

N E W S**OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES**

ISSN 2224-5278

Volume 2, Number 422 (2017), 125 – 131

N. A. Bektenov, E. E. Ergozhin, K. A. Sadykov, C. B. RyspaevaInstitute of Chemical Sciences A. B. Bekturov, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: bekten_1954@mail.ru, kanat_sadykov_80@mail.ru**GETTING NEW CONCRETE MATERIALS BASED
ON INDUSTRIAL WASTE**

Abstract. Energy and environmental problems processing oil residues and various industrial wastes, the complexity of their composition necessitate the search for new technological methods of their processing. The paper describes methods for producing concrete materials from industrial wastes. Physico-chemical and mechanical properties of the concrete samples. An optimal composition of the concrete mixture and the possibility of its application in road construction. There remains the question of the involvement of recycling unused, cheaper and more accessible raw materials, including waste oil, etc. industries. In this connection, the problem of chemical processing and rational use of oil residues and industrial waste (ash, sludge, slag phosphate) – the most difficult type of hydrocarbon and mineral resources is very important.

The problem of large industrial regions is a lot of waste and pollution. Studies various industries and businesses has shown that there is significant potential to use waste to create new construction materials using technogenic raw materials.

On the basis of our developed methods have been designed for experimental and control samples of concrete materials of different compositions with the addition of various mineral materials and industrial wastes. Physico-chemical and mechanical properties of the concrete samples. The optimal composition of concrete and the possibility of using it in road construction.

Keywords: soil-concrete, concrete, phosphorus slag, dry sludge, industrial waste, contaminated soil, road construction.

УДК 691.3+691.4+625.7

Н. А. Бектенов, Е. Е. Ергожин, К. А. Садыков, С. Б. Рыспаева

АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

**ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ БЕТОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

Аннотация. Энергетические и экологические проблемы переработки нефтяных остатков и различных промышленных отходов, сложность их состава обуславливают необходимость поисков новых технологических приемов их переработки. Актуальным остается вопрос о вовлечении в переработку неиспользуемых, более дешевых и доступных видов сырья, в том числе, отходов нефтедобывающей и др. отраслей промышленности. В связи с этим, проблема химической переработки и рационального использования нефтяных остатков и промышленных отходов (золы, шламы, фосфорные шлаки) – самого сложного вида углеводородного и минерального сырья является весьма актуальной.

Проблема крупных промышленных регионов это большое количество отходов и загрязнение окружающей среды. Исследования различных производств и предприятий показали, что существует значительный потенциал в использовании вторичных отходов для создания новых строительных материалов с использованием техногенного сырья.

На основе разработанных нами способов были спроектированы экспериментальные и контрольные образцы бетонных материалов из разных составов с добавлением различных минеральных материалов и

промышленных отходов. Изучены физико-химические и механические свойства полученных бетонных образцов. Найден оптимальный состав бетонной смеси и возможность применения ее в дорожном строительстве.

Ключевые слова: грунтобетон, бетон, фосфорный шлак, сухой шлак, промышленные отходы, замазученный грунт (ЗМ), дорожное строительство.

Введение. В последнее время с развитием и расширением мелких и крупных городов, а также с появлением новых месторождений по добыче полезных ископаемых растет спрос на строительство дорог. В связи с этим все большее внимание ученых и производителей уделяется проблеме использования местного сырья и промышленных отходов для создания и развития дорожной инфраструктуры. Дорожное строительство является одним из наиболее материалоемких работ, требующее расширения ассортимента применяемых вяжущих и строительных смесей, основными компонентами которых могут быть разнообразные техногенные отходы. Для решения вышеуказанных проблем предпочтительно использовать местные техногенные материалы – отходы фосфорного, нефтяного и других промышленных отраслей [1-3].

Использование фосфорного шлака является снижением воздействия предприятий фосфорной промышленности РК на компоненты окружающей среды путем использования промышленных отходов в качестве сырья для строительной индустрии и дорожного строительства. Эффективность исследования по утилизации крупнотоннажных отходов фосфорной промышленности Жамбылского региона – фосфорные шлаки с получением на их основе бетонных и композиционных строительных материалов [4, 5].

