

Ю. М. ГАЛИЦКОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

RESEARCH OF QUALITATIVE PROPERTIES OF SOILS DURING CONSTRUCTION WORKS

Развитие человечества ведет к увеличению числа и разнообразия источников загрязнения окружающей среды. В городских условиях загрязнение окружающей среды происходит из-за выбросов выхлопных газов, поступающих от автомобильного транспорта, утечек горючесмазочных материалов, поступающих от различного оборудования. Анализ текущего состояния почв городских районов показывает, что в почвах присутствует очень высокая концентрация загрязняющих веществ. В статье рассматривается проблема территорий строительных площадок, загрязненных горючими веществами, поступающими от строительной техники. На основании проведенных исследований процесса проникновения загрязнений в грунт сделаны выводы о допустимом временном промежутке устранения загрязнений. Эти данные также можно использовать для устранения утечек на нефтепроводах.

Ключевые слова: строительные площадки, загрязнение грунта, проникновение жидкости, ликвидация загрязнений, нефтепродукты, фильтрация жидкости, строительные механизмы, минимизация воздействия

Строительные работы оказывают негативное воздействие на природные комплексы. В районах строительства можно наблюдать высокий уровень загрязнения воздуха, почвы, воды. Это происходит на всех этапах строительства [1–5]: во время проектно-изыскательских работ, при строительстве временных подъездных и прилегающих дорог, при устройстве карьеров под фундамент, а также непосредственно в процессе возведения зданий и сооружений на строительной площадке. Каждый этап строительства характеризуется своими собственными источниками негативного воздействия и характерными загрязнителями. Основная масса образующихся строительных отходов, как правило, представлена боем бетонных изделий, кирпича, металлическими отходами, древесными отходами, пластиком, стеклом, бумагой, картоном; кроме того, на строительных площадках встречаются отходы сыпучих строительных материалов. Процентное содержание отходов зависит от типов сносимых зданий и сооружений, а также от типа строительного

The development of mankind leads to an increase in the number and diversity of sources of environmental pollution. In urban conditions, environmental pollution occurs due to exhaust emissions coming from various cars, leaks of fuel and lubricants coming from various equipment, etc. Analysis of the current state of urban areas shows that the highest concentration of pollutants is present in soils. The article deals with the problem of the territories of construction sites contaminated with combustible substances coming from construction equipment. Based on the conducted studies of the process of penetration of contaminants in the soil, conclusions are drawn about the permissible time interval for the elimination of contaminants. This data can also be used to eliminate leaks in oil pipelines.

Keywords: construction sites, soil contamination, liquid penetration, pollution elimination, petroleum products, liquid filtration, construction mechanisms, minimization of impact

материала, используемого при строительстве новых зданий. По окончании работ на строительных площадках проводят работы по благоустройству: обустраивают дворовые дороги, автостоянки, детские площадки, зоны отдыха и т. д. Мельчайшие частицы строительного мусора, скапливающиеся на поверхности земли, загрязняют ее. Кроме того, при выполнении любой из вышеперечисленных работ наиболее подверженными воздействию строительных механизмов и материалов компонентами окружающей среды являются грунты, поскольку они наиболее инертны и обладают низкой скоростью процесса самоочищения [6–8].

При проведении строительных работ под действием силы тяжести со стороны строительных механизмов и складированных материалов верхний слой почвы уплотняется, изменяется его пористость и уровень влажности, почва может потерять способность поглощать и удерживать влагу, снижается ее водопроницаемость. Помимо изменения физических свойств почвы, в процессе выполнения различных работ про-

исходит загрязнение почвы из-за попадания сыпучих материалов на поверхность, а также разливов топлива и жидких строительных материалов, тем самым вызывая изменения химических параметров верхнего слоя почвы [9, 10]. Со временем загрязняющие вещества, попадающие на поверхность, проникают в почву под влиянием дождевой и талой воды. Именно поэтому нередко почва строительных площадок загрязнена тяжелыми металлами и различными нефтепродуктами [11–13]. При длительных периодах загрязнения почвы и достижении высоких концентраций нефтепродуктов в ней происходят необратимые изменения, которые в дальнейшем влияют на биоразнообразие местности и жизнедеятельность почвенных организмов [14–15]. Толщина почвы, в которой происходят такие изменения, зависит от типа почвы, гранулометрического состава исходной почвы, а также слоя выпавших осадков, глубины проникновения осадков и количества нефтепродуктов, попавших на поверхность почвы.

