

# Исследование структуры пористых заполнителей на основе лессовидного суглинка с добавлением органической смеси

<sup>1</sup>\*ШИНГУЖИЕВА Алтынай Бакытжановна, PhD, и.о. доцента, shing.a@mail.ru,

<sup>1</sup>КУРМАНИЯЗОВА Нургуль Жумагалиевна, м.т.н., старший преподаватель, nurgul\_2303@mail.ru,

<sup>1</sup>УРАЗОВА Алия Фрунзеевна, м.т.н., зам. директора, urazova\_17@list.ru,

<sup>1</sup>Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Казахстан, Уральск, ул. Жангир хана, 51,

\*автор-корреспондент.

**Аннотация.** В работе представлен зарубежный и отечественный обзор литературы по производству керамзита, где в качестве корректирующих добавок используют сточные воды, строительные отходы, шлаки, фосфогипс, продукт абсорбции гипохлоритом натрия винилхлорида, нефтешламы и др. В экспериментах использованы лессовидные суглинки как основное сырье и нефтешламы как корректирующая и модифицирующая добавка в составе органической смеси. Проводились исследования микроструктуры образцов керамзита на основе лессовидного суглинка с добавлением органической смеси двух композиций «лессовидный суглинок-нефтешлам» и «мелкозернистый песок-нефтешлам». Результаты исследований показали, что с добавлением органической смеси на основе нефтешлама в двух исследуемых композициях, получается поверхность гранул уплотненная с закрытой пористостью. Данный факт говорит о том, что повышается прочность гранул, уменьшается их водопоглощение. Использование в бетоне в качестве заполнителя гранул с закрытой пористостью потребуют меньшего расхода воды, а также вяжущего, что обеспечит требуемую подвижность бетонной смеси.

**Ключевые слова:** закрытая пористость, нефтешламы, композиция, микроструктура, водопоглощение, прочность, лессовидный суглинок, заполнители, органическая смесь, конгломерат, непроницаемая поверхность.

**Введение.** На заводах при производстве некоторых строительных материалов, таких как керамические кирпичи, керамзит, требуются большие энергетические ресурсы, так как они обжигаются до высоких температур (800-1250°C). Поскольку с каждым годом увеличивают тарифы на энергоресурсы и для того, чтобы уменьшить себестоимость выпускаемой продукции, нужно снижать энергозатраты на их производство [1].

Керамзит – легкий пористый строительный материал, который применяется как заполнитель в составе бетона, в качестве теплоизоляции.

Существуют проблемы по производству керамзита, такие как ограниченность сырьевых материалов, имеющееся сырье – суглинки по своим физико-механическим показателям не пригодны для производства качественного продукта.

В связи с вышесказанным, актуальным является использование в производстве легкого заполнителя (керамзита) глинистых материалов, удовлетворяющих всем требованиям.

Зарубежные ученые доказали возможность использования в керамзите сточных вод [2], стро-

ительных отходов от сноса зданий [3], отходов стекла [4], в результате чего получается прочный и качественный керамзит.

Известен [5] способ получения пористой керамики. Основные сырьевые материалы: глины и угольные компоненты. Давление прессования составляло 25,1 МПа, обжиг азота при 1400-1450°C продолжался более 34 часов. Получен продукт с улучшенными физико-механическими показателями.

Авторы [6] исследовали керамическую смесь на основе бентонитовой глины до 80-82% с добавлением шлака до 11-15% и фосфорного фосфогипса до 5-7%. Полученные экспериментальные данные позволяют заключить, что данную смесь можно использовать при производстве керамзита.

Зарубежные авторы [7] исследовали возможность использования нефтяных отходов в производстве керамзита, газобетона, шламобетона и др. Результаты исследований показали, что при обжиге керамзита снижается расход топлива (добавка нефтешлама до 10%) и насыпная плотность

(с 20 до 50% нефтяной добавки). Рациональное использование нефтяных отходов в производстве материалов способствует решению важных экологических задач.

Известно, что обжиг изделий – ответственный технологический процесс, так как от этого зависит получение качественных материалов с требуемыми характеристиками [8, с. 330].