Проблема крупных промышленных регионов это большое количество отходов и загрязнение окружающей среды. Исследования различных производств и предприятий показали, что существует значительный потенциал в использовании вторичных отходов для создания новых строительных материалов с использованием техногенного сырья [6-8].

Во многих технологических процессах, главным образом, благодаря скорости нагрева всей толщины материала со снижением температурных градиентов, что позволило сократить время обработки и сохранения энергии.

По литературным данным известно что после обработки грунтов СВЧ- током (микроволновая излучения) в результате фазовых превращений и химических реакций отмечено изменение состава грунта. Изменение минерального состава при термообработке влечет за собой изменение структуры и микроструктуры грунта. Наблюдается существенное изменение пористости, среднего диаметра пор и плотности образцов грунта. Так, например, нагрев суглинка до 350–500 С приводит к увеличению пористости и среднего диаметра пор в результате дегидратации и начинающегося разрушения кристаллической решетки, что вызывает снижение на 5-6 % плотности грунта. При дальнейшем нагреве до 1000 С пористость и средний диаметр пор уменьшаются, происходит преобразование минералов, остеклование грунтовой массы. Плотность грунта по сравнению с исходной увеличивается на 4-4,5 % [9, 10].

Есть преимущества микроволнового метода по сравнению с традиционной тепловлажностной обработкой бетона с использованием пара в качестве теплоносителя. Это ускоряет затвердевание изделий из бетона [11].

Авторами получен патент для ускорителя затвердевания бетона, относящимися к строительным материалам из отходов и различных минеральных частиц: угольная зола, порошок боксит, модифицированный каолин, сахарный тростник на микроволновой обработке [12].

С целью получения новых различных бетонных материалов нами были разработаны способы получения и нахождения оптимального состава на основе замазученного грунта, сухого шлама и различных минеральных материалов. На основе разработанных способов были спроектированы экспериментальные и контрольные образцы бетонных материалов из разных составов с добавлением различных минеральных материалов и промышленных отходов.

Для проведения научно-исследовательской работы использовались промышленные отходы - замазученный грунт и шламы Западного Казахстана, фосфорные шлаки Новоджамбульского фосфорного завода (НДФЗ), а также различные минеральные материалы (цеолит, керамзит и др.). Все шлаки и шламы в том числе замазученный грунт предварительно обработаны микроволновым излучением на бытовой микроволновой печи «Samsung» мощности 900 Вт, 2450 МГц, в течение от 10 до 30 минут для дальнейшего использования.

После микроволновой обработки сухой шлак потерял вес около 10%, после 20 минут обработки потеря веса шлака составило 19 %, потеря веса замазученного грунта около 23 % при 20 минутном излучении. Это связано с процессом дегидратации, выделением свободной и кристаллогидратной воды, а также сжиганием органической примеси (нефтяные пятна). Под воздействием МВИ можно удалять слабо связанную воду, которая плохо влияет на качество грунто- и асфальтобетона. А также можно получить кристаллогидраты нужного состава, или полностью обезвожить их.

В результате обработки микроволнового излучения (МВИ) сухого шлака происходит аморфизация глинистых материалов, диссоциация карбонатов и минералообразование. Обработанный шлак использовался для получения грунто- и асфальтобетонных смесей как основного наполнителя и заполнителя.

Для изучения микроструктуры грунтобетонных образцов была сделана микрофотография на сканирующем электронном микроскопе JSM-6610LV JEOI Японии.

Микроструктура (рисунок 1) грунтобетона с добавкой фосфорного (НДФЗ г. Тараз) шлака представляет неравномерные игольчатые кристалльные отростки, которые способствуют формированию мелкопористой и прочной каменной структуры. Игольчатая форма зерен определяет основное направление его использования в качестве армирующего элемента. Использование фосфорного шлака в качестве заполнителя приводит к образованию муллита и волластонита, это в свою очередь повышает прочность грунтобетонного материала.

