

МАЗМҰНЫ

| | |
|--|----|
| Абашин М. И., Барзов А. А., Денчик А. И., Мусина Ж. К. Ультраағынды гидротехнология потенциясын инновациялық талдау..... | 7 |
| Алдунгарова А. Қ., Жусупбеков А. Ж., Козионов В. А., Лукпанов Р. Е., Танака Т. Болат өндіретін зауытты қайта құру үшін нығайтқан геоторлер топырақтың үйіндісі көлбеуінің тұрақтылығын талдау..... | 16 |
| Арынгазин К. Ш., Жусупов М. Б., Алигожина Д. А. АҚ «Қазақстан Алюминий» жылу энергоцентралді қалдықтарын пайдаланудың жетістіктері | 28 |
| Арынгазин Қ. Ш., Ларичкин В. В., Алдунгарова А. Қ., Свидерский А. К., Быков П. О., Богомолов А. В., Тлеулесов А. Қ., Маусымбаева Д. К. Павлодар облысының құрылыс материалдарын өндірісінде ЖЭС және металлургия компаниялардың қатты техногендік қалдықтарды инновациялық мақсатта пайдалану | 34 |
| Быков П. О., Ықсан Ж. М., Касимова Б. А., Ұзақ М. Металлургиялық қалдықтарды қайта өңдеуге арналған жабдықтарды өндіру және жобалау..... | 40 |
| Галиев Б. Е., Спанов С. С., Жунусов А. К. Ферросиликоалюминийді пайдаланумен болатты пештен тыс өңдеу..... | 48 |
| Деревягин С. И., Егіспай Ә. Ж. Жеңіл сұрыпты стан 300/2 ЖШС «KSP Steel», ыстықтай басыған дөңгелек 40 мм диаметрі өндіру технологиясын әзірлеу..... | 51 |

Кудерин М. К., д.т.н., профессор (главный редактор)
Мусина Ж. К., к.т.н., доцент (ответственный секретарь)

Члены редакционной коллегии:

Бороденко В. А., д.т.н., профессор;
Ибраев И. К., д.т.н., профессор;
Ишанходжаев А. А., д.т.н., профессор (Узбекистан);
Каракаев А. К., д.т.н., профессор;
Кислов А. П. к.т.н., доцент;
Клецель М. Я. д.т.н., профессор;
Муслимов А. П., д.т.н., профессор (Кыргызстан);
Новожилов А. Н., д.т.н., профессор;
Нуржауов А. Н., д.т.н., доцент;
Рашидов Т. Р., д.ф-м.н., профессор, член РНК (Узбекистан);
Смайлова Н. Т., д.т.н., доцент;
Унайбаев Б. Ж., д.т.н., профессор, ректор ЕИТИ им. К. И. Сатпаева;
Украинец В. Н., д.т.н., доцент;
Менейлюк А. И., к.т.н., профессор (Украина);
Еремин К. И., д.т.н., профессор (Россия);
Ронни Берндстон, д.т.н., профессор (Швеция);
Нургожина Б. В. (тех. редактор).

Адрес редакции:
Республика Казахстан,
140008, г. Павлодар,
ул. Ломова, 64.
Тел.: (7182) 67-36-69
e-mail: kereku@psu.kz
www.vestnik.psu.kz

Жақанов Ә. Н., Корниенко П. В.
Негізгі бетонды талаптарға сай алу 55

Жунусов А. К., Толымбекова Л. Б., Бакиров А. Г., Нургалиев А. К., Нургалиев М. Н.
Теміралюминийлі қорытпалар өндірісін сараптау 62

Жунусова А. К., Мамонов А., Жунусов А. К.
Феррохром аспирациялық шаңын өңдеу 66

Жусупова Д. Ш.
Мұнай өңдеу өнеркәсіптерінде құрылғыларды қолдану арқылы экологиялық мәселелерді шешу 70

Касенов А. Ж., Жанбулатова Л. Д., Айдарханов Д. А.
Инженерлік қызметтегі қолданбалы бағдарламалар 75

Козионов В. А., Алдунгарова А. Қ., Менейлюк А. И., Самат Қ. М.
SCAD бағдарламасы бойынша сызықсыз деформацияланатын негізінде бағаналы іргетастарды есептеу 81

Қуатов Д. Б.
Қосымша зат ұсату және өндіруші тарапынан болаттан жасалған шлак қайта өңдеу 88

Кудерин М. Қ., Менейлюк А. И., Әбуназар А., Шарипова С. Е.
Тиімділік пен өндірістік технологиясын көтеру мақсатындағы автоклавтық емес бетон 91

Кудерин М. Қ., Берндстон Р.
Бетонның беріктігін көтеруге арналған қоспаларды өзгерту 98

Кудерин М. Қ., Мажидов Г. М., Қаржаубаева Г. Н.
Озық құрылыс технологияларын және заманауи конструктивтік схемаларын тұрғызу ғимараттарын пайдалану 101

Кудерин М. Қ., Снитко Л. В., Базарбек Т. Д., Шырынхан Н.
Электр желілерін темірбетон тіректерін қоры 106

Кудерин М. Қ., Еремін К. И., Фоменко А. А., Несипбаева Ж. К.
Объектілердің техникалық жағдайын бағалауда перспективалық әдістерді және үздіксіз мониторингті енгізу – ғимараттарды және құрылыстарды авариялардан қорғау кепілі 113

Мусина Ж. К., Абишева М. Ж.
Бұзылмайтын бақылаудың магниттік тәсілі 116

Мусина Ж., Очередная В.
Арматуралық болатты талдауын бақылау әдісі 119

Мухаметжанова Д. Т., Бейсембаев М. К.
Металлургия кәсіпорындарының қалдықтары, оларды қайта өңдеу және қайталама пайдалану 122

Авторларға арналған ережелер 130

Абашин М. И., Барзов А. А., Денчик А. И., Мусина Ж. К.
Анализ инновационного потенциала ультраструйных гидротехнологий 7

Алдунгарова А. Қ., Жусупбеков А. Ж., Козионов В. А., Лукпанов Р. Е., Танака Т.
Исследование устойчивости грунтовых дамб, армированных георешеткой для реконструкции завода по производству стали 16

Арынгазин К. Ш., Жусупов М. Б., Алигожина Д. А.
Перспективы использования отходов тепловых энергоцентралей АО «Алюминий Казахстана» 28

Арынгазин К. Ш., Ларичкин В. В., Алдунгарова А. К., Свидерский А. К., Быков П. О., Богомолов А. В., Тлеулесов А. К., Маусымбаева Д. К.
Инновационное использование твердых техногенных отходов предприятий теплоэнергетики и металлургии Павлодарской области в производстве строительных материалов 34

Быков П. О., Ыксан Ж. М., Касымова Б. А., Узак М.
Проектирование и производство оборудования для переработки металлургических отходов 40

Галиев Б. Е., Спанов С. С., Жунусов А. К.
Внепечная обработка стали с использованием ферросиликоалюминия 48

Деревягин С. И., Егиспай А. Ж.
Разработка технологии производства горячекатаного круглого подката диаметром 40 мм в условиях мелкосортного стана 300/2 ТОО «KSP Steel» 51

Жаканов А. Н., Корниенко П. В.
Основы получения бетона с требуемыми свойствами .. 55

Жунусов А. К., Толымбекова Л. Б., Бакиров А. Г., Нургалиев А. К., Нургалиев М. Н.
Анализ производства железоалюминиевых сплавов ... 62

Жунусова А. К., Мамонов А., Жунусов А. К.
Переработка аспирационной пыли феррохрома 66

Жусупова Д. Ш.
Решение экологических проблем при эксплуатации установок на нефтеперерабатывающих предприятиях 70

Касенов А. Ж., Жанбулатова Л. Д., Айдарханов Д. А.
Прикладные программы в инженерной деятельности .. 75

Козионов В. А., Алдунгарова А. К., Менейлюк А. И., Самат К. М.
Расчет столбчатых фундаментов на нелинейно деформируемом основании по программе SCAD 81

КОРРЕКТОРЫ:
Б. Б. Ракишева,
А. Р. Омарова

ВЕРСТКА:
А. Р. Омарова

© ПГУ им. С. Торайгырова

| | |
|---|-----|
| Куатов Д. Б. | |
| Переработка шлака в черной металлургии путем дробления и извлечения дополнительного сырья | 88 |
| Кудерин М. К., Меньлюк А. И., Абуназар А., Шарипова С. Е. | |
| Повышение эффективности и технологии производства неавтоклавно пенобетона | 91 |
| Кудерин М. К., Берндстон Р. | |
| Модифицирующая добавка для повышения долговечности бетона | 98 |
| Кудерин М. К., Мажидов Г. М., Каржаубаева Г. Н. | |
| Применение прогрессивных строительных технологий и современных конструктивных схем возведения зданий | 101 |
| Кудерин М. К., Снитко Л. В., Базарбек Т. Д., Шырынхан Н. | |
| Фундамент для железобетонных опор линий электропередачи | 106 |
| Кудерин М. К., Еремин К. И., Фоменко А. А., Несипбаева Ж. К. | |
| Постоянный мониторинг и внедрение перспективных методов оценки технического состояния объектов – залог защиты зданий и сооружений от аварий | 113 |
| Мусина Ж. К., Абишева М. Ж. | |
| Магнитный метод неразрушающего контроля | 116 |
| Мусина Ж., Очередная В. | |
| Метод контрольного анализа арматурной стали | 119 |
| Мухаметжанова Д. Т., Бейсембаев М. К. | |
| Отходы металлургических предприятий, их переработка и вторичное использование | 122 |
| Правила для авторов | 130 |

CONTENTS

| | |
|---|-----|
| Abashin M. I., Barzov A. A., Denchik A. I., Musina Zh. K. | |
| Analysis of the innovation potential of ultra-hydraulic technologies | 7 |
| Aldungarova A. K., Zhussupbekov A. Zh., Kozionov V. A., Lukpanov R. E., Tanaka T. | |
| Slope stability analysis of the soil embankment reinforced by geogrid for reconstruction of steel production plant..... | 16 |
| Aryngazin K. Sh., Zhysypov M. B., Aligozhina D. A. | |
| The prospects of the waste use of the main thermal power lines at JSC «Aluminium of Kazakhstan» | 28 |
| Aryngazin K. Sh., Larichkin V. V., Aldungarova A. K., Sviderskiy A. K., Bykov P. O., Bogomolov A. V., Tleulesov A. K., Maussymbayeva D. K. | |
| Innovative use of solid industrial waste of thermal power plants and metallurgy of Pavlodar region in the production of building materials | 34 |
| Bykov P., Yksan Zh., Kasymova B., Uzak M. | |
| Design and production of equipment for processing of metallurgical waste | 40 |
| Galiev B. E., Spanov S. S., Zhunusov A. K. | |
| Ladle treatment of steel with ferro-silica-aluminum usage | 48 |
| Derevyagin S. I., Yegispay A. Zh. | |
| The development of the production technology of hot-rolled round of 40 mm diameter in a light-section mill 300/2 at LLP «KSP Steel» | 51 |
| Zhakanov A. N., Kornienko P. V. | |
| Basics of getting concrete with required properties..... | 55 |
| Zhunusov A. K., Tolyzbekova L. B., Bakirov A. G., Nurgaliev A. K., Nurgaliev M. N. | |
| Analysis of iron aluminum alloys | 62 |
| Zhunusova A. K., Mamonov A. R., Zhunusov A. K. | |
| Recycling of ferrochrome aspirational dust | 66 |
| Zhussupova D. Sh. | |
| Environmental management during the plant operation at the oil refinery | 70 |
| Kasenov A. Zh., Zhanbulatova L. D., Aidarkhanov D. A. | |
| Applications in engineering..... | 75 |
| Kozionov V. A., Aldungarova A. K., Meneilyuk A. I., Samat K. M. | |
| Calculation of pier foundation on the nonlinear deformable base by program SCAD..... | 81 |
| Kuatov D. B. | |
| Recycling the slag in the steel by crushing and extracting the additional material..... | 88 |
| Kuderin M. K., Meneilyuk A. I., Abunazar A., Sharipova S. E. | |
| Improving the efficiency and production technologies of non-autoclave foamed concrete | 91 |
| Kuderin M. K., Berndston R. | |
| Concrete durability modifying admixture | 98 |
| Kuderin M. K., Magidov G. M., Karjaubaiyeva G. N. | |
| Application of advanced construction technologies and modern structural schemes of construction buildings..... | 101 |

| | |
|---|-----|
| Kuderin M. K., Snitko L. V., Bazarbek T. D., Shirinkhan N. | |
| Foundation for reinforced concrete poles of power lines..... | 106 |
| Kuderin M. K., Eremin K. I., Fomenko A. A., Nesipbaeva Zh. K. | |
| Continuous monitoring and introduction of the perspective estimation methods of the technical condition of the objects – deposit protection of buildings and facilities of accidents..... | 113 |
| Mussina Zh., Abisheva M. | |
| Magnetic non-destructive examination methods..... | 116 |
| Mussina Zh., Ocherednaya V. | |
| Types and methods of reinforced steel control analysis..... | 119 |
| Mukhamedzhanova D. T., Beisembaev M. K. | |
| Wastes of metallurgical enterprises, their processing and secondary use..... | 122 |
| Rules for authors..... | 130 |

М. И. Абашин¹, А. А. Барзов², А. И. Денчик³, Ж. К. Мусина⁴

¹к.т.н., доцент, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, г. Москва, Россия; ²д.т.н., профессор, в.н.с., Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия; ³к.т.н., профессор, ⁴к.т.н., ассоц. профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан
e-mail: pavlodarec99@mail.ru

АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА УЛЬТРАСТРУЙНЫХ ГИДРОТЕХНОЛОГИЙ

В статье показаны физико-технологические возможности ультразвуковой обработки различных жидкостей. Предложены конструкторско-технологические решения, раскрывающие высокий инновационно-физический потенциал данной группы технологий.

