3.1–3.15 м встречаются включения карбонатных конкреций размером около 7 мм в поперечнике, а также беловатые скопления CaCO₃ размером 1–2 мм. Вся порода на этой глубине реагирует с HCl.

² Здесь и далее генетические горизонты почвенного профиля: О – **органогенный горизонт (подстилка)**; АУ – гумусовый (минеральный гумусо-аккумулятивный) горизонт целинных почв; РУ – пахотный горизонт; ЕI – элювиальный (подзолистый) горизонт, формирующийся под влиянием кислотного разложения минеральной части с последующим выносом вещества в нижележащие иллювиальные горизонты В (элювиально-иллювиальная дифференциация); Вt – иллювиально-глинистый горизонт (текстурно-иллювиальный), характеризующийся накоплением глинистых частиц из элювиального горизонта; С – **материнская (почвообразующая) порода**, в данной статье – покровный суглинок; D – **подстилающая порода**; ЕIВ, ВС и CD – **переходные горизонты**; индексы “ca” и “g” указывают, соответственно, на карбонатность и оглеение.

Педогенно преобразованная часть прослеживается до 1.3–1.5 м. В разрезе КЧ-44 выделены следующие генетические горизонты (в см):

РУ (26) + ЕI (5) + Вt1 (31) + Вt2 (32) + Вt3 (38) + ВС (20) + С + CDca + D(ca)

Разрез С-42 находится на южном склоне Пижмо-Кокшагской равнины, в окрестностях дд. Икманур, Мельниково, Бол. Удюрма, на залежном зарастающем поле, на верхней, плоской части низкого водораздела. Эта территория относится к подзоне широколиственно-хвойных лесов.

Слой с признаками коренных пермских глинистых пород обнаружен в интервале 4.3–4.4 м. Выше залегает покровный оглеенный суглинок. На глубине около 3.3 м усиливается опесчаненность, порода становится мокрой. С глубины около 4.0 м намечается утяжеление гранулометрического состава.

Почвенной переработке в большей степени подвержены первые 1.1 м.

Ввиду низкого рельефа, в этом шурфе оглеение затронуло и почвенную, и подпочвенную части профиля:

А(Р)У (25) + ЕIВg (10) + Вtlg (35) + Вt2g (20) + Вcg (22) + Сg + CDg + Dg

Таким образом, все четыре шурфа заложены на водораздельных пространствах разных природных подзон. Морфолого-генетический анализ показал, что толща покровного суглинка, сверху переработанная педогенными процессами, на глубине не переходит в подстилающую породу (различного возраста и гранулометрического состава – элювий пермских глин, песчаников или четвертичный моренный суглинок), резко отличающуюся от него по многим параметрам.

Более мощные пласты ПС в разрезах Фл-54, 60 и Сов-61 вскрыты скважинами. Внутри толщи ПС морфологической дифференциации не обнаружено. От подошвы почвенного слоя до подстилающей породы покровный суглинок однороден, за исключением цветовых различий при смене окислительно-восстановительных условий и при проявлении процессов оглеения.

Субстантивные свойства покровных суглинков региона исследований

По гранулометрическому составу среди покровных суглинков преобладают иловато-крупнопылеватые (или крупнопылевато-иловатые) тяжелосуглинисто-легкоглинистые седименты.

Подпочвенная толща – горизонты С – с глубиной более 1.5–2.0 м, слабо агрегированы. ПС представляет собой гомогенную тонкопористую бурую, желтовато-бурую или красновато-бурую массу суглинисто-глинистого состава. В отличие от нее, гранулометрический состав почвенно-породного комплекса свидетельствует о четкой дифференциации педогенно-переработанной части профиля (табл. 1, 2). Пре-

Таблица 1. Гранулометрический состав покровных суглинков Вятско-Камского Предуралья