**Материалы и методы исследований.** В работе основным компонентом в производстве керамзита выбран лессовидный суглинок, а в качестве добавки – нефтешламы ТОО «Жайкмунай» Западного Казахстана. Сначала готовили органическую смесь в 2 системах: 1 – «лессовидный суглинок-нефтешлам» и 2 – «мелкозернистый песок-нефтешлам» [1]. Для приготовления керамической массы в основное сырье – суглинок добавляли органическую смесь, воду. Далее их формовали в виде гранул и обжигали в обжиговой печи при определенной температуре.

Вспучивание суглинка в рассматриваемых системах при скоростном обжиге влияет на структуру готового материала и формирует их физические и механические свойства. Готовый материал обладает легкостью, высокими прочностными и теплоизоляционными свойствами, структура получается поризованная.

На вспучиваемость и образование поризованной структуры влияет корректирующая добавка в виде органической смеси с нефтешламом в двух рассматриваемых системах. Наличие в лессовидном суглинке кальцита, гематита, кварца, а в нефтешламах – органических веществ

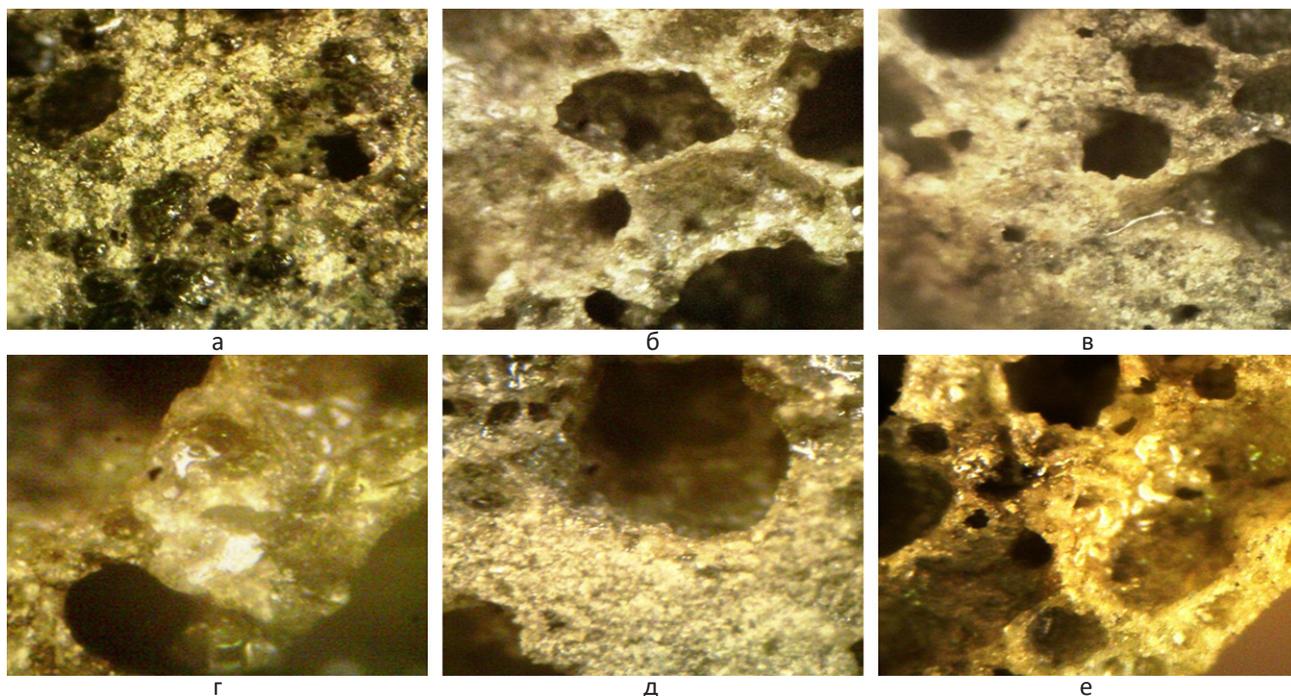
способствовало вспучиваемости керамической массы и получению легкой пористой структуры керамзита.

Для определения оптимального соотношения керамических композиций применяли метод математического планирования. Установлено, что оптимальным соотношением шихтовой массы в 1 составе – 10, 15% добавки, остальное – суглинок. Микроструктуру керамзита исследовали на оптико-цифровом микроскопе марки «WebberG50s». На рисунках 1 и 2 показаны микроструктуры керамзита в различных увеличениях [1].