Ключевые слова: ультразвуковая обработка, инновационно-физический потенциал технологий, ультразвуковая технология, физико-технологический энергетический критерий технологии, ультразвуковое микродиспергирование.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционный вариант технологического использования ультразвуковых гидрофизических взаимодействий основан на применении высокоэнергетической струи жидкости (воды) в качестве обрабатывающего инструмента. Этот специфический гидроинструмент все шире применяется на практике при резании материалов и очистке поверхностей от загрязнений, а также имеет вполне обоснованную ранее перспективу использования в решении задач экспресс-диагностики параметров качества поверхностного слоя. Подчеркнем, что с физической точки зрения доминирующим фактором всех формообразующих и контрольно-диагностических ультразвуковых технологий (УСТ) является процесс гидроэрозии (диспергирования) поверхности твердого тела – обрабатываемого или исследуемого материала [1].

Однако, как показал анализ, сверхинтенсивному диспергированию под действием ударно-волнового фактора ультразвуковых взаимодействий подвергается сама гидроструя используемой жидкости [2]. Именно практическое применение явления энергетически экстремально-неравновесного ультразвукового ударно-динамического диспергирования гидрофизических сред лежит в основе инновационных технологий активации и модификации свойств различных жидкостей, а также получения уникальных микро- и наносuspensions [3].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Таким образом, физико-технологический дуализм ультразвуковых гидровзаимодействий, основанный на функциональной инверсии понятий:

инструмент – объект воздействия позволяет целенаправленно подойти к анализу инновационного потенциала и оценке инвестиционной привлекательности этого весьма перспективного варианта промышленного использования УСТ. Кроме того, расширенное трактование термина «ультраструйная обработка» материалов и/или жидкостей позволяет сформулировать обобщенное понятие «ультраструйные гидротехнологии». Под УСТ будем понимать раздел ультраструйной гидродинамики, представляющей собой совокупность методов и средств создания и реализации таких параметров высокоэнергетической компактной струи жидкости, которые при её взаимодействии с окружающей средой, например при ударно-динамическом торможении о твердотельную мишень, способны привести к фиксируемым целенаправленным физико-химическим, структурным и др. изменениям в обрабатываемом материале и/или в самой жидкости.

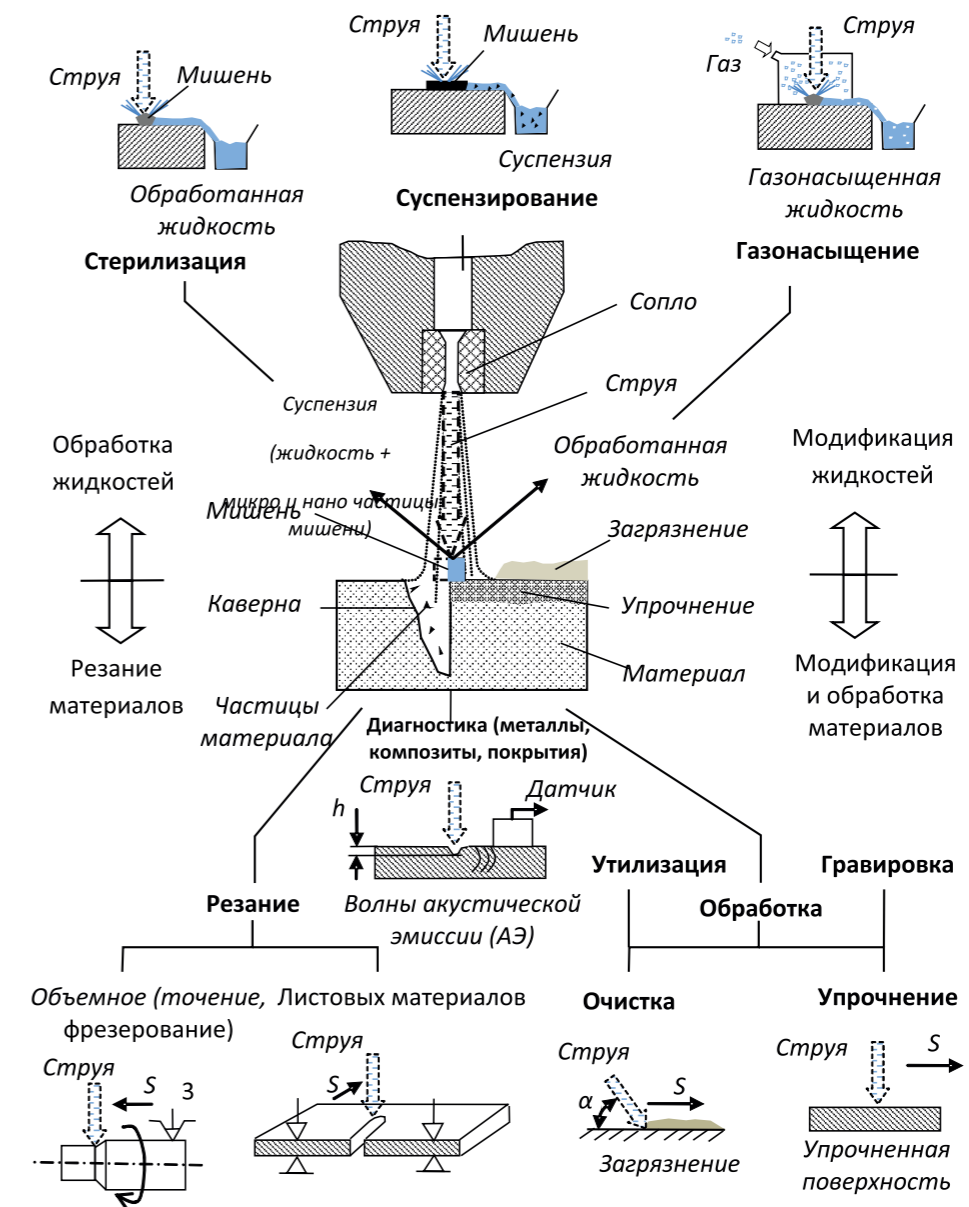
На рисунке 1 представлена структурная схема, функциональных возможностей основных видов УСТ с учетом физических особенностей их реализации.

Для формализации понятия физико-технологической инверсии: инструмент – обрабатываемый материал, введем оценочный параметр вида:

$$K_{фт} = \frac{\dot{U}_{ом}}{\dot{U}_{им}} \quad (1)$$

где $K_{фт}$ – физико-технологический энергетический критерий рассматриваемой операционной технологии, связанной со структурированием и формообразованием объекта анализа (ОА), например, твердотельной заготовкой при её механической обработке.

Непосредственно $K_{фт}$ характеризует отношение интенсивностей изменения объемов \dot{U} обрабатываемого (ОМ) и инструментального (ИМ) материалов при выполнении конкретной операции.



S – направление подачи сопловой головки гидроструйной установки
 Рисунок 1 – Основные области реализации операционных УСТ для обработки материалов и/или жидкостей

Применительно к УСО материалов (резание, очистка поверхностей), так как для удаления заданного объема материала с ОА обычно тратится весьма значительное количество жидкости (воды). В случае физико-технологической инверсии понятий, т.е. при УСО различных гидрофизических сред $K_{фт}^ж \gg 1$, что объясняется относительно малым гидроэрозионным износом материала твердотельной мишени (инструмента) по сравнению с удельным количеством

обработанной жидкости – объемным расходом ультразвуку. Помимо методического значения анализ позволяет классифицировать по масс-энергетическому принципу практически все формо- и структурообразующие операционно-производственные технологии, вплоть до ультразвукового способа получения микросуспензии [3], который характеризуется строго индивидуальным значением $K_{фт} > 1$.

Таким образом, дуализм ультразвуковых ударно-динамических взаимодействий, основанный на инверсии понятий: инструмент – обрабатываемый материал весьма существенно повышает инновационно-технологический потенциал данного вида гидрофизических энергетически экстремальных явлений и процессов.

Одним из динамически специфических и функционально значимых результатов использования УСТ, помимо технологически управляемой гидроэрозии твердотельной мишени является возможность эффективного диспергирования обрабатываемой жидкости до микро- и нанодисперсного состояния. Этот процесс обусловлен сверхинтенсивным, динамическим ударом ультразвуку диспергируемой жидкости о твердотельную мишень. В результате такого энергетически экстремального ультрадинамического воздействия на жидкость происходит интенсивный множественный разрыв ее сплошности, обусловленный образованием облака мелкодисперсного спрея из микро- и нанокпель исходной гидротехнологической среды. Причем сама кинетика процесса разрушения ультразвуку жидкости о твердотельную мишень может интегрально рассматриваться и интерпретироваться с позиций термофлуктуационной теории прочности акад. С. Н. Журкова с учетом ударно-волнового механизма гидродиспергирования. В этом смысле процесс ударного распыления (спреобразования), связанный с интенсивным, энергетически неравновесным характером разрыва сплошности исходной жидкости во многом физически идентичен явлению кавитации. Поэтому наблюдаемые и известные кавитационно-физические процессы, в первую очередь ультразвуковой и молекулярно-электромагнитной природы, должны иметь место и при ультразвуковом ударно-динамическом диспергировании жидкостей, в частности воды и ее производных.

Для конкретизации физико-технологической специфики и выявления характерных особенностей ударно-динамического взаимодействия ультразвуку с твердотельной мишенью осуществлялось конечно-элементное и имитационное моделирование данного гидроконтатного процесса.

Для количественной оценки параметров ультразвукового микродиспергирования жидкостей воспользуемся интегральным анализом особенностей энергетических превращений в зоне гидроконтатного воздействия ультразвуку на мишень.

Не учитывая тонкие физико-технологические эффекты спреобразования и поэтапный характер энергетических превращений в зоне ультразвукового гидродиспергирования, запишем уравнение баланса энергий (мощности процесса спреобразования) в виде

$$K_3 \dot{m} \frac{V^2}{2} = \sum_{i=1}^N \dot{n}_i \sigma_i S_i, \quad (2)$$

где K_3 – коэффициент, характеризующий величину кинетической энергии ультразвуку, расходуемой непосредственно на процесс образования новых поверхностей в диспергируемой жидкости;

\dot{m} – массовый расход жидкости (кг/с);

V – исходная скорость ультразвуку диспергируемой жидкости вблизи мишени (м/с);

\dot{n}_i – количество (число) частиц жидкости i -ого размера, образующихся в единицу времени в процессе удара ультразвуку о мишень (ед/с);

σ_i – поверхностное натяжение i -ой микрокапли диспергируемой жидкости – сила ее поверхностного натяжения (н/м);

S_i – площадь поверхности одной i -й микрокапли (м²);

N – общее число частиц жидкости (микрокапель) в облаке распыленной жидкости – облаке спрея.

Энергетическое уравнение (2) содержит ряд неизвестных параметров: \dot{N}_i, S_i, σ_i . Поэтому для его решения необходимо дополнительное условие связи, которым является массовое соотношение

$$K_m \dot{m} = \rho \sum_{i=1}^N \dot{n}_i \cdot v_i, \quad (3)$$

где K_m коэффициент, характеризующий часть массы (объема) исходной жидкости \dot{m} , которая распыляется (диспергируется) непосредственно в момент удара ультразвуку о мишень;

ρ плотность диспергируемой жидкости (кг/м³)

v_i объем частицы i -ого размера распыленной жидкости (м³).

Для совместного решения (2) и (3) в замкнутом виде необходимо знание закономерностей процесса распыления (спреобразования), в частности функциональных зависимостей вида:

$$n_i = f(S_i v_i) (i = 1, 2, \dots, N) \quad (4)$$

Таким образом, соотношения (2) – (4) позволяют оценить степень дисперсности образующихся при ударе ультразвуку жидкости микрокапель облака спрея. Причем наиболее сложно определение вида уравнений (4), в частности, экспериментальным способом, например, по отпечаткам (трекам) частиц спрея на специальном экране, устанавливаемом на разном расстоянии от зоны ультразвукового гидродиспергирования исходной жидкости. Кроме того, оценка количественных параметров K_3 и K_m также требует постановки достаточно тонких прямых экспериментов.

Заметим, что в научно-практическом отношении решение (2-4) имеет серьезное значение для подробного физико-энергетического анализа динамических особенностей (специфики) рассматриваемого способа гидродиспергирования жидкостей, т.е. образования облака ультрамелкодисперсного облака спрея распыленной жидкости.

Поэтому даже весьма приближенные количественные оценки, на данном уровне исследований, будут весьма полезны для обоснования физико-технологической эффективности рассматриваемой гидротехнологии ультразвукового получения микро- и нанодисперсных структур.

Для решения поставленной задачи по количественной оценке параметров, входящих в (2-4) сделаем следующие допущения:

– образующиеся при ударе о мишень ультраструй диспергируемой жидкости все микрокапли (гидрочастицы) имеют примерно одинаковый размер, а их форма близка к сферической. В этом случае не учитывается вероятностный характер соотношения (2), т.е. полагается, что: $v_i = v_{i+j}; S_i = S_{i+j} (i, j = 1, 2, \dots, N)$. Точнее вид соотношения (2) обсуждается в специальной литературе по распылению жидкостей.

– процесс спреобразования изотермичен и температура всех микрокапель примерно одинакова, т.е. $\sigma_i \sim const$, причем σ не зависит от их размера.

– примем, что $K_{\sigma} = K_m$, т.е. в первом приближении приравняем энергетическую и массовые части ультраструи, подвергаемой ударно-импульсному распылению. В соответствии с этим допущением фактически предполагается, что скорость УС $V_c \gg V_k$, где $V_k \sim 0$ – скорость микрокапель. Это наиболее смелое допущение, однако именно оно позволяет коренным образом повысить результативность получения количественных оценок процесса ультраструйного субмикродиспергирования различных гидрофизических сред.

