

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

---

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ  
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 2 (2022)

---

**ПАВЛОДАР**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**  
выходит 1 раз в квартал

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем  
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,  
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

**Подписной индекс – 76129**

<https://doi.org/10.48081/UIQR5237>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,342**

---

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);  
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);  
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);  
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

**Члены редакционной коллегии:**

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);  
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);  
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);  
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);  
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

**Зарубежные члены редакционной коллегии:**

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);  
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);  
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);  
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);  
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);  
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);  
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);  
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);  
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

**\*V. V. Larichkin**

Novosibirsk State Technical University,  
Russian Federation, Novosibirsk

### **DUMP SLUDGE FROM ALUMINA PRODUCTION STUDY**

*The paper explores the possibility of involving in the processing of waste sludge from alumina production and ash and slag from thermal power plants of Aluminum of Kazakhstan JSC for the production of building products.*

*Alumina production in the Republic of Kazakhstan is concentrated in Aluminum of Kazakhstan JSC and is characterized by a large amount of waste sludge and ash and slag generated by Pavlodar TPP-1, which is part of the structure of the enterprise.*

*In the work, studies were carried out to obtain concrete mixtures consisting of alumina production sludge within 25–45 %, ash and slag from thermal power plants within 31–45 %, lime within 5–15 %, water 10–23 %.*

*Waste sludge in the composition of concrete served as a component of a mixed binder and hydraulically active filler, ash and slag – the role of mineral aluminosilicate additives in the composition of a mixed binder, lime – the role of hardening activators of a mixed binder.*

*In the course of the conducted experimental studies, it was found that mixture No. 1, including 25 % of alumina production dump sludge, 38 % of ash and slag TPP, 15 % quicklime and 22 % water.*

*Key words: metallurgy, waste sludge, alumina, recycling, construction.*

#### **Introduction**

Alumina production in the Republic of Kazakhstan is concentrated in Aluminum of Kazakhstan JSC and is characterized by a large amount of waste sludge generated. The total volume of generated waste sludge exceeds 80 million tons [1].

The second major source of waste from Aluminum of Kazakhstan JSC is ash and slag from Pavlodar TPP-1, which is part of the structure of the enterprise [1].

In different years, the following areas of recycling of these wastes were studied [2–5]:

- as raw materials and active mineral additives in the production of Portland cement;
- in the production of concrete and foam concrete;
- in road construction as a bedding under the base;
- as a mineral powder for the preparation of asphalt mixtures.

In this paper, the possibility of involving in the processing of dump slags for the production of building products has been investigated.

#### **Materials and methods**

The object of the study was waste sludge from alumina production and ash and slag from TPP-1 of Aluminum of Kazakhstan JSC.

Table 1 – Chemical composition of waste sludge from alumina production and ash and slag from TPP-1, %

Name	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CL
Waste sludge	1,69-1,93	0,7-0,8	4,48-7,6	15,1-18,1	0,38-1,13	0,03-0,37	26,3-31,9	23,3-41,6	0,07-0,14
Ash from TPP	0,22-0,91	0,59-1,58	17-26,7	31,8-58,7	0,08-0,1	0,16-0,55	1,6-2,13	9,9-26,6	0,04-0,1

Waste sludge from alumina production of Aluminum of Kazakhstan JSC in terms of chemical composition is represented mainly by oxides of silicon, aluminum, iron and calcium, which account for more than 80 % of the mass of the material. Granulometric composition of waste sludge by fractions: (+1) mm ~ 5 %; (-0.053) mm ~ 30 %.

Calcium oxide and silica are linked to the  $\beta$ -modification of dicalcium silicate in an inactive form. Iron oxides are represented by magnetite and hematite. A small amount of sodium oxide and aluminum oxide is present in the waste sludge in the form of calcium hydrogarnets. These compounds are insoluble in alkaline and aluminate solutions of any concentration and are absolutely inert. A small amount of sodium hydroaluminosilicate (HASC) is also discharged to the sludge field along with the insoluble residue.

Waste sludge is not explosive, not radioactive, and according to the degree of impact on the human body, it belongs to substances of the fourth hazard class.

The chemical composition of ash and slag is mainly represented by oxides of the main ash-forming elements (silicon, aluminum, calcium, iron, magnesium, sodium, potassium).

Ash and slag waste from the combustion of Ekibastuz coal belongs to the IV class of hazard.

In the work, the technology for the production of building products (brick) was investigated. The compositions of the mixtures are shown in table 2.