**Результаты исследований.** Результаты экспериментальных работ структуры керамзита с добавлением органической смеси 10% показали, что в нем размеры пор округлой формы составляют до 40 мкм [1] с равномерным их размещением. Крупные поры – сообщающиеся. Остеклованная поверхность пор свидетельствует о появлении большого количества эвтектического расплава во время обжига.

Результаты микроструктуры керамзита с добавлением органической смеси 15% показали, что поверхность гранул уплотненная, с закрытой пористостью. Это говорит о том, что с уменьшением водопоглощения повышается прочность гранул. Для обеспечения подвижности бетонной смеси целесообразно использовать заполнители с закрытой пористостью, уменьшается расходование воды и вяжущего.

Анализ микроструктуры керамзита и его пор определяет закономерность процессов структурообразования при обжиге образцов. Положи-



а) увеличение – х100. Внутренняя структура; б, в) увеличение – х400. Внутренняя структура; г, д) увеличение – х600. Внутренняя структура. е) увеличение – х400. Краевая зона гранул

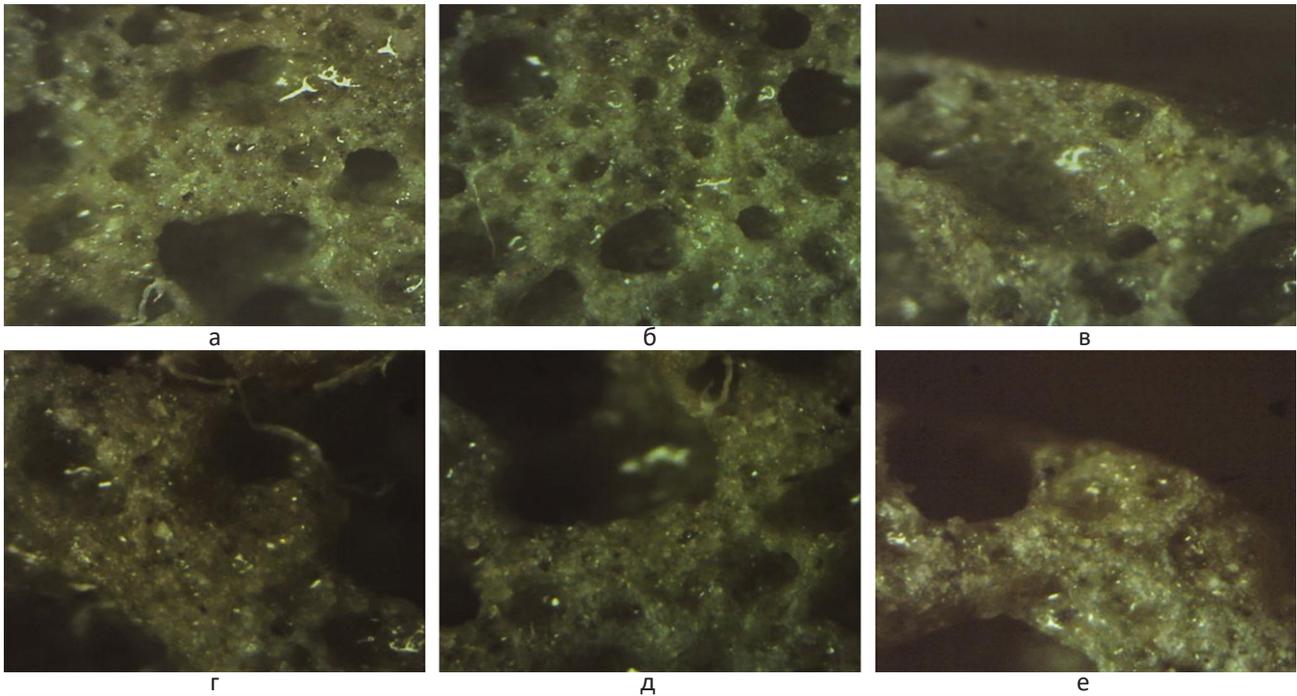
Рисунок 1 – Микроструктура керамзита на основе суглинка с добавкой смеси «лессовидный суглинок-нефтешлам» в количестве 10%

тельным эффектом является водонепроницаемая плотная поверхность гранул.