Воздействие загрязнений на растительность и животный мир неоднозначно. Небольшие количества загрязняющих веществ при попадании в почву могут не вызывать никаких неблагоприятных последствий. Однако при значительных объемах загрязнения в течение первых нескольких дней гибнет большинство почвенных организмов и некоторых видов растительности, для которых легкие фракции нефти считаются наиболее токсичными.

По окончании строительных работ на прилегающих территориях проводится благоустройство территории: обустраиваются детские площадки, цветочные клумбы, создаются зоны отдыха. При проведении данных работ также необходимо учитывать возможность загрязнения почвы нефтепродуктами. Поскольку процессы восстановления почвы на загрязненных территориях протекают медленно, попадание нефтепродуктов в почву приводит к изменению фотосинтетических функций высших растений на прилегающих территориях и замедляет прорастание или выживаемость однолетних и многолетних растений [16]. Даже низкие концентрации нефтепродуктов в почвах приводят к угнетению растений. Попадание 1,1 л/м² масла может привести даже к их гибели. На восстановление столь сильно загрязненной почвы может потребоваться до 20 лет.

Многие исследователи изучают процесс проникновения нефтепродуктов в почву и степень его влияния на растительность [17–21]. Как правило, это аналитические прогнозы процесса, включающего проникновение веществ в почву, распространение загрязняющих веществ в почву, анализ динамических характе-

ристик таких распространений, а также определение количества загрязняющих веществ на разных глубинах. В работах [21–23] отмечается, что степень влияния загрязнения на растительность зависит от количественных показателей загрязняющих веществ в почве.

Целью данной работы является проведение полевых исследований процесса проникновения нефтепродуктов в почву на физической модели. В ходе экспериментов исследуется только просачивание загрязняющих веществ в почву под действием силы тяжести, при этом исключается боковое распространение нефтепродуктов.

Результаты любого исследования, связанного с почвами, зависят от правильного отбора проб и предварительной обработки. Поэтому на подготовительном этапе исследований были взяты пробы почвы на территории города с целью определения типичного гранулометрического состава почв территории. Места отбора проб были обозначены на координатной сетке с указанием их номеров и координат. Точки отбора проб в местах отбора были расположены на равном расстоянии друг от друга (рис. 1). Результаты исследования показали, что наиболее распространенный гранулометрический состав почвы в городской местности близок к гранулометрическому составу речного песка. В соответствии с теорией подобия песок может быть использован для дальнейших лабораторных исследований.

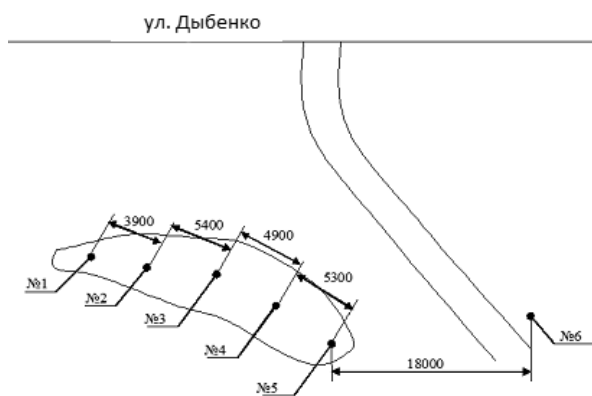


Рис. 1. Схема отбора проб почвы на участке № 1

Далее в исследованиях использовался наиболее характерный для местности грунт с диаметром частиц в диапазоне $d = 0,630-0,315$ мм и $d = 0,315-0,140$ мм, а также песок, состоящий из смеси вышеупомянутых фракций в равных частях. Коэффициент фильтрации был определен для каждого из трех типов использованных лабораторных грунтов:

