

УДК 664.131.1

ТЕХНОГЕННАЯ ФОРМАЦИЯ – ХАРАКТЕРНЫЙ ПРИЗНАК ТЕХНОГЕННОГО ЭТАПА ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

© 2020 г. С. А. Несмеянов¹, О. А. Воейкова^{1,*}

¹ Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (ИГЭ РАН),
Уланский пер., 13, стр. 2, Москва, 101000 Россия

*E-mail: voa49@mail.ru

Поступила в редакцию 14.10.2019 г.

После доработки 18.10.2019 г.

Принята к публикации 18.10.2019 г.

Объемы и площади распространения техногенных отложений позволили выделить их в самостоятельную формацию. Общая тенденция заключается в интенсивном распространении техногенной формации за счет смыкания множества точек роста. В перспективе вероятно повсеместное распространение техногенной формации на площадях в десятки и сотни тысяч квадратных километров. При этом освоенные недра становятся частью техногенной формации. Характерно присутствие искусственных материалов, техногенного меланжа, специфических типов седиментации, связанных с разнообразием средств и методов транспортировки пород. Отмечается увеличение влияния техногенных отложений на экологию урбанизированных и производственных территорий. Расположение центров формирования техногенной формации, определяется не только геолого-геоморфологическими, но и социально-экономическими факторами. Возраст техногенного этапа развития Земли определяется временем начала активизации накопления техногенной формации, произошедшим около 200–250 лет назад.

Ключевые слова: техногенные отложения, техногенный меланж, техногенный этап, урбанизированные территории, производственные территории

DOI: 10.31857/S0869780920010147

Общеизвестно широкое распространение на урбанизированных и промышленных территориях больших (до нескольких десятков метров) мощностей техногенных отложений. Размеры подобных территорий увеличиваются и этот процесс будет прогрессировать. Во многих случаях объемы техногенных образований становятся сопоставимыми с объемами некоторых природных геологических формаций. Поэтому вполне уместно выделение “рукотворной” техногенной формации [3, 4]. Эта формация обладает параметрами, свойственными другим геологическим формациям (например, несогласием в основании, специфическими фациями и парагенетическими ассоциациями).

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕХНОГЕННОЙ ФОРМАЦИИ

Учитывая существующие традиции, целесообразно рассматривать в качестве техногенной формации образования, занимающие территорию, близкую или превышающую одну – две сотни квадратных километров и достигающие мощностей, которые свойственны для обычных осадоч-

ных пачек или толщ. При таком подходе техногенной формацией можно считать, прежде всего, накопления в пределах крупных городских агломераций или производственных комплексов, например, горнодобывающих.

Урбанизированные территории. Многие города с населением более 1 млн человек имеют площадь более 100–300 км². В них мощности техногенных отложений нередко достигают одного–двух десятков метров [5] и будут нарастать. Но границы техногенной формации не всегда совпадают с административными границами города. Например, внутригородские парковые зоны практически не несут чехла техногенных отложений. Напротив, примыкающие к городу длительно существовавшие села и производственные территории могут характеризоваться мощными техногенными отложениями.

Урбанизированные территории различаются не только по площади. Важную роль играет время существования города и тип строительства, который часто связан с климатическими условиями. Кроме того, значимо наличие или отсутствие различных фортификационных и иных сооружений,

создание которых обусловлено перемещением значительных объемов горных пород. В северных регионах с гумидным или холодным климатом значительную часть техногенных отложений (образований) составляют деревянные конструкции, последовательно наслаивающиеся одна на другую (например, в Новгороде). Важно также присутствие высотных сооружений культового или другого назначения, разрушение или перестройка которых приводили к увеличению мощности техногенных отложений. В городах на опускающихся приморских территориях строительные конструкции или насыпи служили способом защиты от подтопления и затопления жилых и иных объектов [6].