При контактном спекании частиц в керамических массах во время обжига выгорают органиче-

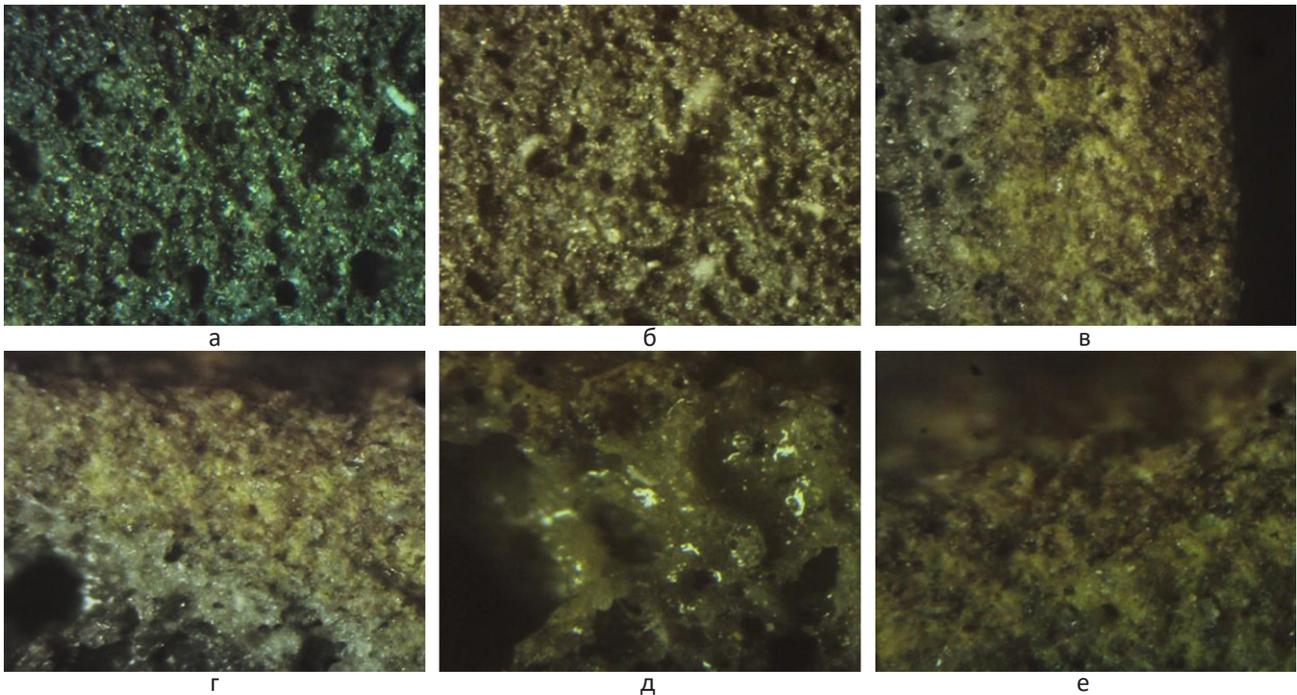
ские вещества нефтешлама, формируется прочная и пористая структура керамзита.

На рисунках 3 и 4 показаны микроструктуры заполнителя оптимальных составов с добавлени-