С учетом принятых допущений и используя известные соотношения площади и объема микрочастиц сферической формы, получим после тривиальных преобразований

$$r = \frac{6\sigma}{\rho V^2}, \quad (5)$$

где r – радиус микрокапли распыленной жидкости.

Или учитывая, что $V = \sqrt{2P/\rho}$, где P – гидродавление распыляемой жидкости (Па) окончательно будем иметь

$$r = 3\sigma / P \quad (6)$$

ВЫВОДЫ

Анализ полученных соотношений (5) и (6) позволяет сделать следующие выводы

1 Размер гидрочастиц, образующихся при ультраструйном распылении (диспергировании) составляет величину порядка: $\sim 10^{-9}$ м, т.е. одного нанометра для жидкостей; $\sim 10^{-10}$ м для расплавов металлов, при рабочем давлении в гидросистеме $P \geq 100$ МПа. Более подробно это обстоятельство проиллюстрировано данными, представленными в таблице 6.1.

Таким образом, энергетического потенциала ультраструи, имеющей удельное значение плотности потока мощности ~ 1 МВт/мм² вполне достаточно для такого сверхтонкого субмикродиспергирования различных жидкофазных структур.

2 Данная гидротехнология может использоваться для создания из расплавов микро- и нанопорошков материалов с уникальными свойствами: аморфных; с весьма развитой поверхностью и др.

3 Анализ зависимости (5) позволяет предложить весьма эффективные варианты распыления гидроструи, в том числе прерывистой (фрагментарной) за счет применения быстровращающихся мишеней, обеспечивающих требуемую для микродиспергирования скорость ударного взаимодействия: $V = V_{струи} + V_{мишени}$.

4 При получении микропорошков, в частности для ультратонких суспензий, распыление расплавов необходимо осуществлять в защитной среде, например гелия или аргона. Данное обстоятельство весьма важно для микропорошков специального назначения.

5 Весьма эффективным в технологическом отношении может быть ударно-встречное распыление двух и более ультраструй. При этом не исключена уникальная возможность получения практически не исследованных смесей ультрамелкодисперсных порошкообразных материалов композиционного полиэлементного состава, например: Ag+Au; Al+Mg; Sn+Pb+Cd и др.

6 Полученные гидрочастицы, а затем после кристаллизации твердые частицы, обладают огромной относительной поверхностной энергией \bar{E}_n

$$\bar{E}_n = \sigma S/m, \quad (7)$$

где S и m – соответственно, площадь и масса единичной частицы.

7 Субмикрочастицы, полученные ультраструйным распылением расплава, обладают уникально-большой сорбционной способностью, так как их удельная площадь поверхности весьма велика ($\sim 10^6$ м²/кг).

Причем, учитывая их огромное количество, т.е. высокую производительность данного метода получения микропорошков (\sim кг/мин), возможно его использование в гранульной (порошковой) металлургии в промышленных масштабах, а также для экономически выгодного получения требуемых объемов высокодисперсных структур для специальных отраслей техники.

С научной точки зрения представляет интерес – анализ поведения микро- и наногидрочастиц в жидкофазном состоянии. В частности провести оценку критерия (числа) Бонда для образующихся микрокапель

$$Bo = \rho g L^2 / \sigma, \quad (8)$$

где $g = 9,81$ м/с; $L \sim r$ – характерный геометрический размер частицы.

Нетрудно показать, что для рассматриваемого случая $Bo \ll 1$, т.е. поверхностные эффекты являются доминирующими и физически преобладают над остальными.

Из динамических эффектов поведения микрокапель весьма интересна оценка частоты колебаний их поверхности f

$$1/f \approx \sqrt{\rho r^3} / \sigma \quad (9)$$

После подстановки в (9) значений размера гидрочастиц, образующихся при ультраструйном способе ударно-динамического распыления жидкостей получим, что частоты быстрозатухающих колебаний поверхности микрогидрочастиц составляют величину порядка $f \sim 100$ МГц.

Причем, учитывая коллективный характер движения множества этих частиц в динамичном облаке спрея, весьма вероятно результативное проявление электромагнитных, электроакустических и других энергетически неравновесных физически специфических и мало изученных эффектов. В частности выделения энергии в виде соответствующего достаточно мощного излучения волновой природы из-за образования и динамического разрыва двойного электрического слоя при ударной электризации частиц микрогидротумана, интенсивное формирование и диссипация свободно-радиальных групп молекул и др.

Таким образом, облако микроспрея из субгидрочастиц распыляемой ультразвуку жидкости можно рассматривать как динамически специфическую гелеструктуру весьма энергоемкую с физической точки зрения. Это открывает перспективы практического использования данного эффекта гелеобразования и позволяет предложить весьма результативные технико-технологические решения задачи по ультразвуковому микродиспергированию различных жидкофазных систем, в первую очередь расплавов металлов, например с целью получения ультрамелкодисперсных порошковых материалов различного, в том числе специального функционального назначения.

Одним их прямых подтверждений вышеизложенному можно считать специфическое свечение из зоны взаимодействия ультразвуку с мишенью, параметры и характеристики которого зависят не только от энергетики ультразвуку, но и от материала мишени.

В заключение отметим следующее обстоятельство. Как известно, в жидкофазном состоянии на объем микрокапель – основы для получения в дальнейшем ультрамелкодисперсных порошков и особых суспензий, действуют весьма значительные сжимающие напряжения, обусловленные силами поверхностного натяжения. Количественная оценка «молекулярного» гидростатического давления p может быть получена по классической формуле гидростатики, связывающей радиус капли и поверхностное натяжение с величиной давления внутри микрокапли: $p = 2\sigma / r$. Это весьма большое давление в момент кристаллизации микрокапли, в частности из распыляемого расплава металла обеспечит высокое качество микроструктуры образующейся микросферы, т.е. ее уникально-высокие физико-механические характеристики и иные свойства, что весьма важно для получения антифрикционных суспензий, в гранульной технологии и т.д. Причем наличие в камере кристаллизации охлаждающей среды, например холодного гелия, будет способствовать процессу аморфизации потенциально кристаллической структуры субмикрокапель.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Барзов, А. А., Галиновский, А. Л. Технологии ультразвуковой обработки и диагностики материалов. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 246 с.

2 Барзов, А. А., Галиновский, А. Л., Пузаков, В. С. Ультразвуковая технология обработки жидкостей. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 258 с.

3 Ультразвуковая технология получения микросуспензий / Балашов О. Е., Барзов А. А., Галиновский А. Л., Литвин Н. К., Сысоев Н. Н., Шашурин В. Д. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 352 с.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

М. И. Абашинов¹, А. А. Барзов², А. И. Денчик³, Ж. К. Мусина³

Ультраағынды гидротехнология потенциалын инновациялық талдау

¹Н. Э. Бауман атындағы Мәскеу мемлекеттік техникалық университеті, Мәскеу қ., Ресей;

²М. В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Мәскеу қ., Ресей;

³С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ. Материал 12.12.16 баспаға түсті.

M. I. Abashin¹, A. A. Barzov², A. I. Denchik³, Zh. K. Musina³

Analysis of the innovation potential of ultra-hydraulic technologies

¹Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia;

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

³S. Toraighyrov Pavlodar State university, Pavlodar, Kazakhstan.

Material received on 12.12.16.

Мақалада әр түрлі сұйықтықтардың ультраағынды өңдеудің физика-технологиялық мүмкіндіктері көрсетілген. Осы топтың технологияларының жоғары инновациялық-физикалық потенциалын ашатын, конструкторлық-технологиялық шешімдері ұсынылған.

The article shows the physical-technological possibilities of ultrastream treatment of different liquids. The structural-technological solutions, exposing high innovative physical potential of this group of technologies are offered.

UDC 69.059

**A. K. Aldungarova¹, A. Zh. Zhussupbekov², V. A. Kozionov³,
R. E. Lukpanov⁴, T. Tanaka⁵**

¹PhD, associate professor, S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan;

²Doctor of engineering sciences, professor, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan; ³candidate of engineering sciences, associate professor, S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan; ⁴PhD, associate professor, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan; ⁵professor, Tokyo University, Tokyo, Japan

e-mail: ¹liya_1479@mail.ru; ²astana-geostroy@mail.ru; ⁴rauan_82@mail.ru; ⁵tad.tanaka@gmail.com

SLOPE STABILITY ANALYSIS OF THE SOIL EMBANKMENT REINFORCED BY GEOGRID FOR RECONSTRUCTION OF STEEL PRODUCTION PLANT

This research is connected to the existing soil embankment (or dam), which is placed on the ASS thermoelectric power station (part of the large steel production plant) in Karaganda region, Kazakhstan. ASS, ash dumps, tailings dam, and others, where hydro removal is used – are pressure head hydraulic engineering constructions and they require appropriate attitude at all stages of design, construction and operation. During the years of its existence the soil embankment had been reconstructed many times. Reconstruction had been presented by backfilling of soil without reinforcement, as a result this method hadn't been effective. Therefore it was suggested to use construction materials new for Kazakhstan – geogrid as a reinforced element. The article provides an analysis of soil embankment stability reinforced by geogrid under the influence of horizontal and vertical deformations of the subgrade and on the basis of these studies' results to assess the possibility of the ground mounds cracks formation in models with the determination of their distribution area, and the degree of reinforcement influence on their overall sustainability.

Keywords: dam stability, geogrid, subgrade, soil.

INTRODUCTION

Today, it invited a lot of options for strengthening the waterworks. But, unfortunately, in Kazakhstan, the issue of the protection of earth dams from the dangerous effects of various factors such as seismic and dynamic impact, undermining grounds, floods, underground mining, etc., is quite complicated and poorly understood at present. Theoretically, proposals to strengthen the hydraulic structures a lot, but almost not enough implementations of this acute problem. Proof of this is the tragedy, earth dams breakthroughs taking place seemingly in the 21st century, but claiming the lives of people.

This suggests that the technical safety of hydraulic structures in Kazakhstan is poor. This research work concern to the existing soil embankment (or dam) which is stay on the ASS thermoelectric power station (part of the large steel production plant) in Karaganda region, Kazakhstan. ASS, ash dumps, tailings dam, and others, where hydro removal is used – are pressure head hydraulic engineering constructions and they require appropriate attitude at all stages of design, construction and operation. During of years of its existence soil embankment had been reconstructed many times.

Reconstruction had been presented by backfilling of soil without reinforcement, as a result this method hadn't been effective. Therefore it was suggested to use one of new for Kazakhstan construction materials – geogrid as a reinforced element.

BACKGROUND

ASC type single-section, of 540 hectares and with a useful volume of 88 million m³, belongs to JSC Arselormittal (Temirtau). It is put into operation in the sixties of the XX century. For years of operation it was repeatedly reconstructed. Reconstruction for the purpose of increase in volume of ASS was carried out by building of the protecting dams. Building to design marks was made, generally from a local slope of dams. Thus height of the protecting dams and respectively a capacity of ASS increased; in the basis of each increased layer from outer side of ASS there was natural basis. In 2006-2008 work on inspection and repair of an emergency site («PC» 11-13) of the operating ASS was performed. The ASS main project was executed in 1957, the project of the first building (the first reconstruction) in 1980. In the project of the second reconstruction in 1993 the level of a dam crest achieved 95 m, and the maximum height of a dam reached up to 26 m. After completion of works on the second reconstruction in 2001 emergencies around a water outlet №1 («PK» 11-13) began to arise:

- in March, 2001 on a local slope there was a big crack caused by uneven deformations of the basis of a dam;
- deformations and motions of the basis of a dam during the period from March to May, 2001 provoked a number of breaks of the pipeline of the clarified water with a diameter of 1200 mm;
- in May, 2001 a motion of part of the basis of a dam in resulted from a deposit and further rearrangement of part of a local slope to 3 meters on height.

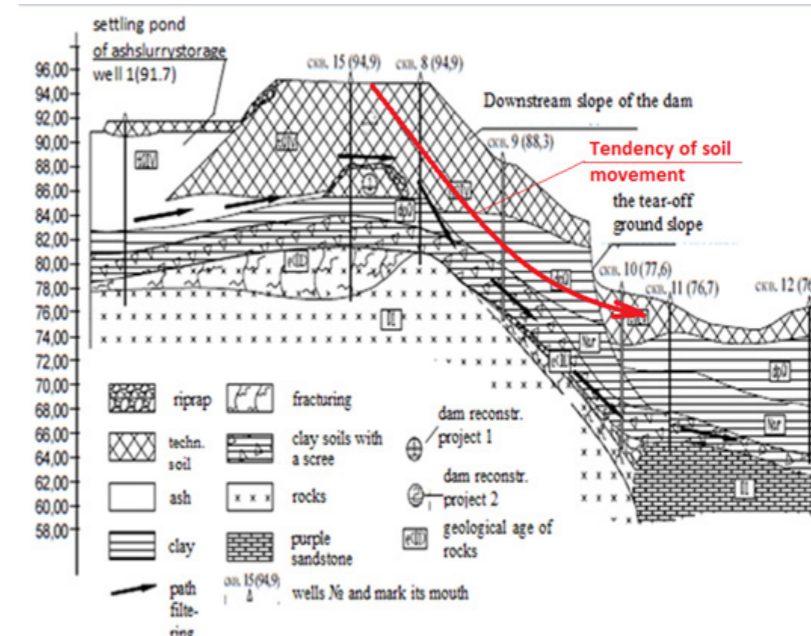


Figure 1 – Cross geological section of a dam of ASS of an emergency site

GENERAL INFORMATION

During geological investigation of an emergency site of a dam of ASS it was revealed:

- ways of a possible filtration, the structure of a geological section (in accordance with Figure below), a roof of rocky breeds has the decrease which is obviously expressed in a section towards a mountain ditch;
- in case of emergency the border of a separation of the soil array on a local slope of a dam every time was approximately always on the same place that is confirmed by geodetic measurements;
- water sampled from the boring holes and out of the fontanel, located at the foot of the lower slope of the dam, for the presence in it of chemical compounds is identical to water which taken from the settling pond ASS;
- construction of dam was made from the clay soil which is taken from ASS.