Горизонт, глуби- на образца, см	Объёмная масса, г/см³	Содержание фракций в мм, % от сухой почвы							Накопление ила (±, %)
		1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001	<0.01	
Разрез Я-1									
AY, 5–14	0.96	0.6	13.5	47.3	16.2	14.6	7.8	38.6	–77
El, 24–32	1.42	0.2	20.3	38.9	13.1	15.7	11.8	40.6	–66
ElB, 32–41	1.47	0	12.1	34.6	9.1	13.9	30.3	53.3	–12
Bt1, 41–50	1.48	0	8.3	32.0	9.1	12.7	37.9	59.7	+10
Bt1, 50–58	1.48	0	11.6	30.4	9.0	11.4	37.6	58.0	+9
Bt2, 70–80	1.49	0	12.7	31.2	8.4	13.3	34.4	56.1	0
BCca, 110–120	–	0.5	19.1	37.0	9.4	5.5	28.5	43.4	–
Cca, 135–145	–	3.0	18.6	29.7	6.3	18.7	23.7	48.7	–
CDca, 180–190	–	6.5	16.0	28.0	14.7	25.9	8.9	49.5	–
CDca, 210–220	–	1.2	13.0	25.9	14.5	31.6	13.8	59.9	–
Разрез Я-2									
PY, 0–26	1.21	0.6	15.6	46.7	13.6	16.0	7.5	37.1	–75
ElB, 26–32	1.48	0	10.4	42.6	9.2	14.2	23.6	47.0	–22
Bt1, 32–42	1.46	0	9.0	34.9	9.9	13.5	32.7	56.1	+9
Bt1, 43–53	1.46	0	8.7	30.7	9.0	13.9	38.1	61.0	+27
Bt2, 70–80	–	0	11.5	34.1	8.1	12.4	33.9	54.4	+13
BC, 95–105	–	0.6	12.1	33.9	8.7	14.6	30.1	53.4	0
Cca, 115–125	–	6.1	22.7	22.9	6.3	16.1	25.9	48.3	–
CDca, 140–150	–	11.5	28.2	15.0	5.3	16.1	23.9	45.3	–
Разрез Пж-4									
AY, 2–10	1.10	0.5	22.6	39.4	12.5	17.3	7.7	37.5	–73
AY, 10–19	1.10	0.3	16.5	40.3	13.4	17.8	11.7	42.9	–59
ElB, 29–39	1.43	0	13.4	38.0	9.6	15.1	23.9	48.6	–16
Bt1, 40–50	1.46	0	11.8	30.6	12.3	13.5	31.8	57.6	+12
Bt1, 50–60	1.46	0	10.5	31.2	8.0	14.1	36.2	58.3	+27
Bt2, 75–85	–	0	12.9	33.4	7.3	12.7	33.7	53.7	+18
Bt2, 90–100	–	0.2	13.1	38.1	6.9	13.2	28.5	48.6	0
CD, 115–125	–	3.8	25.8	20.0	6.8	20.4	23.2	50.4	–
CDca, 150–160	–	0.3	23.7	28.2	12.0	19.9	15.9	47.8	–
Разрез Пж-5									
PY, 0–23	1.32	0.3	11.8	49.2	11.4	20.3	7.0	38.7	–78
ElB, 23–32	1.45	0	14.0	34.9	10.1	15.9	25.1	51.1	–21
Bt1, 35–45	1.43	0	12.4	30.8	8.9	13.8	34.1	56.8	+7
Bt1, 45–55	1.43	0	13.0	31.2	6.2	13.5	36.1	55.8	+14
Bt1, 60–70	–	0	9.6	33.3	8.3	13.5	35.3	57.1	+11
Bt2, 80–90	–	0	12.1	35.9	7.5	12.7	31.8	52.0	0
BCca, 105–115	–	5.6	22.2	22.2	6.8	18.6	24.6	50.0	–
CDca, 140–150	–	7.4	22.6	18.6	10.3	21.0	20.1	51.4	–
Разрез Сов-8									
AY, 5–17	1.24	0.3	15.9	44.6	13.4	19.9	5.9	39.2	–82
Bt1, 25–35	1.53	0	9.6	37.1	9.0	16.0	28.3	53.3	–12
Bt1, 40–50	1.53	0	10.3	34.1	4.3	17.6	33.7	55.6	+5
Bt2, 60–70	–	0	8.8	36.5	7.6	12.4	34.7	54.7	+8
BC, 90–100	–	0	7.8	36.8	8.7	13.1	33.6	55.4	+5
C, 135–145	–	0	9.3	39.5	7.0	12.2	32.0	51.2	0
Разрез Мр-37									
AY, 2–9	1.12	2.18	3.86	41.04	10.00	12.92	30.00	52.92	+16.8
El, 10–20	1.41	2.77	1.55	60.28	10.52	11.84	13.04	35.40	–49.2
El, 30–40	1.41	1.39	0.37	61.36	12.96	12.44	11.48	36.88	–55.3
ElB, 40–48	1.47	0.54	0.94	54.80	9.08	11.76	22.88	43.72	–10.9
Bt1, 55–65	1.30	0.42	1.74	41.68	6.60	17.00	32.56	56.16	+26.8
Bt2, 72–82	1.34	0.35	3.57	38.84	8.36	13.20	35.68	57.24	+38.9
Bt3, 110–120	1.47	0.75	0.29	42.00	7.72	15.96	33.28	56.96	+29.6
BC, 140–150	1.50	0.29	1.99	48.24	8.20	11.20	30.08	49.48	+17.1
C, 190–200	1.44	0.23	2.89	45.40	11.08	14.72	25.68	51.48	0
C, 230–240	1.44	0.40	2.60	42.36	10.12	14.52	30.00	54.64	0
D, 350–360	–	0.21	8.83	54.56	9.64	17.44	9.32	36.40	–

Таблица 2. Степень общей дифференциации толщи покровных суглинков Вятско-Камского Предуралья, S

Разрез, №	Я-1*	Я-2*	Пж-4*	Пж-5*	Сов-8*	Мр-37
Степень дифференциации, S	8.1	5.9	5.0	5.6	7.3	2.95

Примечание. * – значения даны по [4].