1) для лабораторного грунта с $d = 0,630-0,315$ мм коэффициент фильтрации составлял $4,8 \cdot 10^{-4}$ м/с или $4,8 \cdot 10^2$ см/с;

2) для лабораторного грунта с $d = 0,315-0,140$ мм коэффициент фильтрации составлял $1,7 \cdot 10^{-4}$ м/с или $1,7 \cdot 10^2$ см/с;

3) для лабораторного грунта с $d = 0,630-0,140$ мм коэффициент фильтрации составлял $1,1 \cdot 10^{-4}$ м/с или $1,1 \cdot 10^2$ см/с.

В качестве лабораторных жидкостей были выбраны наиболее распространенные нефте-содержащие жидкости, используемые при эксплуатации строительной техники на строительной площадке: бензин, керосин, дизельное топливо. В лаборатории была изготовлена физическая модель, которая позволяет фиксировать глубину проникновения жидкости в толщу грунта. Модель состоит из нескольких одинаковых пластиковых труб диаметром 8 см и длиной 25 см – глубина проникновения для основной массы корневой системы однолетних декоративных растений [22, 23].

Для проведения лабораторных экспериментов использовались одинаковые емкости, которые наполнялись песком определенного гранулометрического состава. Во время заполнения емкости осуществлялось непрерывное уплотнение.

Затем с помощью мерного стакана был измерен необходимый объем исследуемой жидкости и вылит на поверхность песка. В эксперименте использовались жидкости объемами 50, 100 и 150 мл. Через одинаковые промежутки времени проводились замеры глубины проникновения жидкости в грунт. Время проникновения нефти в песок фиксировалось секундометром. Глубина проникновения была измерена после 1, 3, 5, 10, 15, 30 мин, затем после 1, 2, 3, 6, 12, 18, 21 ч и один день после момента заражения. Результаты вносились в таблицы (примеры некоторых данных представлены в табл. 1–3).

Некоторые результаты исследований представлены в виде графиков, отражающих зависимость глубины проникновения загрязняющей жидкости от времени проникновения (рис. 2–4).

Результаты исследований показали неравномерность, с которой происходило проникновение загрязняющих жидкостей в почву с течением времени. Наибольшая скорость проникновения наблюдается в первый час после попадания загрязнения на поверхность почвы. При попадании на поверхность наименьших исследованных объемов загрязнения (50 мл) почва загрязняется на глубину от 10 до 12 см в течение одного часа. При попадании в почву большего количества жидкости (100 мл) наблюдается следующее: дизельное топливо проникает в почву на 10–13 см за час, керосин проникает в почву на глубину 12–14 см, а бензин проникает на глубину 12–15 см. Результаты экспериментов с объемами 150 мл показали, что керосин и бензин достигают глубины проникновения 21–23 см через

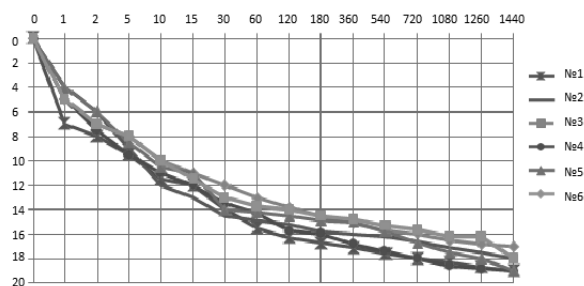


Рис. 2. Результаты серии экспериментов по проникновению керосина (объем 100 мл). По вертикали – глубина проникновения (см), по горизонтали – время наблюдения (мин)