At laboratory studies of soils related to the Aral suite, turned out that, in soaking, they dramatically worsen its strength characteristics (for soil with solid and semi-solid consistency, located in the upper section, angle of internal friction equal 17, cohesion is 0,108MPa, and for soil soft-ductile and fluent-ductile consistency, located in the lower section on the border with the weathering crust Devonian rocks, angle of internal friction equal 19, cohesion is 0,028 MPa).

Geological investigation reveal follows:

With the construction of the primary dike was broken integrity of the clay base ASS because there the ground was taken for the construction of dams.

Under the clay rocks of the base ASS lie rocky breeds, in the roof which are located gruss-detrital soils weathering crust. In the process of filling ASS, water wick a penetrated into gruss-detrital soils weathering crust, began to filter out to the surface in low relief forms, that are associated with a decrease in the rocks roof. After the last increase a downstream slope of the dam of ASS turned declining sharply over the roof of rock, above which is located water-saturated soils gruss-detrital weathering crust.

The weathering crust underlain by clay soils of the Aral suite which, when in water saturation dramatically losing their strength characteristics. The deterioration of the strength characteristics were so significant that the slope, located above them, was in a permanently unstable state. Since all the activities with clays of Aral suite, who came in a fluid state, escarpment not removed, after each repair lower slope deformed with the formation of a landslide.

The tendency of the soil sliding had been reviled: the soil destruction always occurred at the same location in a sharp reduction of the roof rocks from ASS direction (Figure 1) where rocks form a cup in which the water flows from all sides.

Scopes of the research

Reconstruction project of the dam and improvement of the foundational soil (rapture of the soil basement in Figure 1) are not included in this research work. Design company will make an engineering solution for reconstruction of foundational soil for dam soil movement prevention. But the risqué of dam soil movement after reconstruction will still exist.

This project include additional preventive measures for the stability of dam with using reinforced elements as geogrid preventing from horizontal and vertical deformation

of dam itself in case of critical condition. The initial condition for the slope stability analysis is more potential direction of soil movement (Figure 2).

Technical investigation of soil dam

The solution of the objectives of the study of area required a careful study of deformation of the base on undermined territory. The studied area is located in the territory where in the radius surrounding it there is the Karaganda coal basin.

On one of sites of a dam big deformations were found: began motions of soil on a dam crest. Within one month the behavior of development rainfall of dam was measured. Horizontal deformations of a terrestrial surface of the studied area by the conditional marks are shown in Table 1 [Aldungarova, 2015].

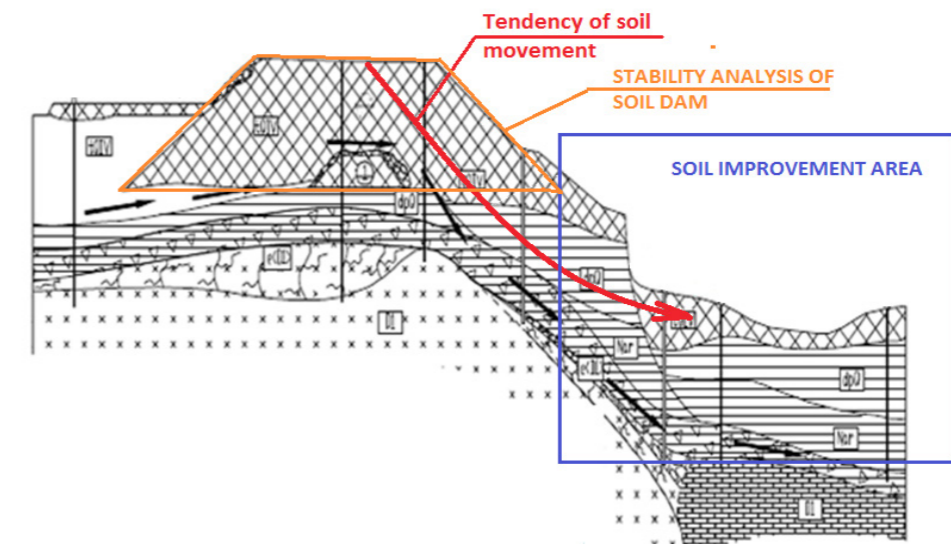


Figure 2 – General concept of dam stability after reconstruction

Table 1 – Horizontal deformations of areas by the conditional marks

| Mark 1 | | Mark 2 | | Mark 3 | | Mark 4 | |
|----------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|
| settlement, mm | relative horizontal deformation | settlement, mm | relative horizontal deformation | settlement, mm | relative horizontal deformation | settlement, mm | relative horizontal deformation |
| 124 | +0,8 | 163 | +0,4 | 42 | +0,1 | 213 | +1,2 |
| 149 | +0,9 | 352 | +1,2 | 93 | +0,3 | 326 | +1,4 |
| 265 | +1,2 | 512 | +1,4 | 108 | +0,3 | 492 | +1,6 |
| 312 | +1,5 | 621 | +1,9 | 151 | +0,8 | 584 | +1,8 |
| 412 | +1,9 | 726 | +2,4 | 196 | +1,2 | 658 | +2,3 |
| 265 | +0,6 | 25 | +0,2 | 63 | +0,4 | 34 | +0,1 |
| 495 | +0,9 | 53 | +0,2 | 98 | +0,8 | 72 | +0,4 |
| 621 | +1,2 | 92 | +0,8 | 116 | +0,9 | 102 | +0,5 |
| 826 | +1,8 | 104 | +1,1 | 184 | +1,5 | 143 | +0,8 |
| 915 | +2,1 | 118 | +1,3 | 208 | +1,9 | 195 | +1,4 |

In the end result horizontal deformations led the studied area to formation of a landslide. In a place of a separation was formed vertical wall with height to 1,5 m (in accordance with Figures 3,a,b).

By visual observation of a crest of a earth dam it was controlled: nature of development of cracks; rainfall and sags of a crest, centers of formation of landslides of slopes.

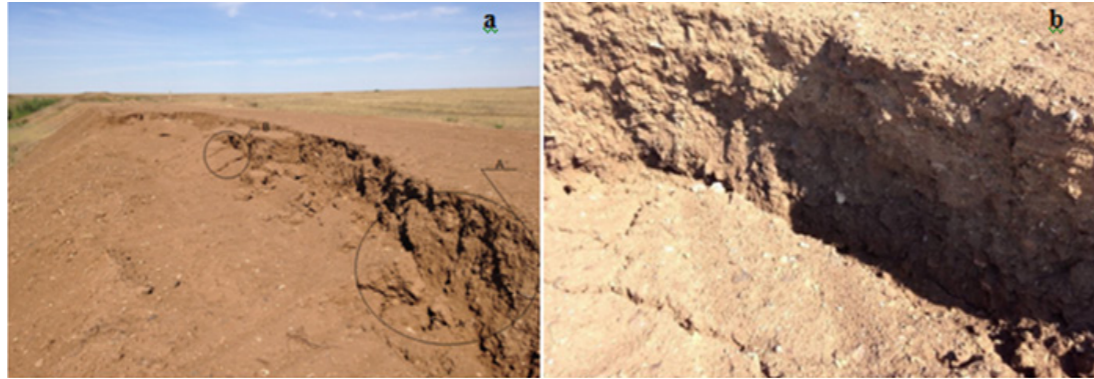
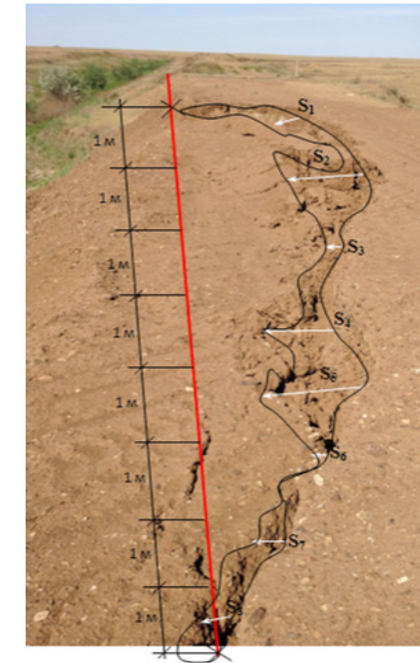


Figure 3 – (a) A separation on a crest of a dam (September, 2012) A, B – nodes, (b) Node A

Cracks on a crest of a dam were both longitudinal (along an axis) and the cross direction. The reasons of formation of a crack are caused, generally emergence in soil of the stretching or tangent tension exceeding a limit of tensile properties or resistance to soil shift as material. Location cracking is confined on up-brow of crest. The length of the cracks of 2-3 meters. Opening of cracks at the time of the survey reached 5-10 cm. On the borders of the dam elements composed of different soils by compressibility, longitudinal cracks have vertical steps, showing the difference in settlements divided crack elements. Transverse cracks arise on the sloping ground of the dam, in the places where it dramatically changes its height. The intersection of the crest of the dam of cracks partial. Depth of distribution of cracks in a body of a dam of 1,5-2 m. Crack walls in soil have a wavy relief. Drawdown's crest in the form of funnels, or visible in the eyes of its major slides were not found. The reason for the drawdown could be melting in buried in the dams body of ice, snow or frozen soil; inadequate sealing of local volumes or layers of soil, laid in the dam; loss of small soil from the dam or foundation; extrusion from the base of the soft soil, etc. Signs of swelling of soil of the crest part of a dam aren't revealed. The curved contours of characteristic of primary cracks formed on the surface of the crest shaped slope collapse with a wide scope (involving) the dam crest. Condition and slope stability of the dam plays a major role in ensuring the operational reliability and safety of the building. A sign of buckling of (slumping) slope, It is: formation on the surfaces of the ridge and slopes of dam slopes with characteristic landslides of curvilinear cracks (in accordance with Figure 3, node B); education along the track of cracks of vertical ledge (in accordance with Figure 3, node A); the appearance of a noticeable bulge soil in the middle and lower parts of the slope (in accordance with Figure 3). Local and frontal (at great length) slope collapse accompanied by the movement of large volumes of soil from the dam body (in accordance with Figure 4).



S1-S8 – displacements of marks 1-8
Figure 4 – Conditional fixing of marks

According to parameters of tables 1 graphs of conditional brands rainfall of deformable part of a dam (in accordance with Figures 5) are made.

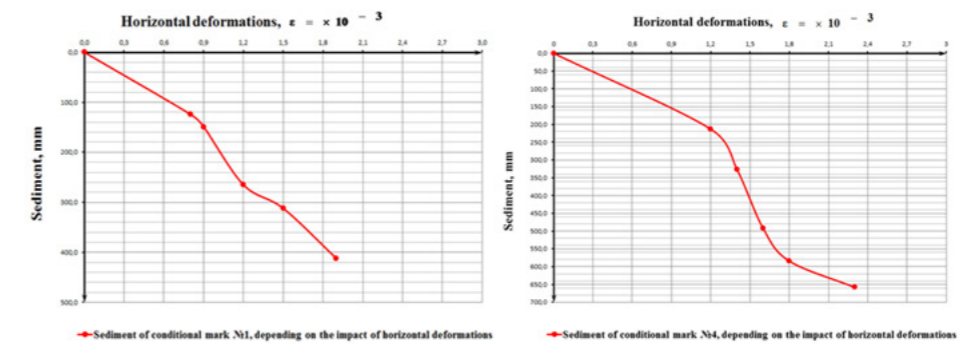


Figure 5 – Graph of rainfall of conditional marks 1,4 of deformable part of a dam

EXPERIMENTS ON THE STAND

Experiments were carried out with the aid of three-dimensional test stand (Figure 6). The test stand (three-dimensional) for soil dam prototype deformations modeling is made in the form of separate U-shaped cross-sections (1). Elastic rubber pads of thickness = 10 mm are installed between the sections. Side ledges of U-shaped sections (1) are equipped with bolted joints (3) in the upper and lower levels horizontally. There are end face walls (4) in a cradle. The lower part of U-shaped sections (1) is equipped with adjustable footings (5), made in the form of roller supports, installed on a bed frame (6).

The test stand for deformations modeling [Zhussupbekov, Bazarov, 1991] operates in the following way:

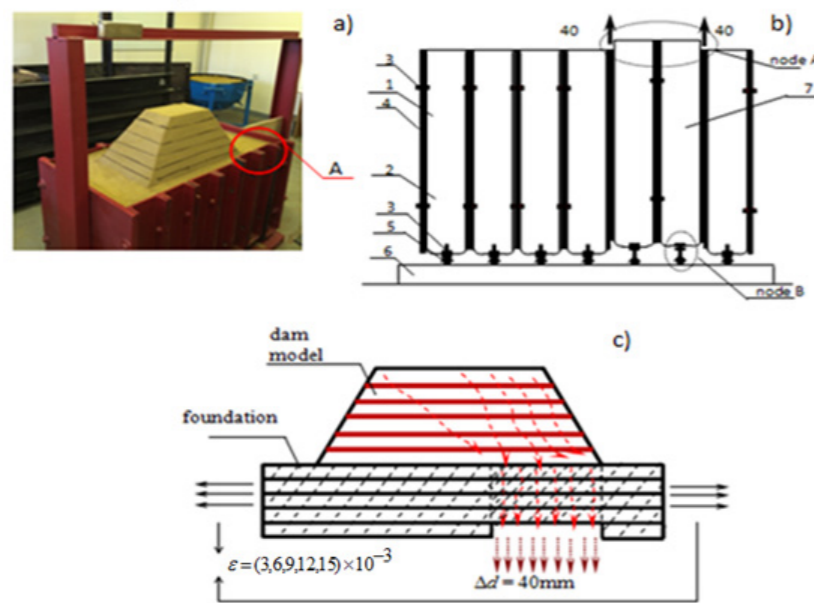
U-shaped sections (1) compression or tension is conducted with the aid of bolted joint (3) together with material deformation in the cradle. Horizontal deformations of soil tension occur due to compressed elastic (rubber) pads (2) flexible strain forces by loosening bolted joints (3). Horizontal deformations of soil compression occur due to elastic (rubber) pads (2) compression by bolted joints (3) pulling U-shaped sections (1) closer to each other. Vertical deformations occur due to a step-by-step lowering of U-beams (7) installed before the experiment start in accordance with junctions A and B (Figure 6).