Table 2 – Compositions of mixtures from waste sludge from alumina production and ash and slag from TPP-1, wt. %

Name	Mixture compositions				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Waste sludge	25	30	31	40	45
Ash and slag from TPP	38	45	31	45	30
Quicklime	15	10	15	5	10
Water	22	15	23	10	15

According to the recommendations [6], as the basis of concrete mixtures, we used waste sludge from alumina production and ash and slag from thermal power plants, which perform the following role:

- waste sludge in the composition of concretes and mortars acts as a component of a mixed binder and hydraulically active filler;
- ash and slag play the role of mineral aluminosilicate additives in the composition of the mixed binder;
- lime plays the role of hardening activators of the mixed binder.

The manufacture of building products was carried out on the basis of the technological line of Ecostroy NII-PV LLP (Pavlodar, Republic of Kazakhstan). This enterprise has extensive experience in the development and implementation of innovative technologies for the involvement of metallurgical waste in processing [7–11].

The manufacture of building products was carried out similarly to the technology described in [8], in which the Rifey-Udar complex was used for the production of building materials.

The purpose of this complex is to produce a variety of building products from rigid concrete mixes by vibro-compression. Functionally, the entire production complex is divided into two components: the mixture preparation system and the forming block (Figure 1).



Figure 1 – General view of the technological line of Ecostroy NII-PV LLP

### Results and discussion

Finished samples were tested for strength in accordance with GOST 8462, as well as for water absorption, frost resistance and average density in accordance with GOST 7025-91. The test results are presented in table 3.

Table 3 – Results of testing samples from waste sludge from alumina production and ash and slag from TPP-1, wt.%

Name	Mixture compositions				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Ultimate compressive strength, MPa:					
1 days	22,5	20,1	20,1	17,3	16,5
7 days	24,7	22,0	22,7	22,5	20,1
28 days	28,5	24,6	26,1	23,3	21,5
Average density, g/sm3	1,475	1,460	1,514	1,482	1,539
Water absorption, %	26,8	27,8	26,9	27,2	27,2
Frost resistance, cycles	20	35	15	20	15

As can be seen from Table 3, mixture No. 1 has the greatest strength after 28 days, mixture No. 2 has the highest water absorption, mixture No. 2 has the highest frost resistance, and mixture No. 5 has the highest average density.

Table 3 also shows that the following mixtures have the lowest values of the same indicators: strength after 28 days – mixture No. 5, water absorption – mixture No. 1, frost resistance – mixture No. 3 and No. 5, average density - mixture No. 2.

### Conclusions

Thus, mixture No. 1, which includes 25 % of dump sludge from alumina production, 38 % of TPP ash and slag, 15 % of quicklime and 22 % of water, has the optimal properties with maximum strength indicators and relatively high frost resistance of the above mixture options.

### REFERENCES

1 **Ibragimov, A. T.** Razvitie tehnologii proizvodstva glinozema iz boksitov Kazahstana / A. I. Ibragimov, S. V. Budon. – Pavlodar : Dom pečati, 2010. – 304 p.

2 **Borger, V. V.** Pererabotka boksitovyh resursov I othodov glinozemnogo proizvodstva / V. V. Borger // Materialy mezhdunarodnoi nauchno-practicheskoi konferencii «Metallurgia Priirtyshya v realizacii programy forsirovannogo industrialno-innovacionnogo razvitiya «Kazahstan – 2020» (27 aprelya 2011 goda). – Pavlodar, 2011. – P. 23–31.

3 **Ivanov, A. I.** Kompleksnaya pererabotka boksitov / A. I. Ivanov, G. N. Kozhevnikov, F. G. Sitdikov, L. P. Ivanova. – Ekaterinburg : Ur.RAN, 2003. – 180 p.

4 **Bykov, P. O.** Aktualnost povysheniya kompleksnosti pererabotki boksitov Kazahstana / P. O. Bykov, Z. B. Karshygina, M. M. Suindikov, E. U. Liholobov // Trudy Mezhdunarodnoy nauchnoi konferencii «Nauka i obrazovanie – veduschii factor strategii «Kazahstan – 2030». – Karaganda : KarGTU, 2010. – P. 45–48.

5 **Ambarnikova, G. A.** Aktualnye problem proizvodstva glinozema // Materialy mezhdunarodnoi nauchno-practicheskoi konferencii «Metallurgia Priirtyshya v realizacii programy forsirovannogo industrialno-innovacionnogo razvitiya «Kazahstan – 2020» (27 aprelya 2011 goda). – Pavlodar, 2011. – P. 18–23.