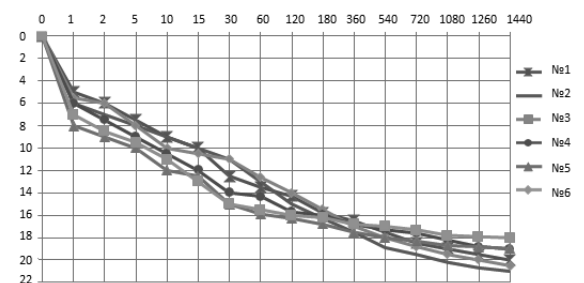


Рис. 3. Результаты серии экспериментов по проникновению бензина (объем 100 мл). По вертикали – глубина проникновения (см), по горизонтали – время наблюдения (мин)

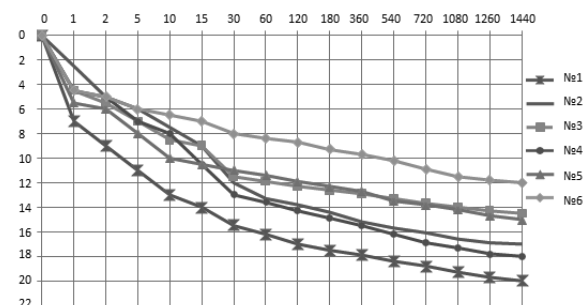


Рис. 4. Результаты серии экспериментов по проникновению дизельного топлива (объем 100 мл). По вертикали – глубина проникновения (см), по горизонтали – время наблюдения (мин)

30 мин. Затем происходит значительное замедление скорости проникновения, и зафиксированная за день максимальная глубина проникновения составляет 34–35 см. Следует отметить, что проникновение жидкости продолжалось в течение нескольких часов после того, как вся жидкость над поверхностью проникла в землю. Кроме того, большее количество загрязняющей жидкости (до 80 %) концентрируется в почве на глубине 15–20 см из-за вязкости жидкости и замедления скорости проникновения.

Таблица 1

Результаты испытаний на проникновение бензина (объем 50 мл)

№ п/п	Глубина проникновения, см						
	через 1 мин	через 2 мин	через 5 мин	через 10 мин	через 15 мин	через 30 мин	через 24 ч
1	4	6	8	10,5	11	12,5	15,5
2	4,5	7	8,5	10	11,5	13	17
3	5	7,5	9	11	12	14	17
4	4	6	7,5	9,5	11	12	16
5	4	6,5	8	10	11,5	13	16,5
6	5	7	9	11,5	13	15	18

Таблица 2

Результаты испытаний на проникновение бензина (объем 100 мл)

№ п/п	Глубина проникновения, см						
	через 1 мин	через 2 мин	через 5 мин	через 0 мин	через 15 мин	через 30 мин	через 24 ч
1	5	6	7,5	9	10	12,5	20
2	6	7	8	9	10	11	21
3	5,5	6	8	10	10,5	11	20,5
4	6	7,5	9	10,5	12	14	19
5	8	9	10	12	12,5	15	19
6	7	8,5	9,5	11	13	15	18

Таблица 3

Результаты испытаний на проникновение бензина (объем 150 мл)

№ п/п	Глубина проникновения, см						
	через 1 мин	через 2 мин	через 5 мин	через 10 мин	через 15 мин	через 30 мин	через 24 ч
1	6	10	15	21	22	22	22
2	6	9	13	21	21,5	21,5	22
3	6	9,5	14	21	21	22	22
4	6	10	13	21	21,5	22	22
5	6	12	13	21	22	22,5	22,5
6	6	9,5	12	20,5	21	21,5	22

Графики показывают, что чем выше начальная высота слоя жидкости над землей, тем интенсивнее начальный процесс проникновения жидкости. Кроме того, наблюдается зависимость вязкости жидкости и интенсивности проникновения. Вязкость керосина и дизельного топлива ниже, чем у бензина, а плотность

выше [24]; поэтому графики показывают, что бензин проникает на большую глубину и процесс проникновения бензина происходит более интенсивно.