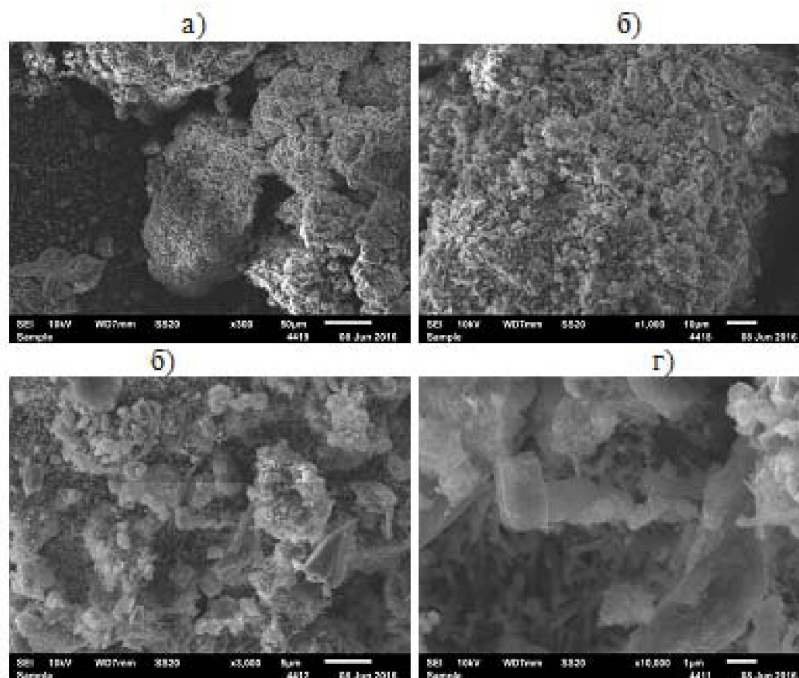


Рисунок 1 – Микрофотография образцов грунтобетонного материала с добавлением фосфорного шлака, увеличенный: а) x300, б) x1000, в) x3000, г) x10000

В таблице 1 представлен состав элементного анализа грунтобетона с добавкой фосфорного шлака. Из элементного анализа можно увидеть, что данные нескольких элементов совпадают.

Из рисунка 2 можно заметить структуру минеральных зерен, которые имеют неправильную форму. В самой структуре сухого шлака присутствуют полости и каналы в плотной кристаллической решетке. Благодаря этим структурам шлак обладает высокой удельной поверхностью, чем обуславливается его реакционная способность. Присутствующие в составе сухого шлака кварцы, кристоблиты, монтмориллониты и полевые шпаты, которые обеспечивают прочность грунтобетонного материала.

Таблица 1 – Результаты анализа грунтобетона с добавлением фосфорного шлака

Элементы	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 3	Среднее, масс. %
O	49,60	49,35	49,88	49,61
Na	0,82	0,47	0,83	0,71
Mg	1,31	1,28	1,58	1,39
Al	2,93	2,28	3,94	3,05
Si	11,30	8,83	11,42	10,52
P	0,82	0,13	0,14	0,36
S	1,23	1,31	1,44	1,33
Cl	0,15	0,12	0,14	0,14
K	0,88	0,44	0,98	0,77
Ca	29,20	34,15	27,52	30,29
Ti	0,17	0,09	0,15	0,14
Fe	1,58	1,54	1,96	1,69
Итого	100,00	100,00	100,00	100,00