6 Rekomendacii po primeneniu boksitovyh shlamov glinozemnogo proizvodstva v betonah i stroitelnyh rastvorah. – Moscow : NIIZhB Gosstroya SSSR, 1990. – 28 p.

7 **Akishaev, K., Bykov, P., Shoshay, Zh., Tulegulov, A., Yergaliyev, D.** Mathematical formulation and the problem solution of clustering recipes of concrete mixtures using technogenic waste and slags of metallurgical enterprises // Metalurgija 61 (2022) 1. – P. 213–216.

8 **Aryngazin, K. Sh., Bogomolov, A. V., Tleulessov, A. K.** Innovational construction materials of LLP «EcostroyNII-PV» production // Defect and Diffusion Forum, 2021, 410 DDF. – P. 806–811.

9 **Арынгазин, К. Ш., Ларичкин, В. В., Алдунгарова, А. К.** Инновационное использование твёрдых техногенных отходов предприятий теплоэнергетики

металлургии Павлодарской области в производстве строительных материалов // Наука и техника Казахстана. – 2016. – № 3–4. – С. 34–39.

10 Patent na izobrenenie № 34714 «Betonnaya smes» / Bykov Bogomolov A. V., Akishev K. M., Asainova D. K. – zayavl. 01.08.2019; opubl. 20.11.2020, bul. №46. – 3 s.

11 **Aryngazin, K. Sh., Aldungarova, A. K., Tleulesov, A. K., Bykov, P. O., Bogomolov, A.V., Larichkin, V. V., Shamenov, A. A.** Ispolzovanie tehnogennyh othodov v proizvodstve stroitelnyh materialov // Stroitelstvo : Novye tehnologii – novoe oborudovanie, 2018. – № 12. – P. 48–53.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Ибрагимов, А. Т.** Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана / А. Т. Ибрагимов, С. В. Будон. – Павлодар : Дом печати, 2010. – 304 с.

2 **Боргер, В. В.** Переработка бокситовых ресурсов и отходов глиноземного производства / В. В. Боргер // Материалы международной научно-практической конференции «Металлургия Прииртышья в реализации программы форсированного индустриально-инновационного развития «Казахстан – 2020» (27 апреля 2011 года). Павлодар, 2011. – С. 23–31.

3 **Иванов, А. И.** Комплексная переработка бокситов / А. И. Иванов, Г. Н. Кожевников, Ф. Г. Ситдилов, Л. П. Иванова. – Екатеринбург : Ур.РАН, 2003. – 180 с.

4 **Быков, П. О.** Актуальность повышения комплексности переработки бокситов Казахстана / П. О. Быков, З. Б. Каршигина, М. М. Суюндилов, Е. Ю. Лихолобов // Труды Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030». – Караганда : КарГТУ, 2010. – С. 45–48.

5 **Амбарникова, Г. А.** Актуальные проблемы производства глинозема / Г. А. Амбарникова // Материалы международной научно-практической конференции «Металлургия Прииртышья в реализации программы форсированного индустриально-инновационного развития «Казахстан – 2020» (27 апреля 2011 года). – Павлодар, 2011. – С. 18–23.

6 Рекомендации по применению бокситовых шламов глиноземного производства в бетонах и строительных растворах. – М. : НИИЖБ Госстроя СССР, 1990. – 28 с.

7 **Akishaev, K., Bykov, P., Shoshay, Zh., Tulegulov, A., Yergaliyev, D.** Mathematical formulation and the problem solution of clustering recipes of concrete mixtures using technogenic waste and slags of metallurgical enterprises // Metalurgija 61 (2022) 1. – P. 213–216.

8 **Aryngazin, K. Sh., Bogomolov, A. V., Tleulesov, A. K.** Innovational construction materials of LLP «EcostroyNII-PV» production // Defect and Diffusion Forum, 2021, 410 DDF. – P. 806–811.

9 **Арынгазин, К. Ш., Ларичкин, В. В., Алдунгарова, А. К.** Инновационное использование твёрдых техногенных отходов предприятий теплоэнергетики

металлургии Павлодарской области в производстве строительных материалов // Наука и техника Казахстана. – 2016. – № 3–4. – С. 34–39.

10 Патент на изобретение № 34714 «Бетонная смесь» / Арынгазин К. Ш., Тлеулесов А. К., Алдунгарова А. К., Быков П. О., Богомолов А. В., Акишев К. М., Асаинова Д. К. – заявл. 01.08.2019; опубл. 20.11.2020, бюл. № 46. – 3 с.