Почвы городских районов, включая строительные площадки, загрязнены различными твердыми и жидкими веществами. Среди за-

грязняющих веществ есть нефтепродукты, которые приводят к возникновению процессов деградации в почвах и плодородных слоях почвы, загрязняют подземные воды и водоемы городских районов. Загрязнение почвы на строительной площадке может происходить неоднократно, что усиливает негативное воздействие на почву. В каждом типе почвы проникновение различных жидкостей происходит по-разному. Для получения более точных результатов был определен наиболее характерный тип почв для территории города Самары, который и был использован при проведении опытов.

Для определения степени одноразового загрязнения были проведены исследования проникновения различных нефтесодержащих жидкостей. Бензин и керосин показали самое быстрое проникновение маслянистых веществ в почву, что можно объяснить меньшей плотностью жидкости и наименьшей вязкостью этих жидкостей. Проникновение более плотных жидкостей (дизельного топлива) протекает более инертно, но, в то же время, показывает наибольшую глубину проникновения. Кроме того, исследования показали, что наибольшая скорость проникновения происходит в первые часы попадания загрязнений на поверхность почвы. Во время строительных работ необходимо немедленно ликвидировать разлив нефтепродуктов, чтобы минимизировать глубину загрязнения. Такая практика характерна для утечек на нефтепроводах. На территории строительных площадок попадание нефтепродуктов в больших количествах встречается крайне редко, поэтому происходит длительное и многократное неконтролируемое загрязнение почвы строительных площадок небольшими объемами нефтяных жидкостей.

Заключительным этапом выполнения строительных работ на городских территориях является планировка территории и ее благоустройство. Чтобы свести к минимуму негативное воздействие загрязнения, необходимо своевременно проводить дополнительные работы по озеленению. В качестве таких мер можно предложить удаление загрязненного грунта с территории строительных площадок с учетом глубины возможного проникновения использованных жидкостей.

Предположительно к моменту начала выполнения таких работ по благоустройству почва может быть загрязнена на глубину 25 см и ниже. Следовательно, в местах, где планируется декоративная посадка, необходимо удалить не менее 15 см загрязненной почвы, чтобы предотвратить гибель растений. Как отмечается в ряде источников [16–18], при проведении работ по благоустройству территории после завершения

строительных работ необходимо осуществить планировку территории, обустройство тротуаров и внутренних дорог, парковочных мест на участках наибольшей возвышенности во время строительства и выделение участков под детские площадки на территории с минимальным загрязнением нефтепродуктами.

Вывод. 1. Почвы городских территорий загрязняются различными твердыми и жидкими веществами, в том числе нефтесодержащими продуктами. Результаты проведенных исследований показали, что такие загрязнения со временем проникают в грунт и глубина их проникновения может достигать 25 см и более.

2. Для предотвращения загрязненности грунта, а в дальнейшем и грунтовых вод необходимо своевременно удалять загрязнения после проведения строительных работ и выполнять мероприятия по благоустройству придомовых территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кожевникова Е.О. Проблема пылевого загрязнения городских территорий при проведении земляных работ и пути ее решения // *Аллея науки*. 2017. № 14. С. 676–688.
2. Сумеркин Ю.А. Обзор научно-исследовательских изысканий в вопросах экологической безопасности городской среды населенных пунктов России // *Строительство: наука и образование*. 2017. Т.7. № 1(22). С. 3. DOI: 10.22227/2305-5502.2017.1.3.
3. Говердовская Л.Г., Юшанцев А.К. Исследование процессов влияния дорожно-строительных работ на окружающую среду // *Градостроительство и архитектура*. 2015. № 1 (18). С. 72–80. DOI: 10.17673/Vestnik.2015.01.12.
4. Islam M.S., Ahmed M.K., Al-Mamun M.H., Eaton D.W. Human and ecological risks of metals in soils under different land-use types in an urban environment of Bangladesh // *Pedosphere*. 2020. № 30 (2). С. 201–213.
5. Цховребов Э.С. Моделирование экологического баланса объекта строительства и сноса зданий // *Строительство: наука и образование*. 2017. Т.7. № 3(24). С. 7. DOI: 10.22227/2305-5502.2017.3.6.
6. Родионовская И.С., Трофимова Т.Е., Сорокоумова Т.В. Детский отдых в городской среде // *Научный обзор*. 2016. № 11. С. 112–116.
7. Xia W., Du Y., Li F., Wang F., Song D. In-situ solidification/stabilization of heavy metals contaminated site soil using a dry jet mixing method and new hydroxyapatite based binder // *Journal of Hazardous Materials*. 2019. N. 369. P. 353–361.
8. Liu W., Liu S., Li X., Li Y., Mou Z. Comparison of Chinese and Danish Soil Legislation Based on Soil Heavy Metal Values in Contaminated Sites: A Case Study in Sichuan Soil and Sediment Contamination // *Soil and Sediment Contamination*. 2020. N. 29 (3). P. 355–368. DOI: 10.1080/15320383.2020.1723488