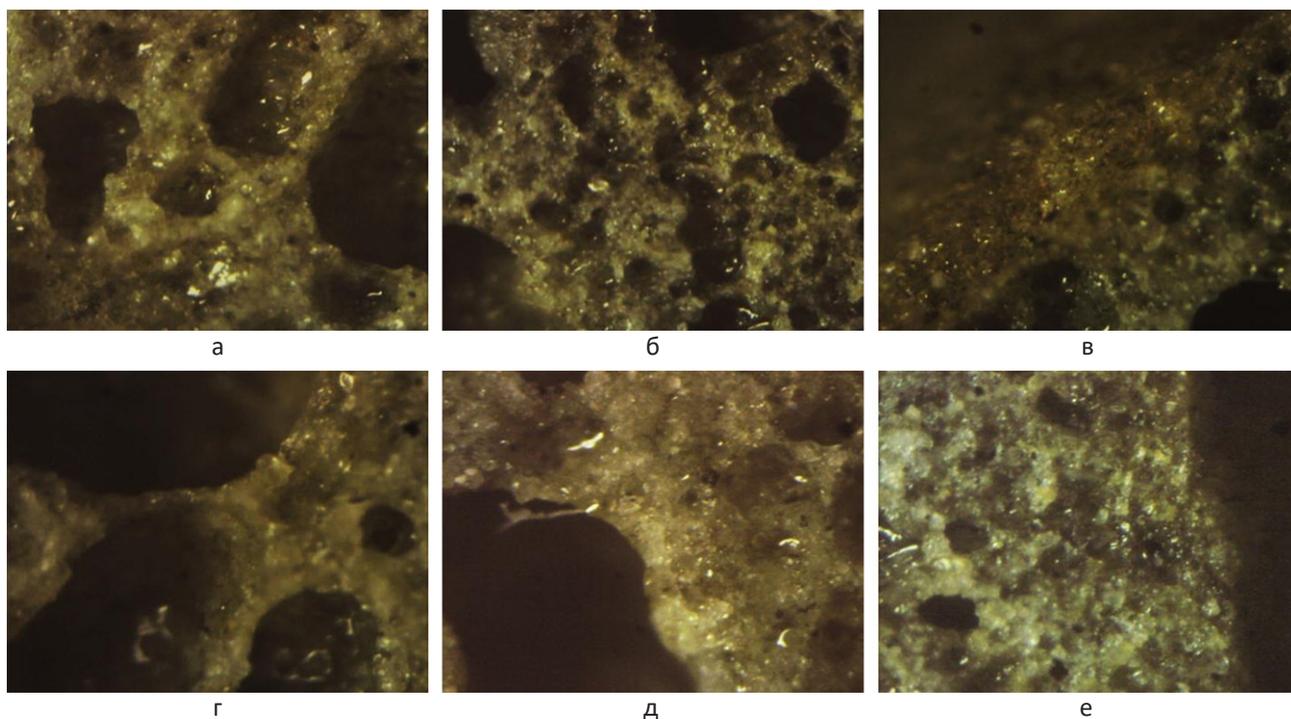
а, б) увеличение – х100. Внутренняя структура; в) увеличение – х100. Краевая зона гранул;  
г, д) увеличение – х200. Внутренняя структура; е) увеличение – х200. Краевая зона гранул

Рисунок 2 – Микроструктура керамзита на основе суглинка с добавкой смеси в системе «лессовидный суглинок-нефтешлам» в количестве 15%



а, б) увеличение – х100. Внутренняя структура; в, г) увеличение – х100. Краевая зона гранул;  
д) увеличение – х200. Внутренняя структура; е) увеличение – х200. Краевая зона гранул

Рисунок 3 – Микроструктура керамзита на основе суглинка с добавкой смеси в системе «мелкозернистый песок-нефтешлам» в количестве 15%



а, б) увеличение –  $\times 100$ . Внутренняя структура; в) увеличение –  $\times 100$ . Краевая зона гранул;  
г, д) увеличение –  $\times 200$ . Внутренняя структура; е) увеличение –  $\times 200$ . Краевая зона гранул

Рисунок 4 – Микроструктура керамзита на основе суглинка с добавлением смеси в системе «мелкозернистый песок-нефтешлам» в количестве 25%

ем органоминеральной добавки в количестве 15 и 25%.

Анализ керамзита с добавлением органической смеси 15% показал, что микроструктура – классическая. Так как происходит восстановление оксидов железа, внутренняя структура керамзита черного цвета с пористой структурой. Это способствовало образованию пор за счет выделения газообразных веществ, присутствующих в нефтешламе. Снаружи керамзит имеет плотную корочку, что делает его актуальным в применении в качестве прочного заполнителя для получения высокопрочных бетонов.

Из рисунка 4 видно, что с добавлением органической смеси 25%, в структуре керамзита поры имеют округлую форму и практически равномерно распределены. Шероховатая поверхность гранул способствует лучшему его сцеплению в составе бетонов.