Производственные территории. Среди них наиболее представительны горнодобывающие комплексы с накоплением поднятой на поверхность горной породы в виде хвостохранилищ, терриконов и т.п. Большие объемы техногенных отложений связаны с крупными плотинами и высокотехнологичными производствами. А вот земледелие и мелиорация, занимающие громадные территории, обычно характеризуются очень малой мощностью перемещенных или переработанных пород.

Объем техногенных образований, формирующихся при добыче и переработке полезных ископаемых, составляет в среднем $43 \text{ км}^3/\text{год}$, что в 3 раза превышает объем твердого стока рек Земли. Общий объем отвалов пустой породы за 1963–1980 гг. достиг 518 км^3 , шлакоотвалов – 3.9 км^3 . При строительстве города с населением 0.1 млн. человек и площадью 6 км^2 общий объем земляных работ составляет 3.7 млн. м^3 [3, 5].

СПЕЦИФИКА ТЕХНОГЕННОЙ ФОРМАЦИИ

Специфика техногенной формации разнообразна и зависит от таких форм техногенеза, как: 1) урбанизация, 2) горнодобывающая деятельность, 3) ромышленное строительство, 4) мелиорация и др. Для техногенных формаций характерна **азональность распространения** относительно геоморфологических и климатических обстановок и тектонических структур. Специфичным оказывается состав техногенных отложений, включающих разнообразные **искусственные материалы**. Характерны процессы **аутигенного минералогенеза**, которые часто обусловлены сложными биогеохимическими процессами. Возможно также специфическое минералообразование, а некоторые минералы не известны в природе [1].

Среди техногенных текстур наиболее распространенными являются смеси разнообразных переработанных горных пород и искусственных материалов, которые предложено объединить под

названием “**техногенный меланж**” (от французского – *melange* – смесь) [4].

Характерной чертой техногенных отложений можно считать **разнообразие особенностей седиментации**, связанное с разнообразием средств и механизмов транспортировки и отложения (седиментации) материала. Часто наблюдается близкое к естественному субгоризонтальное наложение при намыве грунта, а также заполнение отрицательных форм рельефа от бортов к центру с последовательным прислонением наклонных слоев, близким к клиноформному, но чаще происходит накопление хаотических масс. Перед плотинами формируются фации подпруживания, а ниже плотин – фации экранов. Типично также и формирование разнообразных положительных форм рельефа. Конусообразные насыпи по типу седиментации близки к вулканогенным конусам. По механизму переноса и осаждения некоторые техногенные отложения мало отличаются от природных обвального-осыпных, ледниковых, пролювиальных, селевых или вулканогенных отложений.

Ряд элементов техногенной формации гомологически сходен с природными образованиями. Например, погребенные ленточные фундаменты и основания крепостных стен по форме дайкообразны, уплотненные материалы засыпки колодцев – штокообразны, терриконы сходны по форме и расположению слоев с вулканическими (пеплово-шлаковыми) конусами и т.п. Но **в целом комплексы техногенных фаций не имеют аналогов в геологической истории**.

Специфичен и **характер распространения** техногенной формации. Она связана с урбанистическими и производственными объектами, расположенными точно. Такие центры локализуются в зависимости не столько от общих геологических особенностей территории (тектонических структур и т.п.), сколько от геоморфологических и экономических факторов – транспортных путей и “перекрестков”, благоприятных условий для тех или иных производств (месторождения полезных ископаемых, наличия необходимых количеств воды, уклонов речных долин с высокими бортами для размещения гидростанций и пр.). Расположение благоприятных условий меняется в зависимости от типа строительства. На практически любой более или менее заселенной территории находится масса потенциальных центров возникновения техногенной формации. В каждом конкретном случае территория распространения техногенной формации развивается **центробежно от исходного объекта**, и возможно слияние разрастающихся объектов.

В ряде случаев характерно **антигравитационное перемещение** исходных горных пород. Это связано с традицией расположения урбанистических

объектов или их исходных центров на возвышенностях рельефа. Первоначально это было обусловлено особенностями размещения фортификационных сооружений, а позднее все чаще приобретало эстетическую основу [8].