обладающими фракциями механических элементов являются крупная пыль и ил. Верхняя 30–35-сантиметровая толща почв заметно обеднена илистой фракцией и имеет преимущественно среднесуглинистый состав. Иллювиальная часть профиля (горизонты Bt) характеризуется наибольшим количеством частиц физической глины и всегда имеет легкоглинистый гранулометрический состав. На уровне горизонтов С вновь отмечается некоторое уменьшение содержания физической глины, но здесь её обычно больше, чем в верхней части профиля.

Таким образом, верхняя часть толщи покровного суглинка имеет выраженную элювиально-иллювиальную дифференциацию вследствие вертикального перераспределения частиц менее 0.01 мм и, особенно, илистых – менее 0.001 мм. Поэтому причиной фракционной неоднородности между горизонтами является прежде всего внутрипрофильное распределение илистых частиц с минимумом в горизонтах А (менее 10%). Текстуры горизонты В отличаются максимальной концентрацией ила (около 30%). В почвообразующей породе количество илистых частиц вновь снижается. При этом карбонатные материнские породы, по сравнению с бескарбонатными, обладают несколько меньшим содержанием илистых частиц. Распределение по профилю фракции тонкой пыли фактически равномерное. Фракция средней пыли отличается явным остаточным-аккумулятивным характером концентрации с максимумом в верхних горизонтах.

Элювиально-иллювиальное перераспределение тонких фракций мелкозема может быть следствием двух основных причин: литологической неоднородности материнских пород или специфических почвенных процессов элювиального характера. Пересчеты гранулометрического состава на обезыленную навеску [4], позволяющие приблизительно судить о степени однородности первичного минерального субстрата, свидетельствуют о достаточно равномерном распределении песчано-пылеватых фракций и, соответственно, о литогенной однородности исходной почвообразующей породы. Таким образом, отмеченное выше элювиально-иллювиальное распределение частиц физической глины и ила в почвах на ПС объясняется не геологическими, а педогенными процессами, поэтому верхняя часть лессово-почвенной толщи может рассматриваться в качестве исходно однородной.

Количественная оценка степени элювиально-иллювиальной дифференциации профиля по процентному содержанию илистой фракции свидетель-

ствует о резком обеднении илом верхней 30-сантиметровой толщи почв по сравнению с материнской породой (табл. 1).

На основании данных о гранулометрическом составе и плотности сложения суглинка в разрезе Мр-37, заложенном на южной покатости Северных Увалов, в бывшей ледниковой зоне, показатели объемной массы минимальны в горизонте АУ и достигают максимума в средней и нижней частях профиля, коррелируя с вертикальным распределением ила, физической глины и органического вещества. Вынос ила из горизонтов ЕI достигает 55% и более (табл. 1), что в абсолютных величинах свидетельствует о потерях этого компонента до 65 кг с 1 м² горизонта. Исключение составляет горизонт АУ, в котором наблюдается накопление ила (около 16%) относительно материнской породы за счет илистой фракции органического происхождения. Накопление ила в горизонте В составляет до 40% относительно исходной породы. Баланс ила свидетельствует о приращении общего количества илистых частиц для профиля в целом относительно исходного состояния приблизительно на 52 кг/м² (более 15%). Это может быть объяснено наличием карбонатного геохимического барьера на уровне материнской породы, явления, редкого для данного региона, почвы и породы которого, как правило, сильно выщелочены ввиду промывного водного режима.

Коэффициент дифференциации минеральной фазы (S), определяемый по отношению содержания илистых частиц в горизонте В к таковому в горизонте ЕI, имеет значения в интервале от 3 до 8 (табл. 2), что говорит о резкой степени дифференциации почвенной части профиля. При этом наименьший показатель определился у внутриледниковых ПС (разрез Мр-37).

Отмеченные наблюдения дают основания для предварительных выводов о некоторой близости покровных (ледниковых и внеледниковых) отложений с коренными карбонатно-глинистыми породами, а также о зависимости свойств ПС от зональных условий и геоморфологических позиций.

Валовой химический состав покровных суглинков Вятского Прикамья отличается достаточно высокой стабильностью содержания основных породообразующих оксидов (табл. 3). При этом заметны определенные различия между бескарбонатными и карбонатными разностями элювиально-делювиальных суглинков.