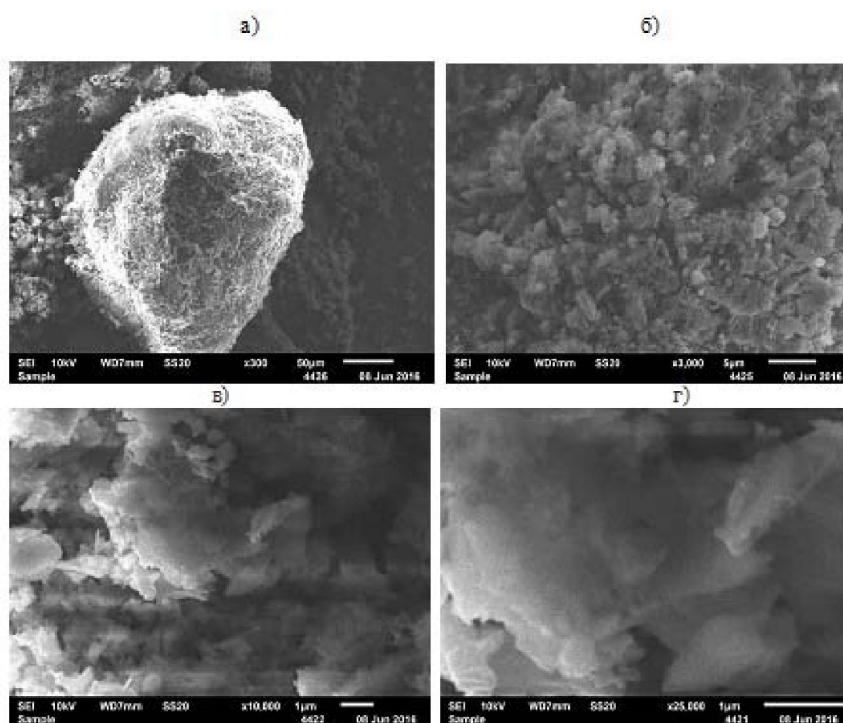


Рисунок 2 – Микрофотография образцов грунтобетонного материала с добавлением сухого шлака, увеличенный: а) x300, б) x3000, в) x10000, г) x25000

В таблице 2 представлены результаты элементного анализа грунтобетонного образца с добавкой сухого шлака (JSM-6610LV сканирующий электронный микроскоп, JEOL Япония).

Таблица 2 – Элементный состав грунтобетона с добавлением сухого шлама

Элементы	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 3	Среднее, масс, %
O	50,95	50,54	51,29	50,93
Na	0,90	0,87	0,63	0,80
Mg	1,40	1,74	2,07	1,74
Al	3,87	4,01	4,30	4,06
Si	11,07	12,69	14,04	12,60
S	1,57	1,12	1,00	1,23
Cl	0,18	0,19	0,17	0,18
K	0,73	0,71	1,11	0,85
Ca	27,14	24,72	23,29	25,05
Ti	0,18	0,19	0,17	0,18
Fe	2,02	3,23	1,93	2,39
Итого	100,00	100,00	100,00	100,00

Прочность бетонных образцов была испытана в испытательной лаборатории ТОО «ЦелСИСИМ», г. Алматы согласно требованиям по ГОСТ 12730.1-78, ГОСТ 10180-2012. Экспериментальные данные показали, что полученные грунтобетонные материалы (образцы № 1-Ц, 3-Ф, 4-СП, 6-К) имеют хороший предел прочности на сжатие водонасыщенных образцов в возрасте 28 суток, которые вполне соответствуют по СНиП, для 2 класса прочности составляющей 4,2-5,7 МПа, относящийся к марке М50 (таблица 3).

Таблица 3 – Предел прочности грунтобетонных материалов на сжатие водонасыщенных образцов в возрасте 28 суток

Образцы	Наименование показателя	Фактическое значение
(1-Ц) с добавлением цеолита	Средняя плотность, кг/м ³	1840,0
	Прочность при сжати, МПа не менее	4,7
(3-Ф) с добавлением фосфорного шлака	Средняя плотность, кг/м ³	1780,0
	Прочность при сжати, МПа не менее	4,2
(4-СП) с добавлением сухого шлама	Средняя плотность, кг/м ³	1932,0
	Прочность при сжати, МПа не менее	5,7
(6-К) с добавлением керамзита	Средняя плотность, кг/м ³	1552,0
	Прочность при сжати, МПа не менее	5,2

Цементобетонные образцы на основе строительно-промышленных отходов (образцы № 2- СШ, 5-Ф) также имеют неплохой результат на сжатие в возрасте 28 суток 23,4-24,3 МПа, ближе к марке М250 (25,69 МПа) (таблица 4).