As a material for dam and soil foundation model a mixture consisting of 97 % fine silica sand and 3 % straw oil by weight was chosen. The mixture has strong cohesion which enables to make prototypes of cohesive soils [Zhussupbekov, 1994].

In order to determine mechanical strength and deformability properties of actual soils and equivalent materials under the vertical loadings a compression kind of stabilometer was applied for horizontal deformations taking place in undermining conditions.

Sample put into compression device is matured till full consolidation under the given loading equal to 0.3 MPa.

To applied weightings of vertical loadings in 0.05-0.1 MPa limits. Vertical deformations of soil sample were measured by clock-face type indicators with scale interval equal to 0.001 mm. Transmission of vertical loadings to the sample was conducted by weighting mechanisms through DOCM-3-5 dynamometer. The pressure was measured by pressure-gauge. Required parameters (Table 2) are obtained by the results of the testing trials E , C , φ , γ .



a – 3D test stand with soil dam model image, b – 3D test stand diagram (plane view), c – horizontal and vertical deformations effect on dam model functioning diagram.
Figure 6 – Three-dimensional test stand for deformations modeling of soil foundation

Table 2 – Physical parameters of full-scale and modeled dams

| Type of soil | γ (kN/m ³) | c , (kPa) | φ (°), (deg) | E (MPa) | ν |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------|----------------------|-----------|-------|
| full-scale soil | | | | | |
| 1 Loam | 20,5 | 40 | 22 | 20 | 0,3 |
| model of the dam (model soil) | | | | | |
| 2 Sand – 97 % + 3 % – spindle oil | 17,7 | 0,90 | 39 | 0,27 | 0,25 |

Substitute the corresponding values for modeled and full-scale soil into the equation (1) and obtain linear scale of modeling.

$$m_c = c_m / c_n \times \gamma_n / \gamma_m = 0,9/40 \times 20,05/17,7 = 1/40 \quad (1)$$

Hence, linear scale of model and full-scale object (buildings, foundations, structures) is calculated as a proportion of strength properties (cohesion) of clay and equivalent material and equals 1:40. As a soil dam model an embankment with the corresponding dimensions was chosen (Figure 6a):

- 700 mm * 350 mm (dam model foundation);
- 200 mm * 150 mm (dam model crest);
- 430 mm (dam model height).

a) Foundations placement

Before laying a soil foundation, test stand should be installed in such a way so that in the future 1/3rd part of dam model footing was placed to the foundation, lifted to a certain distance with the aid of U-shaped sections (Figure 7 – nodes A&B). The beams (Figure 7) are uplifted by bolts to 40 mm. After preparation of equivalent material foundation can be placed to the 3D test stand. Equivalent material was arranged in layers of 7 cm and was compacted by a rolling press (7 full compaction cycles). During the foundation preparation process mechanical strength of material should be checked carefully.

b) Dam model placement without reinforcement (Figure 7, a,b), level-by-level placement in 6 layers of 7 cm plus compaction. Colored sand of thickness equal to ≈ 2 mm was placed between each layer. A soil sample of each layer should be taken to determine soil density.

c) Reinforced embankment model preparation (Figure 7, c,d) is carried out in a way of level-by-level placement in 6 layers of 7 cm plus compaction. An embankment was placed with the aid of special shape. Colored sand of thickness equal to ≈ 2 mm was placed between each layer. After arrangement of each layer plus coloured sand, a reinforcing net of area equal to dam model's piling layer area was installed. A soil sample of each layer should be taken to determine soil density.

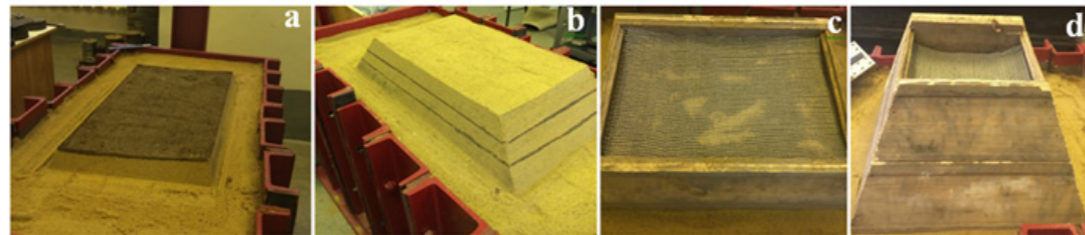


Figure 7 – Dam model level-by level placement without (a,b) and with (c,d) reinforcement

d) The process of dam model cracks, deformations and failure development in condition of both horizontal tension and vertical deformation happening in a soil foundation at the same time can be observed and fixed with the usage of a photo camera. An invention and development of digital photography allowed to scheme out a contactless photogrammetric method of prototype systems cracks and other deformations lifecycle monitoring. Vertical and horizontal deformations of embankment foundation and model during experiments conduction process were obtained using photogrammetric approach. This method helps to determine deformations which occur in plane and are useful to examine flat objects. The method assumes that several images of prototype system can be obtained from one fixed point, e.g. first image obtained before deformations, second – during deformations development and the third – after deformations. Thus, camera should be installed in such a way that plane of applied frame was parallel to plane of an object where image orientation elements should be preserved. In this case a periodic shoot by equipment with high matrix resolving capacity (2000 pixels per 1 cm²) should be implemented. In the given article Canon EOS Rebel T3 / DS126291 camera with matrix resolution equal to 12,2MP was used. The shooting data was recorded for documentation of mechanical measurements at dam model slopes and crest.

The task was to examine model stability in 5 stages of horizontal deformations $\epsilon=(3,6,9,12,15)\times 10^{-3}$ and simultaneous vertical failure, using bolted joints to assemble soil foundation part with dam model in variations with and without reinforcement in order to determine conditions of embankment's critical state [Tanaka, Zhussupbekov, Aldungarova, 2014]. A 3D test stand allows to create independent tension and vertical uplift lowering deformations in a significant range. The following trial series were carried out: a) testing of dam model at different conditions of soil foundation part's simultaneous lowering and horizontal tension of foundation without preliminary reinforcement, b) testing of dam model at different conditions of soil foundation part's simultaneous lowering and horizontal tension of foundation with reinforcement. After each trial soil was extracted from the tray and a new foundation was prepared for the following trial series.

Figure 8 shows comparison of dam model stability modeling key stages, as demonstrated on a 3D test stand with the usage of equivalent material.

CONCLUSIONS

Following the experiment results, conclusions can be made.

As it can be observed, the crest of a reinforced dam has remained in original state, without cracks which is different to dam model without reinforcement. Cracks on an unreinforced dam model begin spreading parallel all over the shape with the very first seconds of deformations whether development of cracks on a reinforced model occurs under the reinforcement netting bed (Figure 8).



Figure 8 – Comparison of stability modeling key stages for dam model without reinforcement; (b) with reinforcement)

Model of a reinforced dam is more prone to shear than to crack formation and collapse; the upper part of model placed above the reinforcement net remained in initial state, without cracks in fact, under the condition of dam model shift to 2 cm (Figure 9 – Junction B).

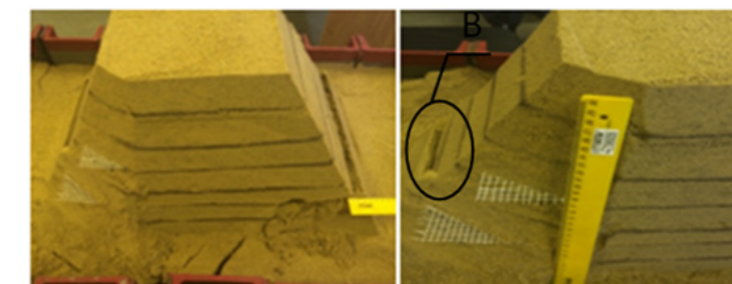


Figure 9 – Reinforced dam model shift

It can be concluded from the plot (Figure 10) that strengthening of dam model with the use of reinforcement net significantly affected its stability at horizontal and vertical deformations. Given choice of strengthening can be applied for hydraulic engineering structures as one of the methods to increase stability and safety. 3D test stand allows to examine behavior of dam model with/without reinforcement impacted by different combinations of soil foundation deformations.

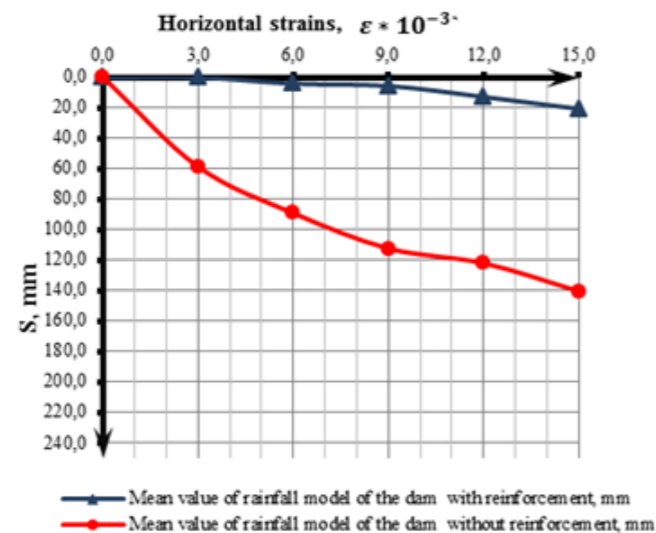


Figure 10 – Reinforced/unreinforced dam model stability dependence on horizontal and vertical deformations plot

REFERENCES

1 **Aldungarova, A. K.** Influence of effect of reinforcing on slopes stability of a soil dam // Young Geotechnical Engineers Symposium, Indian Institute of Technology Bombay. – Mumbai, India, May, 2015.
 2 Test stand for undermining buildings’ foundations deformations modeling : Patent 1250808 / Invented by Zhussupbekov A. Zh., Bazarov B. A.; published in B.E. №48, 1991.
 3 **Zhussupbekov, A. Z.** Structural properties of buildings’ foundations in undermined areas. – Almaty : Gylm, 1994. – P. 162.
 4 **Tanaka, T., Zhussupbekov, A. Zh., Aldungarova, A. K.** The influence of the stress-strain state of the soil on the stability of the dam model // «Perspective trends of theory and practice development in soil rheology and mechanics», XIV Soil rheology International Symposium materials. – KazGASU–Kazan, 2014.

Material received on 12.12.16.

А. Қ. Алдунгарова¹, А. Ж. Жусупбеков², В. А. Козионов¹, Р. Е. Лукпанов², Т. Танака³
Болат өндіру жөнінде зауытты қайта құру үшін нығайтқан геоторлер топырақтың үйіндісі көлбеуінің тұрақтылығын талдау

¹С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., Қазақстан;
²Л. Н. Гумилев атындағы Еуразиялық мемлекеттік университеті, Астана қ., Қазақстан;
³Токио университеті, Токио қ., Жапония.
 Материал 12.12.16 баспаға түсті.

А. Қ. Алдунгарова¹, А. Ж. Жусупбеков², В. А. Козионов¹, Р. Е. Лукпанов², Т. Танака³
Исследование устойчивости грунтовых дамб, армированных георешеткой для реконструкции завода по производству стали

¹Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан;
²Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан;
³Токийский университет, г. Токио, Япония.
 Материал поступил в редакцию 12.12.16.

Бұл зерттеу жұмысы үйінді топыраққа байланысты, ол ASS-да жылы электр станциясының (ірі болат өндіретін зауытты) Қарағанды облысы, Қазақстан Республикасында қалады. ASS, күл үйінділері қалдық бөгеттер және таға басқасы, онда гидро жойғылу қолданылады да гидротехникалық құрылыстар және оларға барлығы тиісті қарым-қатынастар кезеңдеріні жобалап салу және пайдалану болып табылады. Тірілік ету барлық уақытында үйінді топырақ бірнеше рет төгілді. Қайта жаңару топырақты күштеп толтыру нәтижесінде бұл әдіс тиімсіз болды. Сондықтан геоторды күшейту элементі ретінде Қазақстан үшін жаңа құрылыс материалдарды пайдалану ұсынды. Мақалада талдау тұрақтылығын үйінді топырақ күшеюі геотор әсерінен горизонталь және вертикаль деформация жер төсемі мен негізгі нәтижесінде, осы зерттеулерді бағалау үшін мүмкіндік беру үлгілерінде жер үйінділерін айқындау үшін оларды тарату.

Эта исследовательская работа связана с существующей грунтовой дамбой (или плотинной), которая базируется на теплоэлектростанции (части крупного завода по производству стали) в Карагандинской области, Казахстан. Золоотвалы, хвостохранилища, плотины и другие сооружения – являются напорными гидротехническими сооружениями, и они требуют соответствующего отношения на всех этапах проектирования, строительства и эксплуатации. В течение всего существования насыпи почвы были реконструированы много раз. Реконструкция была представлена засыпкой грунта без армирования, в результате этот метод был неэффективен. Поэтому было предложено использование георешетки в качестве армированного элемента, как одного из эффективных строительных материалов в Казахстане. В статье приводится анализ устойчивости насыпи грунта армированной георешетки под действием горизонтальных и вертикальных деформаций грунтового основания и на основе результатов этих исследований дана оценка возможности образования в моделях трещин земляных насыпей с определением области их распространения и определения степени влияния армирования на их общую устойчивость.