Во всех описываемых объектах основным компонентом валового состава ПС является кремне-

Таблица 3. Валовой химический состав покровных суглинков Вятско-Камского Предуралья

Горизонт, глубина образца, см	Содержание, мас. % (с учетом потерь при прокаливании)										
	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
Разрез Я-1											
OA, 2–5	72.02	3.72	1.23	3.32	12.28	0.83	0.56	0.58	1.45	2.26	0.15
AY, 5–14	75.04	1.18	1.18	4.37	12.49	0.93	0.14	0.49	1.15	2.04	0.14
El, 24–32	78.41	0.73	1.22	4.19	10.83	0.88	0.05	0.07	1.32	2.16	0.05
ElB, 32–41	73.38	0.89	1.78	5.80	13.25	0.85	0.07	0.08	1.21	2.14	0.05
Bt1, 41–50	70.56	0.76	2.21	6.56	14.62	0.84	0.05	0.09	1.11	2.09	0.05
Bt2, 70–80	71.03	1.36	1.92	6.62	14.06	0.77	0.06	0.09	1.22	2.11	0.05
BCca, 110–120	69.38	3.19	2.25	6.48	13.73	0.77	0.03	0.09	1.21	2.02	0.08
Cca, 135–145	68.73	3.90	2.56	6.88	13.55	0.72	0.04	0.09	1.24	1.92	0.05
CDca, 210–220	61.98	1.57	3.74	10.57	17.10	0.80	0.15	0.11	1.39	1.97	0.05
РАЗРЕЗ Я-2											
PY, 0–26	78.63	0.96	0.91	3.95	10.10	0.89	0.04	0.19	1.31	2.13	0.06
ElB, 26–32	74.14	0.88	1.66	5.15	12.37	0.99	0.03	0.05	1.24	2.09	0.05
Bt1, 32–42	72.38	0.98	1.97	6.42	13.85	0.98	0.03	0.06	1.16	2.04	0.08
Bt1, 43–53	70.19	1.14	2.19	7.13	15.00	0.96	0.04	0.08	1.08	2.14	0.05
Bt2, 70–80	71.68	1.35	2.04	6.42	13.66	0.89	0.06	0.08	1.25	1.96	0.05
BC, 95–105	71.95	1.50	1.46	6.50	13.52	0.91	0.04	0.09	1.29	2.10	0.05
CDca, 115–125	72.32	2.42	2.22	5.88	12.50	0.79	0.05	0.09	1.19	1.75	0.06
CDca, 140–150	73.90	1.35	2.20	5.84	12.79	0.74	0.05	0.10	1.20	1.71	0.05
Разрез Пж-4											
AY, 2–10	76.48	1.23	1.06	4.50	10.85	0.77	0.15	0.22	1.30	2.35	0.05
AY, 10–19	76.78	1.04	1.03	4.28	11.06	0.81	0.15	0.20	1.37	2.34	0.05
ElB, 29–39	74.61	0.93	1.70	4.93	12.46	0.72	0.07	–	1.40	2.20	0.06
Bt1, 40–50	71.26	1.06	2.08	6.07	14.30	0.72	0.08	–	1.31	2.20	0.05
Bt2, 75–85	71.40	1.22	2.04	6.25	14.13	0.71	0.10	–	1.31	2.10	0.05
Bt2, 90–100	71.82	1.46	2.22	6.20	13.71	0.72	0.08	–	1.30	2.12	0.05
Разрез Пж-5											
PY, 0–23	76.01	1.75	1.29	4.43	10.97	0.82	0.12	0.16	1.31	2.14	0.05
ElB, 23–32	73.16	1.04	1.62	6.16	12.84	0.72	0.06	0.08	1.24	2.21	0.05
Bt1, 35–45	69.70	1.09	2.06	7.98	14.28	0.71	0.08	0.08	1.31	2.11	0.05
Bt2, 60–70	71.22	1.22	2.15	6.09	14.23	0.72	0.11	0.09	1.28	2.12	0.05
Bt2, 80–90	72.00	1.43	2.07	6.15	13.69	0.77	0.07	0.08	1.25	2.02	0.05
BCca, 105–115	70.30	2.63	3.35	5.89	12.82	0.62	0.10	0.08	1.30	1.73	0.07
CDca, 140–150	61.93	12.87	2.79	5.99	12.13	0.55	0.09	0.08	1.18	1.48	0.10
РАЗРЕЗ СОВ-8											
OA, 2–5	75.56	2.45	1.03	3.07	11.01	0.78	0.50	0.33	1.61	2.21	0.09
AY, 5–17	78.79	1.03	0.70	3.28	10.33	0.82	0.08	0.27	1.51	2.09	0.05
Bt1, 25–35	73.30	0.97	1.89	5.92	13.32	0.84	0.07	0.08	1.23	2.20	0.05
Bt1, 40–50	71.79	0.97	2.00	6.49	14.04	0.81	0.06	0.08	1.18	2.26	0.05
Bt2, 60–70	71.93	1.13	1.91	6.45	13.71	0.78	0.08	0.07	1.19	2.21	0.05
BC, 90–100	71.76	1.20	1.90	6.38	13.75	0.76	0.06	0.08	1.31	2.21	0.05
C, 135–145	71.76	1.20	1.99	6.43	13.85	0.76	0.07	0.07	1.29	2.26	0.05
РАЗРЕЗ П-38											
PY, 0–21	79.81	1.01	0.74	2.90	10.28	0.82	0.16	0.09	1.78	2.38	н/о
El, 25–30	81.02	0.88	0.69	2.59	9.75	0.80	0.05	0.07	1.81	2.32	–"
Bt1, 40–45	77.21	0.88	1.15	4.11	11.79	0.82	0.06	0.06	1.53	2.38	–"
BC(g), 120–125	73.12	0.95	1.65	5.63	13.71	0.84	0.10	0.11	1.48	2.39	–"
C, 130–135	73.65	0.99	1.57	5.48	13.55	0.84	0.11	0.09	1.32	2.38	–"
Dca, 300–310	73.15	6.83	2.58	4.07	9.74	0.54	0.09	0.10	0.93	1.96	–"
Разрез КЧ-44											
PY, 10–15	77.58	1.87	1.09	3.63	10.51	0.81	0.49	0.19	1.60	2.19	н/о
ElB, 26–31	75.13	1.01	1.54	4.91	12.69	0.83	0.08	0.11	1.33	2.31	–"
Bt1, 41–51	72.06	0.87	2.00	6.15	14.37	0.83	0.09	0.11	1.22	2.27	–"
C, 160–170	72.73	1.04	1.97	5.85	13.92	0.81	0.10	0.11	1.17	2.25	–"
CD1ca, 320–325	80.87	8.86	0.87	1.50	5.67	0.35	0.03	0.07	0.27	1.50	–"
D2ca, 355–360	54.02	26.39	3.31	3.58	8.97	0.58	0.10	0.15	0.79	2.09	–"