Таблица 4 – Предел прочности цементобетонных материалов на сжатие водонасыщенных образцов в возрасте 28 суток

Образцы	Наименование показателя	Фактическое значение
(2-Ц) с добавлением цеолита	Средняя плотность, кг/м ³	2169,0
	Прочность при сжати, МПа не менее	24,3
(5-Ф) с добавлением фосфорного шлака	Средняя плотность, кг/м ³	2184,0
	Прочность при сжати, МПа не менее	23,4

Таким образом разработаны способы получения новых грунто- и цементобетонов из отходов промышленности (замазученный грунт ЖанаОзень, сухой шлам Кашагана, фосфорные шлаки НДСЗ, и т.д.) и различных минеральных материалов. Полученные бетонные материалы можно использовать в дорожном строительстве (тротуары, дорожные основания), а также для строительства различных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ергожин Е.Е., Бектенов Н.А., Садыков К.А., Байдуллаева А.К. Термическое и термогравиметрическое исследование грунтобетонов на основе промышленных отходов и портландцемента // Химический журнал Казахстана. – 2016. – № 4. – С. 46-54.
- [2] Guoping Qian, Ph.D., Shiyao Bai, Suoji Ju, Tuo Huang. Laboratory Evaluation on Recycling Waste Phosphorus Slag as the Mineral Filler in Hot-Mix Asphalt // Journal of Materials in Civi Engineering. – July 2013. – Vol. 25. – Issue 7.
- [3] Jan Bijen. Benefits of slag and fly ash // Construction and Building Materials. – 1996. – Vol. 10. – P. 309-314.
- [4] Turgumbayeva H.H., Lapshina I.Z., Beysekova T.I., Kerimbayeva I.N., Abdualyeva Z.U. Method of planning of rational composition a multicomponent mineral binders composition basing on man-made materials of zhambyl industrial hub // Modern problems of science and education. – 2015. – N 10(1). – P. 71-76.
- [5] Суранкулов Ш.Ж. Строительство дорог из отходов химической промышленности // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12: Молодежь в науке – инновационный потенциал будущего». – Астана, 2016. – Т. 1, ч. 3. – С. 235-237.
- [6] Chen C., Habert G., Bouzidi Y., Jullien A., Ventura A. LCA allocation procedure used as an incitative method for waste recycling: An application to mineral additions in concrete // Resources, Conservation and Recycling. – 2010. – Vol. 54. – P. 1231-1240.
- [7] Manjit Singh, Mridul Garg. Cementitious binder from fly ash and other industrial wastes // Cement and Concrete Research. – 1999. – Vol. 29. – P. 309-314.
- [8] Murtazaiev Said-Alvi Y., Lesovik V.S., Bataiev D.K., Chernysheva N.V., Saidumov M.S. Fine-Grainedcellular concrete creep analysis technique with consideration forcarbonation // Modern Applied Science. – 2015. – Vol. 9, N 4. – P. 124-131.
- [9] Рахманкулов Д.Л., Шавшукова С.Ю., Даминев Р.Р., Бикбулатов И.Х. Микроволновое излучение и интенсификация химических процессов. – М.: Химия, 2003. – 220 с.
- [10] Бабин Л.И., Спектор Ю.И., Смирнов Ю.Ю. Экспериментальные исследования, термического закрепления грунтов на лабораторной установке СВЧ-энергии // Методические указания к лабораторным работам. – Уфа: УГНТУ, 1991.
- [11] Nefedov V.N., Mamontov A.V. The concrete treatment with the use of microwave radiation // Crimean conference "Microwave & telecommunication technology". – Sevastopol. – Crimea. – 6-12 September 2015. – P. 944-945.
- [12] Wang Wenbin, Mao Kai, Wang Ran, Wang Wenfei. Faming zhuanli shenqing // China, database: caplus. – 2015. – CN 105174787A. – 2015. – P. 1223.