К. Ш. Арынгазин¹, М. Б. Жусупов², Д. А. Алигожина³

¹к.т.н., профессор, ²магистрант, ³магистр, ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
e-mail: ¹kapar47@mail.ru; ²Zh.mukhtar777_91@mail.ru; ³aligojina@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГОЦЕНТРАЛЕЙ АО «АЛЮМИНИЙ КАЗАХСТАНА»

В данной статье речь идет об исследовании способов утилизации золошлаковых отходов тепловых энергоцентралей.

Ключевые слова: тепловые энергоцентралей, золошлаки, отходы, строительные материалы, окружающая среда.

ВВЕДЕНИЕ

Алюминиевая промышленность Казахстана сосредоточена на Павлодарском алюминиевом заводе АО «Алюминий Казахстана». Основными отходами производства являются красный шлам и золошлаки.

Под хранение золошлаков тепловых энергоцентралей в павлодаре отчуждено 7963760 м² земельных участков, на которых хранится 40328 тыс. т золошлаков. Дополнительно к этому ежегодно электростанции производят до 800 тыс. т. Все это негативно влияет на экологическую обстановку. Зола имеет микро-дисперсный состав в результате чего на золоотвалах происходит пыление золы. В составе золы содержится не только взвешенные вещества, но и токсичные соединения, которые отрицательно влияют на состояние окружающей среды и состояния подземных, грунтовых вод.

Золы и шлаки от сжигания углей может рассматриваться одним из перспективных видов сырья для производства глинозема, коагулянтов, строительных материалов, редких металлов. Переработка золошлаков расширит сырьевую базу для получения не только для металлургии, но и для производства строительных материалов, сельскохозяйственных удобрений, позволит ликвидировать отвалы и освободить занимаемые земли под нужды сельского хозяйства. И что самое важное, позволит устранить источник загрязнения окружающей среды, потому что одна из главных проблем региона – это проблема экологии.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Основными видами товарной продукции АО «Алюминий Казахстана» является: известняк, огнеупорная глина, щебень, галлий, электрическая и тепловая энергия. Потребителями продукции АО «Алюминий Казахстана» являются страны СНГ и дальнего зарубежья.

Основными отходами завода является: красный шлам (получаемый при получении глинозема) и золошлаки (полученные от сжигания углей на ТЭЦ-1).

ТЭЦ-1 расположена на территории завода АО «Алюминий Казахстана». ТЭЦ-1 относится к неблочному типу, т.е. с поперечными связями соединения котлов и

турбин. Сырьем являются угли из города Экибастуз. Тепло и энергия полученная от сжигания углей используется не только на нужды завода, но и на снабжение теплом и электричеством города Павлодара.

Уголь – один из древнейших видов топлива. И сейчас, несмотря на активное использование нефти, газа, урана, дробля угля в мировом производстве электроэнергии составляет около 40 % (Китай – 78 %, США – 50 %, Россия – 19 %). Уголь сжигается при температуре от 1200-1400 °С. Но уголь не сгорает бесследно. В процессе его сжигания образуется не только энергия, но и побочные продукты – золошлаковые материалы (зола, шлак, золошлаковая смесь).

Состав и свойства золошлаков зависят от состава минеральной части топлива, его теплотворной способности, режима сжигания, способа улавливания и удаления, места отбора золошлаков в улавливающих установках или в золоотвале.

Золошлаки по виду сжигаемого угля подразделяют на:

- антрацитовые, образующиеся при сжигании антрацита, полуантрацита и тощего каменного угля (АУ);
- каменноугольные, образующиеся при сжигании каменного, кроме тощего угля (КУ);
- бурого угля, образующиеся при сжигании бурого угля (БУ).

По химическому составу золошлаки делятся на высококальциевые и низкокальциевые, свойство которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Виды золошлаков по химическому составу

| Вид | Разновидность | Содержание элементов в расчете на оксиды, % по массе | | |
|--------------------|------------------------|--|--|--|
| | | CaO+MgO | SiO ₂ +Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ +FeO+R ₂ O |
| I Высококальциевые | Высокосульфатные (I-A) | не менее 20 | - | - |
| | Низкосульфатные (I-B) | | | |
| II Низкокальциевые | Кислые (II-A) | менее 20 | не более 70 | не менее 10 |
| | Сверхкислые (II-B) | | более 70 | менее 10 |

По содержанию горючих золошлаки подразделяют на несколько видов свойства которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Виды золошлаков по содержанию в них горючих

| Наименование показателя | Величина потерь при прокаливании золошлака по виду сжигаемого угля, % по массе | | |
|-----------------------------------|--|-----------------|-----------------|
| | антрацитовый | каменноугольный | бурого угольный |
| Низкое содержание горючих (НГор) | меньше 7 | меньше 5 | меньше 3 |
| Среднее содержание горючих (СГор) | от 7 до 15 | от 5 до 10 | от 3 до 7 |
| Высокое содержание горючих (ВГор) | более 15 | более 10 | более 7 |

По способу улавливания, удаления и месту отбора золошлаки подразделяются на золу-унос, шлак топливный и золошлаковую смесь.

В зависимости от типа золоулавливающих устройств зола-унос может улавливаться во влажном (ЗУВл) или сухом (ЗУСух).

По технологическим причинам ЗУВл потребителю не поставляется, а ЗУСух отгружают потребителю с помощью специальных золоотборных систем.

В таблице 3 приведены виды зол-уноса по степени дисперсности.

Таблица 3 – Виды зол-уноса по степени дисперсности

| Степень дисперсности | Величина удельной поверхности (по воздухопроницаемости), м/кг | Остаток в сите № 008 не более, % по массе |
|-----------------------|---|---|
| Низкодисперсная (Нд) | менее 150 | 30 |
| Среднедисперсная (Сд) | от 150 до 300 | 20 |
| Высокдисперсная (Вд) | более 300 | 15 |

Шлак топливный может удаляться снизу котлоагрегатов в виде твердых пористых агрегатов или жидкого расплава, который гранулируется при охлаждении в воде. По средней плотности шлак разделяют на плотный (со средней плотностью зерен свыше 2,0 г/см³), образующийся в топках котлоагрегатов с жидким шлакоудалением, пористый (со средней плотностью зерен до 2,0 г/см³), образующийся в топках котлоагрегатов с твердым шлакоудалением.

Золошлаковые смеси (ЗШС), образующиеся при совместном удалении золы-уноса и топливного шлака (в виде пульпы) в золоотвал, по виду шлаковой составляющей подразделяются на смеси с плотным шлаком и с пористым шлаком.

Золошлаковые смеси в зависимости от зернового состава подразделяют на типы, крупность которых указана в таблице 4 [6].

Таблица 4 – Виды золошлаков в зависимости от крупности

| Наименование показателя | Значение показателей для различных типов золошлаковых смесей | | |
|--|--|----------------------|---------------------|
| | крупно-зернистая (К) | средне-зернистая (С) | мелко-зернистая (М) |
| Максимальный размер зерен шлака не более, мм | 40 | 20 | 5 |
| Содержание шлаковой составляющей в ЗШС, % по массе | от 50 до 90 | от 10 до 50 | от 0 до 10 |
| Содержание шлакового щебня в шлаковой составляющей, % по массе | более 20 | менее 20 | |
| Примечание: В ЗШС различных типов содержание зерен шлака, превышающих максимальный размер зерен, должно быть не более 10 % по массе | | | |

Для наиболее рационального решения вопроса утилизации золошлаков ТЭЦ-1 необходимо знать их свойства, которые зависят от вида, марки угля, от топочного режима на ТЭЦ-1, а также от места отбора золы на пути прохождения дымовых газов.

Как следствие этого, химическая природа, физическая, а, следовательно, и технические свойства тех или иных зол могут быть различны. Обращает на себя внимание то, что золы от сжигания одного и того же вида угля часто характеризуются различными показателями химического состава и физических свойств.

В зависимости от вида сжигаемого угля (антрацит, каменный, бурый) дисперсность, плотность, форма, цвет частиц золы, а также содержание окислов колеблется в больших пределах.

Данные по химическому составу зол свидетельствует о том, что содержание отдельных оксидов, а также топлива в золе, получаемой от пылевидного сжигания различных видов угля, имеет значительные отклонения. Это предопределяет свойства золы и область ее использования в производстве строительных материалов.

Из минералов, способных к гидротации и твердению, в золах присутствуют CaO, CaO·Al₂O₃, 3CaO·Al₂O₃, β-CaO·SiO₂, MgO, 4CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃.

Минералогический состав золы ТЭЦ-1 представлен в основном аморфизованным глинистым веществом, стеклом бесцветным и окрашенным, остатками угля и кристаллической фазой в виде кварца, муллита, магнезита, и изредка полевого шпата. По показателю потерь в массе при прокаливании золы, условно характеризующего содержание остатков горючего, отмечаются значительные колебания по различным пробам золы по каждой станции в пределах от 7 до 15 %.

Все золы характеризуются близким химическим составом минеральной части, но резко отличаются по гранулометрическому составу и удельной поверхности, при этом золы большинства ТЭЦ имеют величину удельной поверхности от 3000 до 5000 см²/г [6].

Несмотря на высокую удельную поверхность всех зол гидравлически активные минералы зачастую находятся внутри капель стекла, либо покрыты стеклом, затрудняющим контакт минералов с водой. Поэтому при использовании золы уноса для получения вяжущих материалов необходимо разрушение стекла для вскрытия активных минералов, т.е. нужен помол золы.

Для получения вяжущего материала и изделий на его основе с высокими физико-механическими свойствами необходимо введение добавок-активаторов.

Применение золы и шлака ТЭЦ-1 в качестве сырья для производства строительных материалов и в строительстве получило научное обоснование и подтвердилось результатами опытов, поставленных в ведущих научно-исследовательских организациях [3]. Были определены рациональные области использования золы и шлака ТЭЦ-1, разработаны прогрессивные технологические приемы и процессы производства строительных материалов на основе золы шлака, созданы опытно-промышленные установки по их отбору, переработке и хранению. Разработаны нормативные документы, регламентирующие использование золошлаков для производства ряда эффективных строительных материалов и в строительстве, а именно:

- добавка к цементу, не снижающая активности материала;
- компонент строительных бетонов и растворов;
- приготовление специальных бетонов;
- изготовление легких заполнителей для бетонов;

- получение самостоятельного вяжущего материала;
- для дорожного строительства;
- в качестве сырья для химической промышленности;
- добавка к глине при изготовлении кирпича, черепицы и т.д.

Кроме того, золы уноса используются в сельском хозяйстве как удобрение; в литейном производстве; обработанные силикагелием – для удаления с поверхности воды мазута или остатков кислот; для быстрого высушивания шламов. Большое количество золошлаковой смеси используется для строительства ограждающих дамб на золошлакоотвалах, т.е. на собственные нужды ТЭЦ-1. Важным направлением является использование золошлаковой смеси взамен крупного и мелкого заполнителя в тяжелом бетоне. Это направление должно развиваться в районах острого дефицита в заполнителях для тяжелого бетона.

Использование золы и шлака ТЭЦ-1 в качестве выгорающих и отошающих добавок при производстве кирпича позволяет повысить массообменные характеристики сырца и ускорить процесс сушки с одновременным снижением расхода топлива (до 20-40 %), повысить прочность кирпича и снизить процент брака после его сушки и обжига. В силикатном производстве кирпича достигается значительная экономия извести (до 20 %) при одновременном повышении прочности сырца и самого кирпича после термообработки.

Весьма эффективным является использование золошлаков для производства ячеистых бетонов, так называемых пенозолобетонов, газозолобетонов и ячеистых золошлакобетонов с плотностью 200-300 кг/м³. При этом используются как автоклавная, так и безавтоклавная технологии.

Большой выбор легких заполнителей, таких как аглопоритовый гравий и щебень, зольный гравий, новый вид заполнителя, глинозольный керамзит, позволяет наиболее полно использовать все разнообразие свойств различной золы и шлака ТЭЦ-1.

В дорожном строительстве наибольшее применение находит активная зола в сухом состоянии, образующаяся при сжигании торфа, сланцев, бурых углей, и в опытном производстве – гранулированный топливный шлак для строительства покрытий и оснований дорог.

Диапазон использования золошлаковых материалов в бетонах очень широкий, от гидротехнического бетона, где сухая зола применяется как замещающая часть (до 25 %) цемента, до шлакобетона и стеновых блоков из него, где в качестве мелкого и крупного заполнителей используются зола и шлак из отвалов и текущего выхода [7].

ВЫВОДЫ

Создание высокоэффективной технологии извлечения ценных составляющих из отходов от сжигания энергетических углей позволит комплексно использовать минеральную составляющую углей, которая будет способствовать решению экологических проблем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Ибрагимов, А. Т., Будон, С. В.** Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана. – Павлодар : ТОО «Дом печати», 2010.
- 2 **Вербняк, А. Ф.** Уголь в экономике Казахстана. – Астана, 2005.
- 3 Экибастузский угольный разрез // Предприятия / Богатырь. – URL : <http://www.bogatyr.kz>
- 4 **Кузьмин, Р. С.** Компонентный состав отходов. Часть I. – Казань, 2010.
- 5 **Николаев, И. В. Москвитин В. И., Фомин, Б. А.** Металлургия легких металлов – М. : Metallurgia, 2005.
- 6 Экология Павлодара // Департамент экологии по Павлодарской области / Департамент. – URL : <http://www.eco.gov.kz>
- 7 **Вишня, Б. Л.** Перспективные технологии удаления, складирования и использования золошлаков ТЭЦ. – Новосибирск, 2006.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

К. Ш. Арынгазин, М. Б. Жусупов, Д. А. Алигожина

АҚ «Қазақстан Алюминийі» жылу энергоцентралді қалдықтарын пайдаланудың жетістіктері

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

K. Sh. Aryngazin, M. B. Zhysypov, D. A. Aligozhina

The prospects of the waste use of the main thermal power lines at JSC «Aluminium of Kazakhstan»

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 12.12.16.