Таблица 3. Продолжение

Горизонт, глубина образца, см	Содержание, мас. % (с учетом потерь при прокаливании)										
	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
Разрез С-42											
A(P), 0–25	81.01	0.70	0.73	2.90	9.98	0.88	0.05	0.21	1.14	2.38	н/о
E1Bg, 25–35	76.77	0.65	1.25	4.53	12.47	0.85	0.03	0.06	0.93	2.44	—"
Btlg, 35–45	74.78	0.67	1.48	5.37	13.45	0.84	0.03	0.06	0.86	2.42	—"
BCg, 90–100	75.18	0.83	1.50	5.22	12.92	0.81	0.06	0.05	1.17	2.24	—"
Cg, 110–120	78.21	0.70	1.20	4.81	11.80	0.70	0.03	0.06	0.77	1.70	—"
Dg, 390–400	74.63	1.19	1.45	5.22	13.39	0.60	0.05	0.07	1.53	1.83	—"
Dg, 530–540	66.44	1.01	2.06	9.83	16.70	0.85	0.01	0.08	0.88	2.10	—"
Разрез Мр-37											
AY, 2–9	74.07	1.05	1.66	5.48	13.16	0.86	0.11	0.12	1.22	2.23	н/о
E1, 10–20	79.16	0.82	0.92	3.75	10.35	0.90	0.13	0.27	1.48	2.21	—"
E1, 30–40	79.50	0.85	1.04	3.51	10.24	0.89	0.06	0.08	1.51	2.27	—"
E1B, 40–48	75.58	0.88	1.50	4.92	12.38	0.90	0.07	0.06	1.33	2.33	—"
Bt1, 55–65	71.70	0.96	1.90	6.23	14.54	0.91	0.09	0.10	1.22	2.34	—"
Bt2, 72–82	71.16	1.08	2.03	6.46	14.65	0.91	0.10	0.10	1.20	2.29	—"
Bt3, 110–120	70.73	1.18	2.03	6.64	14.84	0.90	0.11	0.12	1.12	2.28	—"
BC, 140–150	72.72	1.31	1.84	5.77	13.52	0.88	0.12	0.12	1.34	2.37	—"
Cca, 190–200	71.17	2.19	2.14	6.09	13.66	0.88	0.12	0.12	1.31	2.29	—"

зем. Содержание SiO₂ в покровном суглинке (горизонты С) колеблется в пределах 72–78%. В затронутой почвенными процессами части толщи между горизонтами активно перераспределяются оксиды Al и Fe. За счет их подвижности в кислой среде максимальные доли устойчивого компонента – оксида кремния приходятся на горизонты PY и E1, ниже они немного снижаются, затем вновь незначительно возрастают в направлении материнской породы. Достаточно типично для пород с преобладанием илистой фракции относительно высокое суммарное содержание Al₂O₃ и Fe₂O₃ – 12–20% с закономерным для промывного водного режима дефицитом на уровне верхней части профиля и аккумуляцией в горизонтах Bt.