REFERENCES

- [1] Ergozhin E.E., Bektenov N.A., Sadykov K.A., Baidullaeva A.K. Thermal and Thermogravimetric study soil-concrete based on Portland cement and industrial wastes. *Chemical Journal of Kazakhstan*. **2016**. N 4. P. 46-54.
- [2] Guoping Qian, Ph.D., Shiyao Bai, Suoji Ju and Tuo Huang. Laboratory Evaluation on Recycling Waste Phosphorus Slag as the Mineral Filler in Hot-Mix Asphalt. *Journal of Materials in Civi Engineering*. **2013**. July. Vol. 25. Issue 7.
- [3] Jan Bijen. Benefits of slag and fly ash. *Construction and Building Materials*. **1996**. Vol. 10. P. 309-314.
- [4] Turgumbayeva H.H., Lapshina I.Z., Beysekova T.I., Kerimbayeva I.N., Abdualyeva Z.U. Method of planning of rational composition a multicomponent mineral binders composition basing on man-made materials of zhambyl industrial hub. *Modern problems of science and education*. **2015**. N 10(1). P. 71-76
- [5] Sooronkulov S.J. Road construction waste from the chemical industry. *Materials of the Republican scientific-theoretical conference "Seyfullin reading-12: Youth in science - inovative potential of the future."* Astana in **2016**. Vol. 1, ch. 3. P. 235-237.
- [6] Chen C., Habert G., Bouzidi Y., Jullien A., Ventura A. LCA allocation procedure used as an incitative method for waste recycling: An application to mineral additions in concrete. *Resources, Conservation and Recycling*. **2010**. Vol. 54. P. 1231-1240.
- [7] Manjit Singh, Mridul Garg. Cementitious binder from fly ash and other industrial wastes. *Cement and Concrete Research*. **1999**. Vol. 29. P. 309-314.
- [8] Murtazaiev Said-Alvi Y., Lesovik V.S., Bataiev D.K., Chernysheva N.V., Saidumov M.S. Fine-Grainedcellular concrete creep analysis technique with consideration forcarbonation. *Modern Applied Science*. **2015**. Vol. 9, N 4. P. 124-131.
- [9] Rahmankulov D.L., Shavshukova S.Y., Daming R.R., Bikbulatov I.X. Microwaves and intensification of chemical processes. *M.: Chemistry*, **2003**. 220 p.
- [10] Babin L.I., Spector Y.I., Smirnov Y.Y. Experimental studies thermal zakrepleniya soil in a laboratory microwave energy. *Methodical instructions to laboratornym work. Ufa: UGNTU*. **1991**.
- [11] Nefedov V.N., Mamontov A.V. The concrete treatment with the use of microwave radiation. *Crimean conference "microwave & telecommunication technology". Sevastopol. Crimea. 6-12 September*. **2015**. P. 944-945.
- [12] Wang Wenbin, Mao Kai, Wang Ran, Wang Wenfei. Faming zhuanli shenqing. *China, database: caplus*. **2015**. CN 105174787A. P. 1223.

Н. А. Бектенов, Е. Е. Ергожин, К. А. Садыков, С. Б. Рыспаева.

«Ө. Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫ НЕГІЗІНДЕ ЖАҢА БЕТОН МАТЕРИАЛДАРЫН АЛУ

Аннотация. Өртүрлі энергетикалық және экологиялық проблемаларды шешу мақсатында өнеркәсіп, мұнай қалдықтарын қайта өңдеудің жаңа технологияларын табуы қажет етеді. Мұнай өндіруші және басқа да өнеркәсіп қалдықтарын, сонымен қатар арзан әрі қолжетімді шикізатты қайта өңдеу мәселесі өзекті болып табылады. Осыған байланысты көмірсутектердің және минералды шикізаттардың күрделі қосылыстары – мұнай және өнеркәсіп қалдықтарын (күл, шламдар, фосфор шлактары) химиялық өңдеу мен рационалды пайдалану мәселесі өзекті.

Ірі өндіріс аймақтары үшін басты мәселе – көп мөлшердегі қалдықтар мен қоршаған ортаның ластануы. Өртүрлі өндіріс орындарын зерттеу нәтижесінде, жаңа құрылыс материалдарын алуда техногенді шикізат пен қалдықтарды екіншілік қолдану айтарлықтай потенциалға ие екендігін көрсетті.

Біз дайындаған әдістер негізінде өртүрлі минералды материалдар мен өнеркәсіп қалдықтарын қолдану арқылы бетон материалдарының эксперименталды және бақылау үлгілері жобаланды. Алынған бетон үлгілерінің физика-химиялық және механикалық қасиеттері зерттелді. Бетон қоспасының оптималды құрамы табылды және жол құрылысында қолданылу мүмкіндігі қарастырылды.

Түйін сөздер: топырақбетон, бетон, фосфор шлағы, құрғақ шлам, өнеркәсіп қалдықтары, мазутпен лас-танған топырақ, жол құрылысы.