11 **Арынгазин, К. Ш., Алдунгарова, А. К., Тлеулесов, А. К., Быков, П. О., Богомолов А. В., Ларичкин, В. В., Шаменов, А. А.** Использование техногенных отходов в производстве строительных материалов // Строительство : Новые технологии – новое оборудование. – 2018. – № 12. – С. 48–53.

Material received on 06.06.22.

**\*В. В. Ларичкин**

Новосибирск мемлекеттік техникалық университеті,  
Ресей Федерациясы, Новосибирск қ.  
Материал 06.06.22 баспаға түсті.

### ГЛИНОЗЕМ ӨНДІРІСІНІҢ ҮЙІНДІ ШЛАМДАРЫН ЗЕРТТЕУ

*Жұмыста құрылыс бұйымдарын өндіру үшін «Қазақстан алюминийі» АҚ жылу электр станцияларының глинозем өндірісінің үйінді шламдары мен күл-қожсын қайта өңдеуге тарту мүмкіндігі зерттелген.*

*Қазақстан Республикасында глинозем өндірісі «Қазақстан алюминийі» АҚ-да шоғырланған және кәсіпорын құрылымына кіретін Павлодар ЖЭО-1 пайда болатын үйінді шламдары мен күл-қожс қалдықтарының көп мөлшерімен сипатталады.*

*Жұмыста 25–45 % шегінде глинозем өндірісінің шламдарынан тұратын бетон қоспаларын, 31–45 % шегінде жылу электр станцияларының күл – қожсын, 5–15 % шегінде әк, 10–23 % су алу бойынша зерттеулер жүргізілді.*

*Бетондар құрамындағы үйінді шламы аралас Тұтқыр және гидравликалық белсенді толтырғыш компонентінің рөлін атқарды, күл шлак аралас тұтқырдың құрамындағы минералды алюминосиликатты қоспалардың рөлі, әк аралас тұтқырдың қатаю активаторларының рөлі.*

*Жүргізілген эксперименттік зерттеулер барысында ең жоғары беріктік көрсеткіштері 28,5 МПа деңгейінде және қоспалардың жоғарыда аталған нұсқаларының аязға төзімділігінің салыстырмалы жоғары көрсеткіштері бар (20 циклға дейін) № 1 қоспаның құрамында глинозем өндірісінің үйінді шламының 25 %-ы, ЖЭО күл шлагының 38% - ы, сөндірілмеген әктің 15 %-ы және судың 22 %-ы бар екендігі анықталды.*

*Кілтті сөздер: металлургия, үйінді шламы, глинозем, рециклинг, құрылыс.*

**\*В. В. Ларичкин**

Новосибирский государственный технический университет,  
Российская Федерация, г. Новосибирск.  
Материал поступил в реакцию 06.06.22.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ОТВАЛЬНЫХ ШЛАМОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*В работе исследована возможность вовлечения в переработку отвальных шламов глиноземного производства и золошлака тепловых электростанций АО «Алюминий Казахстана» для производства строительных изделий.*

*Производство глинозема в Республике Казахстан сосредоточено в АО «Алюминий Казахстана» и характеризуется большим количеством образующихся отвальных шламов и золошлаков Павлодарской ТЭЦ-1, входящей в структуру предприятия.*

*В работе проведены исследования по получению бетонных смесей, состоящих из шламов глиноземного производства в пределах 25–45 %, золошлака тепловых электростанций в пределах 31–45 %, извести в пределах 5–15 %, воды 10–23 %.*

*Отвальный шлак в составе бетонов выполнял роль компонента смешанного вяжущего и гидравлически активного наполнителя, золошлак роль минеральных алюмосиликатных добавок в составе смешанного вяжущего, известь роль активизаторов твердения смешанного вяжущего.*

*В ходе проведенных экспериментальных исследований установлено, что оптимальными свойствами с максимальными прочностными показателями на уровне 28,5 МПа и относительно высокими показателями морозостойкости (до 20 циклов) из вышеперечисленных вариантов смесей обладает смесь № 1, включающая 25 % отвального шлама глиноземного производства, 38 % золошлака ТЭЦ, 15 % негашенной извести и 22 % воды.*

*Ключевые слова: металлургия, отвальный шлак, глинозем, рецилинг, строительство.*

Теруге 06.06.22 ж. жіберілді. Басуға 30.06.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

8,9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 12,4. Таралымы 300 дана.

Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. С. Искакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3964

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

<https://vestnik.tou.edu.kz/>

<http://stk.tou.edu.kz/>