Специфичен и возрастной **интервал формирования** техногенной формации. Хотя укрепленные городища, обнесенные валами, появляются в позднем неолите, но по настоящему широкое распространение объектов формирования техногенной формации относится к веку фабрично-заводского строительства, т.е. начиная примерно с XIX или с конца XVIII веков. Фактически эта эпоха длится примерно 200–250 лет.

ТЕНДЕНЦИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ ФОРМАЦИИ

Техногенная формация не только самая молодая, но и, по-видимому, одна из **наиболее интенсивно распространяющихся современных формаций**. Ее территориальное разрастание непосредственно связано с процессом урбанизации и техническим прогрессом. Как известно, в первой половине XIX в. в городах проживало около 3% населения Земли. В 1966 г. — уже 34%, к 2020 г. городское население составит более 57%, а суммарная площадь городов Мира возрастет до 2.6 млн км² [2]. Объемы добычи полезных ископаемых на поверхности Земли составляют 280 млрд т/год, а сопутствующих пород — 608.7 млрд т/год [7]. Следовательно, общий объем перемещаемой, переработанной и накапливаемой массы горных пород составляет 888.7 млрд т/год.

Все более важной проблемой становится прогрессирующее **освоение подземного пространства**. Само преобразование освоенных недр достигает таких размеров и интенсивности, что данные объемы переработанного подземья становятся неотъемлемой частью техногенной формации.

Разрастание техногенной формации происходит, как было сказано выше, из **множества часто сливающихся точек роста** с распространением техногенной формации на площадях в десятки и сотни тысяч квадратных километров. При этом меняется характер влияния техногенных отложений на экологическое состояние урбанизированных и производственных территорий, связанное с изменением гидрогеологических условий, эпигенетическими и диагенетическими преобразованиями техногенных отложений.

ВЫВОДЫ

Объемы и площади распространения техногенных отложений позволили выделить техногенную формацию мегаполисов и производственных территорий. Эта формация обладает не

только параметрами, свойственными другим геологическим формациям (например, несогласием в основании, специфическими фациями и парагенетическими ассоциациями), но и целым рядом собственных уникальных характеристик, в том числе: 1) спецификой и разнообразием процессов накопления техногенных отложений, 2) наличием в них разнообразных искусственных материалов, 3) разнообразием особенностей седиментации, связанным с разнообразием средств и методов транспортировки, 4) антигравитационным перемещением исходных горных пород, 5) широким распространением техногенного меланжа, 6) расположением центров формирования техногенной формации, определяемым геолого-геоморфологическими и социально-экономическими факторами.

Общая тенденция современного геологического развития заключается в интенсивном распространении техногенной формации за счет смыкания множества точек роста с распространением техногенной формации на площадях в десятки и сотни тысяч км², а недра становятся неотъемлемой частью техногенной формации. Важен учет влияния техногенных отложений на экологию урбанизированных и производственных территорий.

Возраст техногенного этапа развития Земли определяется возрастом активизации формирования техногенной формации, которая началась 200–250 лет назад.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания по теме “Развитие теории и методов изучения новейшей тектоники и современной геодинамики платформенных и орогенных территорий применительно к оценке их безопасности”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каздым А.А. Техногенные отложения и техногенное минералообразование. М.: ФГУП “ВИМС”, 2010. 179 с.
2. Москва: геология и город. М.: АО “Московские учебники и Картолитография”. 1997. 400 с.
3. Несмеянов С.А. Генетические комплексы континентальных отложений. М.: “Книга и Бизнес”. 2012. 397 с.
4. Несмеянов С.А., Воейкова О.А., Каздым А.А., Макаров В.И. Техногенные образования как геологическая формация // Геозэкология. 2009. № 5. С. 387–398.
5. Огородникова Е.Н., Николаева С.К. Техногенные грунты. М.: МГУ. 2004. 250 с.
6. Разумов Г.А., Хасин М.Ф. Тонущие города. М.: Наука, 1978. 200 с.
7. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Минерально-сырьевой комплекс и естественная биота Земли // Геозэкология. 2002. № 6. С. 483–489.