**Заключение.** Таким образом, микроскопические исследования пористой структуры образцов, показали, что поры равномерно распределены по всему объему. Наружная плотная непроницаемая поверхность способствует уменьшению водопоглощения, а шероховатая поверхность – лучшему сцеплению заполнителей в составе бетона.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шингужиева А.Б. Технологические параметры производства и физико-механические свойства керамзита на основе не вспучивающихся глин, модифицированных нефтешламами: Дисс. ... доктора PhD: 6D073000: защищена 19.04.2018: утв. 28.06.2018. Шингужиева Алтынай Бакытжановна. – Кызыл-Орда, 2018. – 123 с.
2. Cheeseman CR, Viridi GS. Properties and microstructure of lightweight aggregate produced from sintered sewage sludge ash. ResourConserRecycl 2005; 45(1):18-30.
3. Chuan Wang, Jian-Zhi Wu & Fu-Shen Zhang. Development of porous ceramsite from construction and demolition waste / Environmental Technology. Volume 34, Issue 15, 2013. pp. 2241-2249.
4. Bui Le Anh Tuan, Chao-Lung Hwang, Kae-Long Lin, Yuan-Yuan Chen, Mung-Pei Young. Development of lightweight aggregate from sewage sludge and waste glass powder for concrete // Construction and Building Materials. No. 47. – 2013. – P. 33433.
5. Патент № RU2012155139-A. Способ получения пористой проницаемой керамики, включающей смешивание глины и угольных компонентов, чтобы получить смесь пористой проницаемой керамики с помощью прессования и последующего обжига при заданной температуре / Домогаров Ю., Николаев А.Б., Илюхин В. Главная МПК C04B-038/06. Принят 20 декабря 2012 г. Дата опубл. 27 июня 2014 г.
6. Патент № RU2012106593. Смесь для производства керамзита, имеющая бентонитовую глину, шлак и фосфорный фосфо-

гипс в определенных количествах / Щепочина А. Главная МПК С04В-033/132. Принят 22 февраля 2012 г. Опубликовано 20 ноября 2013 г.

7. Абдрахимов В.З, Абдрахимова Е.С., Колпаков Е.В., патент (RU 2493119). Керамическая композиция для производства пористого заполнителя. Приоритет заявки: 2012-03-22. Дата публикации: 2013-09-20. Бюл. № 26.
8. Петров, В.П. Пористые заполнители и легкие бетоны. Материаловедение. Технология производства: учебное пособие / В.П. Петров, Н.И. Макридин, В.Н. Ярмаковский; Самарск. гос. арх.-строит ун-т. – Самара, 2009. – С. 12.

### **Органикалық қоспаны қосу арқылы лесті саздақ негізінде кеуекті толтырғыштарының құрылымын зерттеу**

<sup>1\*</sup>**ШИНГУЖИЕВА Алтынай Бақытжанқызы**, PhD, доцент м.а., shing.a@mail.ru,

<sup>1</sup>**КУРМАНИЯЗОВА Нургуль Жумағалиқызы**, т.ф.м., аға оқытушы, nurgul\_2303@mail.ru,

<sup>1</sup>**УРАЗОВА Алия Фрунзеқызы**, т.ф.м., директордың орынбасары, urazova\_17@list.ru,

<sup>1</sup>Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Қазақстан, Орал, Жәңгір хан көшесі, 51,

\*автор-корреспондент.

**Аңдатпа.** Жұмыста түзетуші қоспалар ретінде ағынды сулар, құрылыс қалдықтары, шлактар, фосфогипс, натрий гипохлоритінің сіңіру өнімі, винилхлорид, мұнай шламы және басқалары кеңейтілген керамзит өндірісінде қолданылатыны туралы әдебиеттерге шетел және отандық шолу ұсынылған. Эксперименттерде органикалық қоспаның құрамындағы түзетуші және модификациялаушы қоспа ретінде негізгі шикізат ретінде лесті саздақтар және органикалық қоспаның құрамындағы мұнай шламдары қолданылды. Органикалық қоспасын қосумен «лесті саздақ-мұнай шламы» және «ұсақ түйіршікті құм-мұнайшламы» композициялардың лесті саздақ негізінде керамзит үлгілерінің микроқұрылымына зерттеулер жүргізілді. Зерттеу нәтижелері екі зерттелген композициялардың мұнай шлам негізінде органикалық қоспаны қосқанда түйіршіктердің беті жабық кеуектілікпен тығыздалғанын көрсетті. Бұл факт түйіршіктердің беріктігі артып, олардың су сіңуі төмендейтіндігін айтады. Толтырғыш ретінде бетондағы кеуекті жабық түйіршіктерді пайдалануы судың аз шығынын, бетон қоспасының қажетті қозғалғыштығын қамтамасыз ететін байланыстырғышты қажет етеді.

**Кілт сөздер:** жабық кеуектілік, мұнайшлам, композиция, микроқұрылым, су сіңуі, беріктік, лесті саз, толтырғыштар, органикалық қоспа, конгломерат, өткізбейтін беті.