Осы мақалада жылу энергоцентралдің құл-қоқыс қалдықтарын пайдалану тәсілдерін зерттеу туралы баяндалады.

In this article we are talking about the research of ash and slag waste disposing methods at the thermal power lines.

**К. Ш. Арынгазин¹, В. В. Ларичкин², А. К. Алдунгарова³,
А. К. Свидерский⁴, П. О. Быков⁵, А. В. Богомолов⁶,
А. К. Тлеулесов⁷, Д. К. Маусымбаева⁸**

¹к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан; ²д.т.н., профессор, Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия; ³PhD, ассоц. профессор; ⁴д.х.н., профессор; ^{5,6}к.т.н., ассоц. профессор, ^{7,8}магистры, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан

**ИННОВАЦИОННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЁРДЫХ
ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ
И МЕТАЛЛУРГИИ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В статье рассмотрен метод утилизации отходов промышленности в области энергетики и металлургии, путем использования их в изготовлении строительных материалов.

Ключевые слова: отходы производства, строительные материалы, золоотвалы.

ВВЕДЕНИЕ

Производство строительных материалов, конструкций и изделий является одним из 14 приоритетных секторов обрабатывающей промышленности ГП ИИР РК на 2015-2019 годы. В Республике Казахстан ежегодный выход золы и золошлаковых смесей при сжигании углей составляет около 20 млн. тонн, а в золоотвалах к настоящему времени накоплено более 400 млн. тонн отходов и представляют серьезную экологическую проблему регионов. Под золоотвалами крупнейших ТЭС находятся тысячи гектаров земли, выведенной из сельскохозяйственного применения. Энергетики несут значительные финансовые расходы на содержание золоотвалов, оплату земли, экологические платежи.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Анализ научно-технической литературы выявил широкий спектр возможного применения топливных ЗШО, в первую очередь, в производстве строительных материалов и изделий: в качестве сырьевого компонента для производства портландцементного клинкера; как минеральная добавка к цементу; самостоятельное вяжущее для бетонов и растворов нормального и автоклавного твердения; как наполнитель бетонных смесей и др.

Объемы строительства в РК с каждым годом возрастают, но сохраняется тенденция роста цен на строительные материалы, а утилизация и использование золошлаковых отходов электростанций в республике не превышает 1 %, тогда как в Европе этот показатель в среднем составляет 60 %.

В настоящее время доля использования золошлаковых отходов на ТЭС России не превышает 8-10 %. Западные страны, где очень развит промышленный симбиоз, используют около 70 % образующихся золошлаковых отходов. В Польше для стимулирования переработки золошлаковых отходов была резко повышена цена на землю под золоотвалы, и поэтому ТЭС доплачивают потребителям золы для снижения затрат на хранение. В Великобритании и Германии действуют специализированные организации по сбыту золы и шлаков.

До настоящего времени вопросы переработки отходов производственной деятельности ТЭС и металлургических отходов в Казахстане решались недостаточно активно. Отчасти это было обусловлено приоритетным развитием сырьевого производства. В то же время, возникла острая необходимость в переработке золошлаковых отходов ТЭС и металлургических отходов. Этот факт обусловлен возросшими экологическими требованиями, международными обязательствами государства, прогнозируемым увеличением доли выработки электроэнергии тепловых электростанций, работающих на угле и доли металлургического производства.

Цель разработки: инновационные решения в области переработки золошлаковых отходов (ЗШО) тепловых электростанций и отходов металлургии Павлодарской области.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1 Проведение маркетинговых исследований для определения потенциальных объемов производства строительных материалов.
- 2 Разработка системы сухого золошлакоудаления для тепловых электростанций.
- 3 Анализ химического и гранулометрического состава ЗШО.
- 4 Разработка рецептур изготовления строительных материалов на основе ЗШО и металлургических отходов.
- 5 Изготовление и испытание полученных образцов строительных материалов и их сертификация.
- 6 Создание опытно-промышленного производства строительных материалов с использованием ЗШО.
- 7 Отладка технологий и получение опытных партий строительных материалов и изделий на основе ЗШО и металлургических отходов.
- 8 Создание базы данных ЗШО, разработка методики автоматизированного расчета оптимальных параметров технологических линий производства (ТЛП) и рецептур состава бетона.

В разработке проекта принимают участие кафедры Павлодарского государственного университета (ПГУ) имени С. Торайгырова: «Профессиональное обучение и защита окружающей среды», «Металлургия», «Теплоэнергетика»; а также участие зарубежных ученых профессоров: Ларичкин В. В. (Новосибирский Государственный технический университет, г. Новосибирск, РФ), Карпов В. И. (Московский Государственный Технический Университет имени Н. Э. Баумана, г. Москва).

По проекту были получены и испытаны лабораторные образцы строительных материалов и изделий с использованием до 30 % ЗШО и бокситового шлама, отвечающие строительным нормам (имеются акты испытаний). Была изготовлена опытная партия различных видов строительных изделий: тротуарного и бордюрного камня, облицовочной плитки, гипсового декоративного камня. Проведены натурные испытания тротуарного камня. В октябре 2012 г. опытной партией тротуарной плитки с использованием ЗШО выложен реальный тротуар площадью 12 м² на территории Инновационного центра Новосибирского государственного технического университета (НГТУ). Эксплуатация тротуарной плитки в течении 4-х лет показала, что трещин, сколов и истирания не наблюдается, что указывает на высокое качество строительных материалов с использованием золошлаковых отходов.

Кафедрой «Профессиональное обучение и защита окружающей среды» (зав. кафедрой проф. Арынгазин К. Ш.) ПГУ совместно с кафедрой инженерных проблем экологии НГТУ (зав. кафедрой д.т.н., профессор Ларичкин В. В.) разработана новая технология изготовления тяжёлых бетонов с использованием золошлаковых отходов ТЭС и отходов металлургии РК. Эти бетоны планируется использовать для изготовления материалов и строительных изделий высокого качества с низкой себестоимостью (камень пустотелый, тротуарная плитка, бордюрный камень). Состав изделия: цемент от 35 до 20 %, песок от 55 до 40 %, ЗШО от 10 до 40 %.

Технологический процесс изготовления изделий в общем виде состоит из подготовки сырьевой массы, формования изделий, выдерживания полученного после формования изделия, складирования готовых изделий.

По направлению проекта широко проводятся исследования учеными Российской Федерации. Научно-исследовательские работы, проведенные в России за последние 20 лет показали, что зола и шлаки ТЭС являются ценным сырьем для ряда отраслей промышленности:

- стройиндустрии (добавка к цементу, заменитель песка, компонент строительных смесей и растворов, приготовление различных бетонов и кирпича, покрытия для автомобильных дорог, тротуарная плитка и бордюры, изготовление теплоизоляционных материалов и различных заполнителей и пр.);

- химической промышленности (выделение и получение из зол ценных химических элементов);

- сельского хозяйства (производство удобрений и раскислителей почв).

В России лидирующими группами в области исследований и разработок по темам, аналогичному данному Подпроекту, являются НГТУ, Сиборгэнергострой (г. Новосибирск), ОАО «Дальэнерго» (г. Владивосток), ООО «Центр энергоэффективности и ресурсосбережения», (г. Омск). В настоящем проекте планируется использовать разработки этих групп в качестве базиса для постановки задач проекта.

Известные ранее разработки базировались на ЗШО от сжигания углей Кузнецкого, Канско-Ачинского месторождений, Ангреновского угля. Использование металлургических отходов при производстве строительных материалов практически не исследовались. Кроме того планируется системное рассмотрение

проблемы, при котором интеграция решаемых задач будет осуществляться на основе информационных технологий.

Ожидаемый научный эффект: комплексное использование ЗШО ТЭС, бокситового шлама и строительных материалов на их основе позволяют успешно решать поставленные задачи, а изучение их физико-механических и химико-минералогических свойств внесут весомый вклад в развитие научных исследований в области производства строительных материалов и разработке новых технологий получения энергоэффективных материалов с заданными характеристиками.

Ожидаемый социальный эффект обусловлен: созданием новых рабочих мест в индустрии производства строительных материалов и изделий из них; решением экологических проблем региона – утилизацией твёрдых техногенных отходов предприятий теплоэнергетики и металлургии Павлодарской области; улучшением качества жизни населения вследствие введения в эксплуатацию новых ранее не используемых строительных материалов, зданий и сооружений из них с высокими эксплуатационными характеристиками.

Ожидаемый экономический эффект: твёрдые техногенные отходы предприятий теплоэнергетики и металлургии Павлодарской области являются перспективным, практически неисчерпаемым, доступным, дешёвым и ранее неиспользуемым источником сырья для строительной индустрии. Их вовлечение в действующее производство позволит снизить себестоимость строительных материалов и изделий из них на 15-30 %, а внедрение в производство предлагаемых новых эффективных технологий позволит получить значительную экономию энергоресурсов и повысить качество производимых материалов и изделий из них.

Результаты проекта, в частности, разработанные рецептуры изготовления на основе ЗШО и отходов металлургии строительные материалы и изделия с применением отходов наноиндустрии, могут быть использованы научно-исследовательскими, проектными и другими организациями, занимающимися проектированием и изготовлением строительных материалов и оборудования для производства строительных материалов.

ВЫВОДЫ

Распространение результатов данной работы среди потенциальных пользователей будет произведено путем публикации основных результатов подпроекта в открытой печати в виде статей, учебных пособий и монографии и апробацией результатов на республиканских и международных научных конференциях. Внедрение предлагаемой технологии использования золошлаковых отходов ТЭС Республики Казахстан в производстве строительных материалов позволит сократить импорт и увеличить экспорт строительных материалов, снизить себестоимость объектов строительства, улучшить экологическую обстановку регионов на всей территории Казахстана.

1 <https://refdb.ru/look/1750450.html>

2 **Арынгазин, К. Ш., Тлеулесов, А. К., Ларичкин, В. В.** Перспективы использования золошлаковых отходов Павлодарской ТЭЦ-1 в производстве тяжелых бетонов // Труды XV Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона». – Новосибирск, 2014, 23-25 апреля. – С. 366-371.

3 **Арынгазин, К. Ш., Тлеулесов, А. К., Айтказина, С. М. Ларичкин, В. В.** Исследование свойств тяжёлого бетона, содержащего золошлаковые отходы от сжигания Экибастузского каменного угля // Труды XVI Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона», посвященной 70-летию победы в великой отечественной войне. – Новосибирск, 2015, 22-24 апреля. – С. 772-776.

4 **Арынгазин, К. Ш., Тлеулесов, А. К., Жакиянова, А. Х., Трушев, Ж. А., Токтарбеков, Е. Ч.** Перспективы комплексного использования твердых техногенных отходов предприятий Павлодарской области в производстве строительных материалов // Материалы Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XV Сатпаевские чтения». – Павлодар: ПГУ им. С.Торайгырова, 2015. – С. 55-62.

5 **Арынгазин, К. Ш., Тлеулесов, А. К., Садвакасов, К. С., Ларичкин, В. В.** Ресурсо-энергосбережение и эколого-энергетическая безопасность на энергетических предприятиях Павлодарской области // Материалы Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XV Сатпаевские чтения». – Т. 21. – Павлодар: ПГУ им. С.Торайгырова, 2015. – С. 313-319.

6 **Арынгазин, К. Ш., Кудерин, М. К., Саканов, К. Т., Станевич, В. Т., Булыга, Л. Л., Ларичкин, В. В., Тлеулесов, А. К., Садвакасов, К. С.** Использование твердых техногенных отходов предприятий теплоэнергетики павлодарской области в производстве строительных материалов // Материалы международной научно-практической конференции «VII Торайгыровские чтения». – Т. 3. – Павлодар, 2015. – 5 с.

7 **Арынгазин, К. Ш., Ларичкин, В. В., Алдунгарова, А. К., Тлеулесов, А. К., Бейсембаев, М. К., Токтарбеков, Е. Ч.** Использование отходов производства. Учебно-методическое пособие. – Павлодар : Керек, 2016. – 80 с.

8 **Турдыева, Б. Д., Токтарбеков, Е. Ч., Арингазин, К. Ш., Ларичкин, В. В., Алдунгарова, А. К., Тлеулесов, А. К.** Методика изготовления образцов бетонов с использованием отходов промышленности // Материалы международной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVI Сатпаевские чтения». – Т. 27. – Павлодар, 2016. – С. 200-207.

9 **Арынгазин, К. Ш., Алдунгарова, А. К., Тулабберген, Қ. Б., Токтарбеков, Е. Ч.** Исследование возможностей использования твердых техногенных отходов Павлодарской области в производстве строительных материалов // Материалы международной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVI Сатпаевские чтения». – Т. 27. – Павлодар, 2016. – С. 71-78.

Қ. Ш. Арингазин¹, В. В. Ларичкин², А. Қ. Алдунгарова¹, А. К. Свидерский¹, П. О. Быков¹, А. В. Богомолов¹, А. Қ. Тлеулесов¹, Д. Қ. Маусымбаева¹

Павлодар облысының құрылыс материалдарын өндірісінде ЖЭС және металлургия компаниялардың қатты техногендік қалдықтарды инновациялық мақсатта пайдалану

¹С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., Қазақстан;

²Новосібір мемлекеттік университеті, Новосібір қ., Ресей.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

K. Sh. Aryngazin¹, V. V. Larichkin², A. K. Aldungarova¹, A. K. Sviderskiy¹, P. O. Bykov¹, A. V. Bogomolov¹, A. K. Tleulesov¹, D. K. Maussymbayeva¹

Innovative use of solid industrial waste of thermal power plants and metallurgy of Pavlodar region in the production of building materials

¹S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan;

²Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia.
Material received on 12.12.16.