9. Gainer A., Bresee K., Hogan N., Siciliano S.D. Advancing soil ecological risk assessments for petroleum hydrocarbon contaminated soils in Canada: Persistence, organic carbon normalization and relevance of species assemblages // *Science of the Total Environment*. 2019. N. 668. P. 400–410. DOI:10.1016/j.scitotenv.2019.02.459

10. Al-Obaidy N., Al-Shueli A., Sattar H., Majeed Z.N., Hamid A.H. An Experimental Study on Geotechnical and Electrical Properties of an Oil-Contaminated Soil at Thi-Qar Governorate // *International Review of Civil Engineering*. 2019. N. 10 (3). P. 148–154. DOI:10.15866/irece.v10i3.16503

11. Весникова А.В. Исследование почвы, загрязненной остатками химии нефтепродуктов // *Экология. Урбанизм*. 2018. № 1. С. 337–341.

12. Oluremi J.R., Adedokun S.I. Valorization of spent engine oil contaminated lateritic soil with high calcium waste wood ash // *Journal of Engineering Research*. 2019. № 7 (1).

13. Hewayde E., Abbas M., Kubba Z. Influence of engine oil on geotechnical properties of cohesive soil // *Engineering Research and Technology*. 2019. N. 12 (1). P. 33–41.

14. Krüger A.L., Snyman R., Odendaal J. The impact of urban pollution on metal contamination of selected forest pockets in Cape Town // *Environmental Science and Pollution Research*. DOI: 10.1007/s11356-019-04679-0

15. Tabelin C.B., Igarashi T., Villacorte-Tabelin M., Ito M., Hiroyoshi N. Arsenic, selenium, boron, lead, cadmium, copper, and zinc in naturally contaminated rocks: A review of their sources, modes of enrichment, mechanisms of release, and mitigation strategies // *Science of the Total Environment*. 2018. N. 645. P. 1522–1553. DOI:10.1016/j.scitotenv.2018.07.103

16. Назаров А.В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения // *Вестник Пермского университета*. 2007. № 5 (10). С. 134–141. DOI:10.17816/ecogen15460-68.

17. Франчук Г.М., Николаенко М.М. Прогноз загрязнения почв и подземных вод нефтепродуктами на 2007 год // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2007. № 1. С. 78–81.

18. Голованов А.И., Сычев С.М. Моделирование поглощения нефтепродуктов в почвах для обоснования способов их очистки от загрязнений // *Мелиорация и управление водными ресурсами*. 2008. № 6. С. 31–33.

19. Панкратова К.Г., Щелков В.И., Сазонов Ю.Г. Определение содержания гумуса при загрязнении почвы нефтепродуктами // *Плодородие*. 2007. № 4 (37). С. 20–21.

20. Макаров О.А., Кантазаров Е.Р. Опыт оценки устойчивости городских почв к загрязнению и деградации // *Экология городских территорий*. 2016. № 4. С. 33–39.