8. Уфимцев Г.Ф. Гималайская тетрадь. М.: Научный мир, 2005. 303 с.
9. Хазанов М.И. Искусственные грунты, их образование и свойства. М.: Наука, 1975. 135 с.

TECHNOGENIC FORMATION AS A CHARACTERISTIC FEATURE OF THE TECHNOGENIC STAGE IN THE EARTH'S HISTORY

S. A. Nesmeyanov^a and O. A. Voeikova^{a, #}

^a *Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS, Ulansky per., 13, str. 2, Moscow, 101000 Russia*

[#] *E-mail: voa49@mail.ru*

Large volumes of and vast areas occupied by technogenic deposits permitted distinguishing them as an individual geological formation. The general tendency consists in the intense spreading of the technogenic formation due to the confluence of numerous growing technogenic bodies. In future, this formation may be spreading continuously within an area of tens and hundreds thousands sq. Km. The developed Earth's bowels add to this formation. This formation is characterized by the presence of human-made materials, technogenic melange, and specific types of sedimentation associated with a variety of means and methods of deposit transportation. The influence of technogenic deposits on the ecology of urbanized and industrial territories is rising. The location of the centers of technogenic formation is determined both by geological-geomorphological and socio-economic factors. The age of the technogenic stage in the Earth's history dates back to 200–250 years ago, when the technogenic deposits accumulation was intensified.

Keywords: *technogenic deposits, technogenic mélange, technogenic stage, urban areas, industrial areas*

REFERENCES

1. Kazdym, A.A. *Tekhnogennyye otlozheniya i tekhnogennoe mineraloobrazovanie* [Technogenic deposits and technogenic mineral formation]. Moscow, FGUP "VIMS" Publ., 2010, 179 p. (in Russian)
2. *Moskva: geologiya i gorod* [Moscow: geology and the city]. Osipov, V.I., Medvedev, O.P., Eds.-in-chief, Moscow, AO "Moskovskie uchebniki i kartolitografiya Publ.", 1997, 400 p. (in Russian)
3. Nesmeyanov, S.A. *Geneticheskie komplekсы kontinental'nykh otlozhenii* [Genetic complexes of continental deposits]. Moscow, Kniga i biznes Publ., 2012, 397 p. (in Russian)
4. Nesmeyanov, S.A., Voeikova, O.A., Kazdym, A.A., Makarov, V.I. *Tekhnogennyye obrazovaniya kak geologicheskaya formatsiya* [Technogenic deposits as a geological formation]. *Geoekologiya*, 2009, no 5, pp. 387–398. (in Russian)
5. Ogorodnikova, E.N., Nikolaeva, S.K. *Tekhnogennyye grunty* [Technogenic soils]. Moscow, MGU Publ., 2004, 250 p. (in Russian)
6. Razumov, G.A., Khasin, M.F. *Tonushchie goroda* [Sinking cities]. Moscow, Nauka Publ., 1978, 200 p. (in Russian)
7. Trubetskoi, K.N., Galchenko Yu.P. *Mineralno-syr'evoy kompleks i estestvennaya biota Zemli* [Mineral deposits complex and the natural biota of the Earth]. *Geoekologiya*, 2002, no. 6, pp. 483–489. (in Russian)
8. Ufimtsev, G.F. *Gimalaiskaya tetrad'* [The Himalayan notebook]. Moscow, Nauchnyi mir Publ., 2005, 303 p. (in Russian)
9. Khazanov, M.I. *Iskusstvennyye grunty, ih obrazovanie i svoystva* [Artificial soils, their formation and properties]. Moscow, Nauka Publ. 1975. 135 p. (in Russian)