### **Research of the Structure of Porous Fillers on the Basis of Loess-like Loam with Addition of Organic Mixture**

<sup>1\*</sup>**SHINGUZHIEVA Altynay**, PhD, Acting Associate Professor, shing.a@mail.ru,

<sup>1</sup>**KURMANIYAZOVA Nurgul**, Mast. of Tech. Sci., Senior Lecturer, nurgul\_2303@mail.ru,

<sup>1</sup>**URAZOVA Aliya**, Mast. of Tech. Sci., Deputy Director, urazova\_17@list.ru,

<sup>1</sup>Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University, Kazakhstan, Oral, Zhangir Khan Street, 51,

\*corresponding author.

**Abstract.** The work presents a foreign and domestic review of literature on the production of expanded clay, where wastewater, construction waste, slag, phosphogypsum, the absorption product of sodium hypochlorite, vinyl chloride, oil sludge etc. are used as corrective additives. In the experiments, loesslike loams, as the main raw material, and oil sludge, as a correcting and modifying additive in the composition of the organic mixture were used. The microstructure of claydite samples based on loess-like loam with the addition of organic a mixture of two compositions «loess like loam-oil sludge» and «fine-grained sand-oil sludge». The research results showed that with the addition of an organic mixture based on oil sludge in the two studied compositions, the surface of the granules is compacted with closed porosity. This fact suggests that the strength of the granules increases, their water absorption decreases. The use of granules with closed porosity in concrete as a filler will require less water consumption, as well as a binder, which will provide the required mobility of the concrete mixture.

**Keywords:** closed porosity, oil sludge, composition, microstructure, water absorption, strength, loess-like loam, fillers, organic mixture, conglomerate, impervious surface.

REFERENCES

1. Shinguzhieva A.B. Tekhnologicheskie parametry proizvodstva i fiziko-mekhanicheskie svoystva keramzita na osnove nevspuchivayushchihsya glin, modificirovannyh nefteshlamami: Diss. ... doktora PhD: 6D073000: zashchishchena 19.04.2018: utv. 28.06.2018. SHinguzhieva Altynaj Bakytzhanovna. – Kyzyl-Orda, 2018. – 123 p.
2. Cheeseman CR, Viridi GS. Properties and microstructure of lightweight aggregate produced from sintered sewage sludge ash. *ResourConserRecycl* 2005; 45(1):18-30.
3. Chuan Wang, Jian-Zhi Wu & Fu-Shen Zhang. Development of porous ceramsite from construction and demolition waste / *Environmental Technology*. Volume 34, Issue 15, 2013. pp. 2241-2249.
4. Bui Le Anh Tuan, Chao-Lung Hwang, Kae-Long Lin, Yuan-Yuan Chen, Mung-Pei Young. Development of lightweight aggregate from sewage sludge and waste glass powder for concrete // *Construction and Building Materials*. No. 47. – 2013. – p. 33433.
5. Patent No. RU2012155139-A. Sposob polucheniya poristoj pronicaemoj keramiki, vklyuchayushchej smeshivanie gliny i ugol'nyh komponentov, chtoby poluchit' smes' poristoj pronicaemoj keramiki s pomoshch'yu pressovaniya i posleduyushchego obzhiga pri zadannoj temperature / Domogarov YU., Nikolaev A. B., Ilyuhin V. Glavnaya MPK C04B-038/06. Prinyat 20 dekabrya 2012 g. Data opubl. 27 iyunya 2014 g.
6. Patent No. RU2012106593. Smes' dlya proizvodstva keramzita, imeyushchaya bentonitovuyu glinu, shlak i fosfornyj fosfogips v opredelennyh kolichestvah / SHCHepochina A. Glavnaya MPK C04B-033/132. Prinyat 22 fevralya 2012 g. Opublikovan 20 noyabrya 2013 g.
7. Abdrahimov V.Z, Abdrahimova E.S., Kolpakov E.V., patent (RU 2493119). Keramicheskaya kompoziciya dlya proizvodstva poristogo zapolnitelya. Prioritet zayavki: 2012-03-22. Data publikacii: 2013-09-20. Byul. No. 26.
8. Petrov, V.P. Poristye zapolniteli i legkie betony. *Materialovedenie. Tekhnologiya proizvodstva: uchebnoe posobie* / V.P. Petrov, N.I. Makridin, V.N. Yarmakovskij; Samarsk. gos. arh.-stroit un-t. – Samara, 2009. – p. 12.