21. Роева Н.Н., Воронич С.С., Хловаев А.Г., Зайцев Д.А., Воронич Н.С. Исследование динамики накопления подвижных форм тяжелых металлов, бензо(а)пирена и нефтепродуктов в почвах урбанизированных территорий // *Экология и промышленность России*. 2018. № 22 (8). С. 39–43. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-8-39-43.

22. Хромовых О.В. Влияние загрязнения почвы кобальтом и марганцем на темпы роста некоторых видов цветущих декоративных растений // *Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона*. 2011. № 1. С. 275–290.

23. Петухова Л.В., Степанова Е. Н. К вопросу об интенсивности развития корневых систем цветочно-декоративных растений // *Вестник Тверского государственного университета. Серия: биология и экология*. 2018. № 1. С. 131–137.

24. Куц Ю.Н., Корольченко И.А., Векслер Г.Б. Оценка условий проникновения нефтепродуктов в грунт при коррозионном повреждении оболочки резервуаров // *Известия МГТУ МАМИ*. 2012. № 2 (14). С. 209–219.

REFERENCES

1. Kozhevnikova E.O. The problem of dust pollution of urban areas during earthworks and ways to solve it. *Alleja nauki* [Alley of Science], 2017, no. 14, pp. 676–688. (in Russian)

2. Sumerkin Yu.A. Review of research studies in the environmental safety of the urban environment of Russian settlements. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Building: Science and Education], 2017, vol. 7, no. 1(22), pp. 3. (in Russian) DOI: 10.22227/2305-5502.2017.1.3

3. Goverdovskaya L.G., Yushantsev A.K. Study of the processes of influence of road construction work on the environment. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2015, no. 1(18), pp. 72–80. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2015.01.12

4. Islam M.S., Ahmed M.K., Al-Mamun M.H., Eaton D.W. Human and ecological risks of metals in soils under different land-use types in an urban environment of Bangladesh. *Pedosphere*. 2020. N. 30 (2). P. 201–213.

5. Tskhovrebov E.S. Modeling of the ecological balance of the construction facility and demolition of buildings. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Building: Science and Education], 2017, vol. 7, no. 3(24), pp. 7. (in Russian) DOI: 10.22227/2305-5502.2017.3.6

6. Rodionovskaya I.S., Trofimova TE, Sorokoumova T.V. Children's rest in the urban environment. *Nauchnyj obzor* [Scientific review], 2016, no. 11, pp. 112–116. (in Russian)

7. Xia W., Du Y., Li F., Wang F., Song D. In-situ solidification/stabilization of heavy metals contaminated site soil using a dry jet mixing method and new hydroxyapatite based binder // *Journal of Hazardous Materials*. 2019. N. 369. P. 353–361.

8. Liu W., Liu S., Li X., Li Y., Mou Z. Comparison of Chinese and Danish Soil Legislation Based on Soil Heavy Metal Values in Contaminated Sites: A Case Study in Sichuan Soil and Sediment Contamination // *Soil and Sediment Contamination*. 2020. N. 29 (3). P. 355–368. DOI:10.1080/15320383.2020.1723488

9. Gainer A., Bresee K., Hogan N., Siciliano S.D. Advancing soil ecological risk assessments for petroleum hydrocarbon contaminated soils in Canada: Persistence, organic carbon normalization and relevance of species assemblages // *Science of the Total Environment*. 2019. N. 668. P. 400–410. DOI:10.1016/j.scitotenv.2019.02.459

10. Al-Obaidy N., Al-Shueli A., Sattar H., Majeed Z.N., Hamid A.H. An Experimental Study on Geotechnical and Electrical Properties of an Oil-Contaminated Soil at Thi-Qar Governorate //

EuInternational Review of Civil Engineering. 2019. N. 10 (3). P. 148–154. DOI:10.15866/irece.v10i3.16503

11. Vesnikova A.V. Study of soil contaminated with petroleum product chemistry residues. *Jekologija. Urbanizm* [Ecology. Urbanism], 2018, no. 1, pp. 337–341. (in Russian)

12. Oluremi J.R., Adedokun S.I. Valorization of spent engine oil contaminated lateritic soil with high calcium waste wood ash // *Journal of Engineering Research*. 2019. N. 7 (1).