Валовые значения позволяют отметить перераспределение по профилю Al₂O₃ и Fe₂O₃, характерное для промывного режима. Они помогают оценить степень педогенной переработки верхней части толщи покровного суглинка, а также являются показателем сходства химического состава между представленными суглинками разрезов П-38, Мр-37, КЧ-44 и С-42, эволюция которых проходила в различных условиях.

Интерес представляют подстилающие породы разреза КЧ-44. Одна из них песчанистая, но при этом обогащена CaO и, соответственно, обеднена Al₂O₃ и Fe₂O₃. По-видимому, вскрыты позднепермские отложения казанского яруса, состоящие из карбонатизированных отложений. Такие седименты характерны для края восточной части Вятских Увалов, где и расположен данный разрез.

Во всех четырех шурфах наблюдается органическое накопление биофильных элементов – P, Ca, Mg – в пахотных горизонтах. Дополнительное грунтовое увлажнение шурфа С-42, ведущее

к оглеению даже элювиального горизонта, препятствует процессам выноса. Профиль покровного суглинка разреза С-42 (за исключением гумусового горизонта) слабо дифференцирован по оксидам Ca и Mg.

Содержание суммы оснований CaO и MgO, за исключением подстилающих пород, редко превышает 2–4%. В целом, магниевый компонент преобладает над кальциевым, что можно объяснить повышенной миграционной способностью последнего в зоне достаточного увлажнения.

В карбонатных покровных отложениях количество кремнезема и алюминия обнаруживает тенденцию к снижению на 1–2% (объекты Я-1 и Я-2, Пж-4 и Пж-5, горизонты С разреза Мр-37; табл. 3). Напротив, концентрация CaO здесь возрастает в 3–4 раза, в некоторых случаях обеспечивая его 1.5–2-кратный перевес над MgO.

Покровные суглинки (порода и сформированные на ней почвы) отличаются высоким и стабильным содержанием калия, поскольку его ионный радиус позволяет входить в межпакетные пространства структуры глинистых минералов. Вертикальное распределение Na₂O и TiO₂ коррелирует с содержанием SiO₂.

Преобладание окислительной обстановки в автономных ландшафтах Вятско-Камского и Северодвинского региона обеспечивает проявление процессов выщелачивания некоторых катионогенных микроэлементов из исследуемой породы (рис. 2).

Относительное содержание микроэлементов в ПС, имеет следующий вид в возрастающем ряду: Ag < (Yb) < Mo < (Ge) < Sn < (Bi) < Sc < Pb < Ga < (Y) < (Nb) < Cu < Co < Ni < Zn < Cr < Li < Zr < Ba. В скобках указаны элементы, присутствующие не во всех разрезах ввиду малого количе-

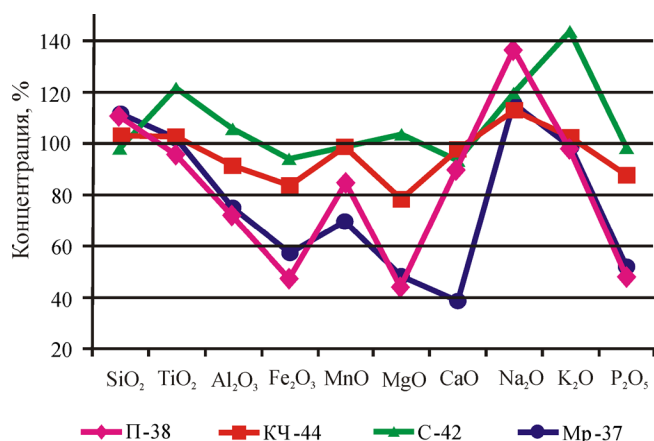


Рис. 2. Концентрации петрогенных элементов в горизонтах El изучаемых разрезов по отношению к материнской породе (принята за 100%).

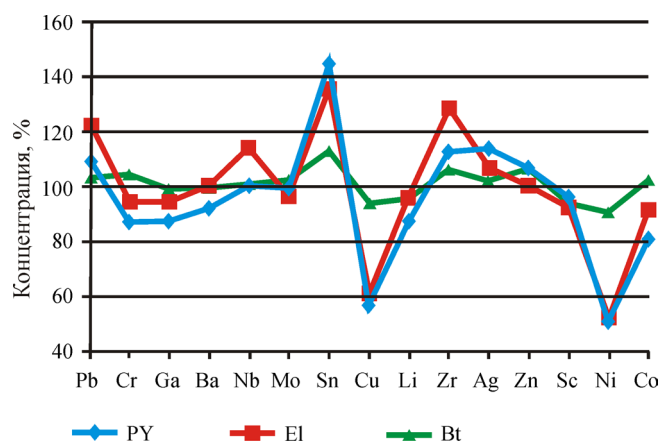


Рис. 3. Концентрации микроэлементов в горизонтах El изучаемых разрезов по отношению к материнской породе (принята за 100%).

ства и в концентрациях ниже порога чувствительности применяемых методов. Особенности вертикального распределения указанных элементов в системе аккумулятивно-элювиальных (PY и El) и текстурно-иллювиальных горизонтов (Bt) отражены на примере одного из разрезов (рис. 3).

Среди них отмечается повышенная, по отношению к почвообразующей породе, концентрация в элювированной толще ПС ряда редких элементов: Sn, Zr, Pb, Nb (и Ag). Такое поведение объясняется генетической связью большинства из них с устойчивыми к выветриванию минералами кислых магматогенных пород. Ряд других катионогенных микроэлементов (Ni, Cu и др.), относительно подвижных в кислой гумидной среде, обнаруживают минимальные содержания в элювиальных горизонтах.

По итогам изучения микроэлементного состава ПС 19 шурфов, заложенных в разных частях ареала, устойчиво выявляется обедненность этой породы Cu, Ni, Ga и Ba. В табл. 4 указаны обобщенные значения концентрации и рассеяния некоторых химических элементов в составе изучаемой породы по отношению к их кларкам для земной коры [1]. Относительно последней ПС обогащены серебром (в среднем 0.26 г/т), оловом (3.56 г/т), литием (73.95 г/т), кобальтом (28.47 г/т), отчасти молибденом и скандием (1.13 и 11.53 г/т).

Важнейшим фактором концентрации микроэлементов является геоморфологическая позиция — беднее всего в этом отношении ПС на средних частях склонов (сказывается миграция в составе подвижной минеральной фракции — ила), богаче — у подножий, а также, в меньшей степени, — в местах подпора грунтовой влагой. Относительно обогащены микроэлементами и карбонатные ПС.

Разброс значений кларков концентрации микроэлементов в покровном суглинке (верхние части горизонтов С в 19 разрезах) показан на рис. 4.

Следует отметить, что минимальные количества Ba, Ga, Mo, Sn, Li принадлежат суглинку разреза, заложенного на склоне. В то же время склоновые процессы практически не отразились на поведении Ag, Sc и Co. Минимальные значения по этим элементам относятся к суглинку разреза П-38, расположенного в древней ледниковой зоне на удалении от остальной массы изучаемых объектов. В совокупности с имеющимися фактами о слабой миграционной способности Ag, Sc и Co даже внутри педогенно преобразованных частей профилей ПС, можно предположить инертность поведения этих элементов в покровных суглинках Вятско-Камского Предуралья.

С опорой на ранее изученные разрезы ПС региона [2], среди процессов, влияющих на субстантивные свойства породы, можно выделить кислотный гидролиз, лессиваж, псевдоподзоливание и оглеение. Необходимо отметить стабильное валовое содержание основных элементов в толще материнской породы. Данный факт, вместе с сопряженным анализом гранулометрической дифференциации илистой фракции при последующем изучении, может подтвердить или опровергнуть гипотезу об изначальной литогенной однородности покровных суглинков изучаемых шурфов.

Таблица 4. Концентрация и рассеяние микроэлементов в составе ПС по отношению к их кларкам для земной коры (приняты за 100%) по 19 разрезам

Показатель содержания	Pb	Cr	Ga	Ba	Mo	Sn	Li
Максимум	117	136	93	53	168	265	333
Минимум	48	49	45	26	76	91	41
Среднее	76	77	67	35	103	143	231
Показатель содержания	Cu	Zr	Ag	Zn	Sc	Ni	Co
Максимум	105	97	464	100	159	112	198
Минимум	20	49	277	44	62	45	115
Среднее	57	68	368	69	115	70	158

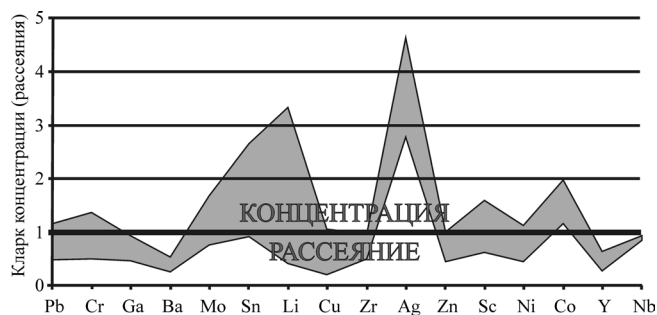


Рис. 4. Поля вариаций значений концентрации микроэлементов в покровных суглинках Вятско-Камского Предуралья (горизонты С из 19 разрезов).