13. Hewayde E., Abbas M., Kubba Z. Influence of engine oil on geotechnical properties of cohesive soil // *Engineering Research and Technology*. 2019. N. 12(1). P. 33–41.

14. Krüger A.L., Snyman R., Odendaal J. The impact of urban pollution on metal contamination of selected forest pockets in Cape Town // *Environmental Science and Pollution Research*. DOI: 10.1007/s11356-019-04679-0

15. Tabelin C.B., Igarashi T., Villacorte-Tabelin M., Ito M., Hiroyoshi N. Arsenic, selenium, boron, lead, cadmium, copper, and zinc in naturally contaminated rocks: A review of their sources, modes of enrichment, mechanisms of release, and mitigation strategies // *Science of the Total Environment*. 2018. N. 645. P. 1522–1553. DOI:10.1016/j.scitotenv.2018.07.103

16. Nazarov A.V. Impact of oil soil pollution on plants. *Vestnik Permskogo universiteta* [Bulletin of Perm University], 2007, no. 5(10), pp. 134–141. (in Russian) DOI:10.17816/ecogen15460-68

17. Franchuk G.M., Nikolaenko M.M. Forecast of soil and groundwater pollution with petroleum products for 2007. *Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova* [Bulletin of V.G. Shukhova BSTU], 2007, no. 1, pp. 78–81. (in Russian)

18. Golovanov A.I., Sychev S.M. Modeling the Absorption of Petroleum Products in Soils to Justify Ways to Clean Them from Pollution. *Melioracija i upravljenie vodnymi resursami* [Reclamation and Water Management], 2008, no. 6, pp. 31–33. (in Russian)

19. Pankratova K.G., Shchelkov V.I., Sazonov Yu.G. Determination of humus content in case of soil contamination with petroleum products. *Plodorodie* [Fertility], 2007, no. 4(37), pp. 20–21. (in Russian)

20. Makarov O.A., Kanzafarov E.R. Experience in assessing the resistance of urban soils to pollution and degradation. *Jekologii gorodskih territorij* [Ecology of urban areas], 2016, no. 4, pp. 33–39. (in Russian)

21. Roeva N.N., Voronich S.S., Khlovaev A.G., Zaitsev D.A., Voronich N.S. Study of the dynamics of accumulation of mobile forms of heavy metals, benzo (a) pyrene and petroleum products in the soils of urbanized territories. *Jekologija i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia], 2018, no. 22(8), pp. 39–43. (in Russian) DOI: 10.18412/1816-0395-2018-8-39-43

22. Chromov O.V. Influence of soil pollution with cobalt and manganese on growth rates of some species of flowering ornamental plants. *Problemy jekologii i ohrany prirody tehnogennogo regiona* [Problems of ecology and nature protection of the technogenic region], 2011, no. 1, pp. 275–290. (in Russian)

23. Petukhova L.V., Stepanova E.N. On the issue of the intensity of development of root systems of flower-ornamental plants. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: biologija i jekologija* [Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology], 2018, no. 1, pp. 131–137. (in Russian)

24. Kutz Y.N., Korolchenko I.A., Wexler G.B. Assessment of the Conditions for Penetration of Petroleum Products into the Soil in the Event of Corrosion Damage to the Tank Shell. *Izvestija MGTU MAMI* [Izvestia MSTU MAMI], 2012, no. 2(14), pp. 209–219. (in Russian)

Об авторе:

ГАЛИЦКОВА Юлия Михайловна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры природоохранного
и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

GALICKOVA Uliya M.

PhD in of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Nature Protection and
Hydrotechnical Construction Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya, 244

Для цитирования: Галицкова Ю.М. Исследование качественных свойств грунтов при проведении строительных работ // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 4. С. 69–75. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.09.

For citation: Galickova U.M. Research of qualitative properties of soils during construction works. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 4, pp. 69–75. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.09.