Таким образом, изложенные результаты ландшафтно-геохимического изучения покровных суглинков Вятско-Камского Предуралья, эволюция которых проходила в различных климатических, орографических и геологических условиях, показывают сходство морфологического строения, баланса гранулометрических фракций, валового и микроэлементного химического состава. Внутренняя однородность ПС каждого шурфа нарушается лишь зональными педогенными процессами. Однако чаще, ввиду малой мощности изучаемых отложений, почвенной дифференциации подвержена почти вся толща ПС. Дальнейшие исследования необходимы для организации мероприятий по оптимизации природопользования и разработки концепции устойчивого развития ландшафтов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Покровные суглинки Вятско-Камского Предуралья – это внешне мало похожие друг на друга, но геохимически сходные образования проблематичного генезиса. Благодаря тому, что мощные толщи ПС обнаружены нами в автоморфных условиях высоких водоразделов, признается весьма сомнительной версия их формирования в условиях приледниковых водоемов. Чередование песчаных низменных равнин и суглинисто-глинистых водоразделов наводит на мысль об эоловой сортировке исходного материала пермских и мезозойских (главным образом триасовых) отложений и его дальнейшей элювиально-делювиальной переработке. Как бы то ни было, элювиальные суглинки и глины, покрывающие водоразделы Вятского Прикамья, относительно однородны по вещественному составу, но резкообразны по географии и условиям залегания.

Значительный объем данных по субстантивным свойствам покровных суглинков позволил выявить некоторые существенные морфологические, гранулометрические и геохимические черты изученных

отложений и подразделить их по этим характеристикам на ледниковые и внеледниковые, с одной стороны, и на карбонатные и бескарбонатные, с другой.

В целом, покровным суглинкам свойственны относительно низкие содержания редких микроэлементов, что согласуется с природой составляющих их вторичных минералов и с особенностями миграции вещества в условиях тайги Русской равнины.

Вместе с тем, покровные отложения, наряду с теоретическим, имеют большое значение с хозяйственной точки зрения в качестве почвообразующих пород для многих типов почв и как сырье для местной промышленности строительных материалов. Кроме того, покровные суглинки имеют благоприятные для строительства инженерно-геологические свойства. Поэтому остается актуальной необходимость их дальнейшего изучения и субстантивно-генетического анализа, что может служить основанием для выбора путей оптимального использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов А.П. Среднее содержание элементов в земной коре // Геохимия. 1962. № 7. С. 555–557.
2. Колеватых Е.А., Матушкин А.С., Парфенов М.И., Прокашев А.М. Покровные суглинки – педолитогенные памятники природы бассейна Вятки // Территориальные проблемы охраны природы: материалы Третьей междунар. конф. “Особо охраняемые природные территории.” СПб.: РГО, 2008. С. 128–135.
3. Лессово-почвенная формация Восточно-Европейской равнины. Палеогеография и стратиграфия. М.: Институт географии РАН, 1997. 144 с.
4. Прокашев А.М. Генезис и эволюция почв бассейна Вятки и Камы (по палеопочвенным данным). Киров: Изд-во ВятГГУ, 2009. 386 с.
5. Русаков А.В., Керзум П.П., Матинян Н.Н. Генезис пылеватых супесчано-суглинистых почвообразующих пород перигляциальной зоны северной части центра Русской равнины и свойства развитых на них почв // Почвоведение. 2008. № 4. С. 389–405.
6. Рябченков А.С. О минералого-петрографическом подходе к изучению генезиса покровных образований Русской равнины. Сб. МОИП. Нов. сер. Землеведение. 1960. Т. V(XLV). С. 99–108.
7. Спиридонов А.И. Значение проблемы происхождения покровных суглинков. Сб. МОИП. Нов. сер. Землеведение. Т. V(XLV). 1960. С. 61–69.
8. Тюлин В.В. Почвы Кировской области. Киров: Волго-Вятское кн. изд-во, Кировское отд., 1976. 288 с.
9. Чижиков П.Н. О признаках покровных суглинков в связи с их происхождением. Сб. МОИП. Нов. сер. Землеведение. 1960. Т. V(XLV). С. 109–124.
10. Чумаков О.Е. Четвертичная система // Государственная геологическая карта Российской Федерации. Лист О-38, 39–Киров. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999. С. 124–146.

Рецензент А.Б. Макаров

On the geochemistry of covering loams of the Vyatka-Kama Pre-Urals

E. A. Kolevatyh

Vyatka State University of Humanities

Compact and rather large areas of loams of Vyatka-Kama Pre-Urals have a number of geographical, geology-geomorphological position and material structure features. The data about geography, morphology and mineral structure features of non-carbonate and carbonate covering loams of extraglacial and paleoglacial territories of Vyatka-Kama region have been obtained during the executed researches. The basic attention was given to consideration of granulometrical and geochemical features of covering loams which mainly occupy independent (eluvial) and less often subordinates (deluvial) positions. Complex researches of covering loams allow finding-out their nature and some objective criteria for specification of uniformity degree of this sediments both in vertical thickness, and on area.

Key words: *covering loams, geochemistry, granulometrical composition, balance of substance, chemical compound.*