Мақалада энергетика және металлургия саласында өндіріс қалдықтарын кәдеге жарату әдістерін құрылыс материалдарын жасауда қолдану жолы қарастырылған.

The method of industrial waste utilization in the field of energy and metallurgy, by using them in the manufacture of building materials, is covered in this article.

П. О. Быков¹, Ж. М. Ықсан², Б. А. Касымова³, М. Ұзақ⁴

^{1,2}к.т.н., ассоц. профессора; ^{3,4}магистранты, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
e-mail: ¹Bykov_petr@mail.ru; ²ixan_0180@mail.ru; ³bakhtygulkassymova@gmail.com; ⁴info@mirstankov.kz

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

В настоящей статье приведен анализ основных отходов металлургии и теплоэнергетики и представлен обзор оборудования спроектированного для изготовления строительных материалов (облицовочный кирпич, тротуарная плитка и т.п.) в индивидуальном строительстве.

Ключевые слова: отходы, металлургия, теплоэнергетика, строительные материалы, оборудование.

ВВЕДЕНИЕ

В Павлодарском регионе образуется большое количество отходов металлургии и теплоэнергетики, основными из которых являются: шламы глиноземного производства, сталеплавильные и ферросплавные шлаки, золошлаковые отходы теплоэнергетики [1-4].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Состав золошлаковых отходов и отходов металлургических предприятий Павлодара приведен в таблицах 1-5.

Таблица 1 – Химический состав зол ТЭС, %

| Зола из отвалов | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | TiO ₂ | CaO | MgO | SO ₃ | п.п.п. | гигр. вода | CO ₂ | не св. SiO ₂ |
|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------------------|------|-----|-----------------|--------|------------|-----------------|-------------------------|
| Павлодарские ТЭС | 46,7 | 25,2 | 6,58 | 0,66 | 1,28 | 7,66 | 3,1 | 1,26 | 3,41 | 0,57 | 3,96 | 26,7 |

Таблица 2 – Фазово-минералогический состав зол, мас. % (усредненный)

| Теплостанция | Стекло-фаза | Аморфизованное глинистое вещество | Оксиды железа | Полевой шпат, кварц, пироксен | Корунд, муллит, кристобалит | Кальцит | Углистые частицы |
|------------------|-------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------|---------|------------------|
| Павлодарские ТЭС | 30 | 25 | 9 | 10 | 7 | 8 | 11 |

Таблица 3 – Химический состав отходов глиноземного производства Павлодарского алюминиевого завода

| Компоненты, % | Al ₂ O ₃ | Na ₂ O | Fe ₂ O ₃ | CaO | SiO ₂ | TiO ₂ | CO ₂ | SO ₃ |
|------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Отвальный шлак | 4,3-5,0 | 0,9-1,5 | 27-32 | 39-44 | 19-21 | ~ | 0,8-1,0 | 0,5-0,7 |
| Железистые пески | 17-20 | 0,5-0,8 | 52-56 | 4,6-5,6 | 6,2-8,2 | 2-3 | 9-12,0 | 2,2-3,0 |

Таблица 4 – Средний химический состав шлака дуговых сталеплавильных печей ПФ ТОО «Кастинг», %

| Fe _{о6} | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | MnO | S | осн | Σ |
|------------------|------------------|--------------------------------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 28-35,9 | 12,1-18,9 | 1,9-4,8 | 21,1-24,6 | 6,9-20,2 | 5,1-8,2 | 0,03-0,04 | 1,2-1,7 | 90,0-98,3 |

Таблица 5 – Средний химический состав шлака агрегата ковш-печь ПФ ТОО «Кастинг», %

| Fe _{о6} | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | MnO | S | осн | Σ |
|------------------|------------------|--------------------------------|-----------|----------|---------|---------|---------|-----------|
| 0,9-6,4 | 25,1-28,1 | 0,3-0,9 | 45,5-63,1 | 7,4-13,8 | 1,6-4,7 | 0,3-0,8 | 1,7-2,5 | 91,6-99,2 |

Как известно [5], золошлаковые отходы и отходы металлургии являются ценным сырьем для производства строительных материалов.

Проведенный анализ показывает [6], что производство строительных материалов – важная стабильно растущая отрасль экономики Казахстана, обеспечивающая 8,6 % объемов производства обрабатывающей промышленности. Перспективы развития данного сектора определяются с одной стороны - внутренним спросом строительной индустрии, возможностями импортозамещения и реализации продукции на рынках стран макрорегиона, с другой стороны – наличием собственной сырьевой базы и производственным потенциалом казахстанских предприятий сектора.

Емкость внутреннего рынка строительных материалов составляет почти 800 млрд. тенге, из них за счет импорта покрывается 39 %. Импортная емкость макрорегиона по приоритетным товарам составляет порядка 3 млрд. долл. США.

В секторе действуют 1453 предприятия, на которых занято более 40 тыс. человек. Наиболее развитыми производствами являются: производство цемента, готового бетона, бетонных изделий, пластиковых труб, теплоизоляционных и кровельных материалов.

Существенную долю рынка (до 44 %) занимает производство строительных изделий из бетона.

Следует отметить, что существует не учтенные довольно большие объемы производства строительных материалов (облицовочный кирпич, тротуарная плитка и т.п.), которые используются в индивидуальном строительстве и изготавливаются собственными силами застройщиков.

Учитывая, что технологический процесс изготовления данных изделий в принципе довольно не сложный и в общем виде состоит из подготовки сырьевой массы, формования изделий, выдерживания полученного после прессования изделия, складирования готовых изделий [7], то действительно организация индивидуального производства строительных изделий для собственных нужд является перспективным направлением развития отрасли строительных материалов, позволяющей снизить затраты на строительство.





Стоит отметить, что для производства данных видов изделий в индивидуальном строительстве использование стандартного промышленного оборудования для подготовки сырьевой массы и формования изделий является не эффективным.

Целью работы являлось проектирование и производство оборудования для изготовления строительных материалов (облицовочный кирпич, тротуарная плитка и т.п.) в индивидуальном строительстве.


В таблице 6 приведены основные типы спроектированного оборудования для изготовления различных строительных изделий [8].

Таблица 6 – Оборудование для изготовления строительных изделий

| Наименование | Назначение | Характеристика | Цена, тенге |
|---|--|--|-------------|
| <p>Шлакоблочный станок Дракон на 4 блока</p>  | Шлакоблочный станок «Дракон» – полумеханическая установка для изготовления строительных блоков, пескоблоков, шлакоблоков, керамзитоблоков предназначен для среднего производства | Технические характеристики: – тип оборудования – безподдонный, ручной – питание: 220 В – мощность: 500 Вт – число оборотов, об/мин – 3000 – кол-во блоков: 4 шт – размеры изготавливаемых блоков: 390x190x188 – габаритные размеры станка: 1300x980x980 | 200 000 |
| <p>Стационарный шлакоблочный станок на 5 блоков</p>  | Шлакоблочный станок – установка для изготовления строительных блоков, пескоблоков, шлакоблоков, керамзитоблоков предназначен для среднего производства | Технические характеристики: – тип оборудования – безподдонный, – питание: 220В – мощность: 1500 Вт – число оборотов, об/мин – 3000 – кол-во блоков: 5 шт – размеры изготавливаемых блоков: 390x190x188 – габаритные размеры станка: 1300x1200x980 | 400 000 |

| | | | |
|---|--|---|-----------|
| <p>Шлакоблочный станок Марс на 2 блока</p>  | Шлакоблочный станок «МАРС-2» – полумеханическая установка для изготовления строительных блоков, пескоблоков, шлакоблоков, керамзитоблоков предназначен для малого производства | Технические характеристики: – Тип оборудования - безподдонный, ручной – Питание: 220В – Мощность: 500 Вт – Число оборотов, об/мин – 3000 – Кол-во блоков: 2 шт – Размеры изготавливаемых блоков: 390x190x188 – Габаритные размеры станка: 1300x980x980 | 100 000 |
| <p>Бетономешалка принудительного типа БПТ – 500</p>  | Бетономешалка принудительного типа БПТ – 500 | Технические характеристики: – производительность 3 куб. м \ час – подходит для любых типов смесей – один смесительный вал, 3 лопасти – простая надежная конструкция – мощный привод 7,5 кВт | 450 000 |
| <p>Вибростол для тротуарной плитки и декоративных заборов ВС-2</p>  | Вибростол ВС-2 предназначен для изготовления различных изделий из бетона методом вибропрессования или вибролитья | Технические характеристики: – трамбовка цемента, песка; – трамбовка смесей из асфальтобетона мелкозернистой и крупнозернистой фракции; – изготовление фигурной тротуарной плитки; – изготовление памятников и др.; – производство строительных блоков на основе пенобетона; – для проведения испытаний. – изготовление еврозаборов Габаритные размеры: 1300x800x800 | 100 000 |
| <p>ECO-PREMIUM 2700 станок для производства кирпичей</p>  | Станок для производства кирпичей | Основные технические характеристики: – производительность: 3500 шт./смена (8 часов) – габариты: 1050*950*1850 мм. – цикл формирования кирпича: 15-20 секунд – обслуживающий персонал: 2-3 человека – вес: 1000 кг. – метода прессования: Гидравлический – давление: 16 МПа | 2 800 000 |

| | | | |
|--|---|---|--------------------------|
| <p>Станок для производства леги-кирпичей Lego Professional</p>  | <p>Станок для производства леги-кирпичей (одноблочный, двухблочный)</p> | <p>Основные технические характеристики: – производительность: 1500 блоков/смена (8 часов) – цикл формирования: 15-20 сек. – метод прессования: гидравлическое давление – габариты: 1300*1500*1000 – давление: 16 Мпа – вес: 200 кг.</p> | <p>700 000 – 900 000</p> |
| <p>Lego Economy</p>  | <p>Ручной станок для производства леги-кирпичей</p> | <p>Основные технические характеристики: – производительность: 1200 блоков/смена (8 часов) – цикл формирования: 15-20 сек. – метод прессования: гидравлическое давление – габариты: 350*500*1000 – давление: 8 Мпа – вес: 120 кг.</p> | <p>250 000</p> |
| <p>КОНДОР 1</p>  | <p>Станок для производства шлакоблоков, тротуарной плитки, кирпича</p> | <p>Состав: вибропресс, матрица – пуансон, пульт управления, насосная станция. Производительность за 1 смену: – блок (шлакоблок) – (390x190x190мм) – 700 шт – тротуарная плитка (200x100x70мм) – 45 м² – кирпич (250x120x88мм) – 1500 шт</p> | <p>1 300 000</p> |
| <p>КОНДОР 1-40</p>  | <p>Станок для производства шлакоблоков, тротуарной плитки, кирпича</p> | <p>Состав: вибропресс, матрица – пуансон, бетономеситель V = 40л, пульт управления, подставка под бетономеситель, насосная станция, стеллаж, поддон, 5 шт. Производительность за 1 смену: – блок (шлакоблок) – (390x190x190мм) – 700 шт – тротуарная плитка (200x100x70мм) – 45 м² – кирпич (250x120x88мм) – 1600 шт</p> | <p>1 500 000</p> |

| | | | |
|--|--|---|------------------|
| <p>КОНДОР 1-90</p>  | <p>Станок для производства шлакоблоков, тротуарной плитки, кирпича</p> | <p>Состав: вибропресс, матрица – пуансон, бетономеситель V = 90л, пульт управления, подставка под бетономеситель, насосная станция, стеллаж, поддон, 5 шт. Производительность за 1 смену: – блок (шлакоблок) – (390x190x190мм) – 700 шт – тротуарная плитка (200x100x70мм) – 45 м² – кирпич (250x120x88мм) – 1600 шт</p> | <p>1 700 000</p> |
|--|--|---|------------------|

Конструктивной особенностью данного оборудования является универсальность, малые габариты, малая металлоемкость, низкое энергопотребление и стоимость, что делает их коммерчески привлекательным при индивидуальном строительстве.

Особенностью проектирования данного оборудования являлось использование САЕ АРМ WinMachine для проведения прочностных и других расчетов с целью оптимизации конструкции для снижения массы конструктивных элементов оборудования [9, 10].

АРМ WinMachine представляет собой универсальную систему для расчета и проектирования стержневых, пластинчатых, оболочечных, твердотельных, а также смешанных конструкций [9, 10].

С помощью программы можно рассчитать произвольную трехмерную конструкцию, состоящую из стержней произвольного поперечного сечения, пластин, оболочек и объёмных деталей при произвольном нагружении и закреплении. При этом соединения элементов в узлах может быть как жестким так и шарнирным.

В результате выполненных системой АРМ Structure3D расчетов можно получить следующую информацию:

- нагрузки на концах элементов конструкции;
- карту распределения напряжений в конструкции;
- деформацию произвольной точки;
- карту распределения напряжений в произвольном сечении стержня;
- эпюры изгибающих и крутящих моментов, поперечных и осевых сил для отдельного стержня и для конструкции в целом;
- результаты проверки конструктивных элементов на несущую способность;
- коэффициент запаса устойчивости конструкции по Эйлеру;
- напряженно-деформированное состояние конструкции при больших перемещениях (геометрически нелинейная задача);
- частоты и формы собственных колебаний конструкции;
- изменение напряженно-деформированного состояния конструкции под действием;
- произвольно меняющихся во времени нагрузок.

В работе для всех основных узлов проектируемого оборудования был выполнен расчёт на статическую прочность.

В рамках расчета на статическую прочность были проведены два вида расчета:

- 1) на максимальные (предельные) нагрузки рабочего состояния;
- 2) на особые нагрузки.

Расчеты на статическую прочность проводились с помощью модуля APM Structure3D, входящего в состав системы APM WinMachine.

Например, при построении расчетной модели механизма перемещения станка для производства шлакоблоков, тротуарной плитки, кирпича использовался 10-ти узловой конечный элемент (тетраэдр). Данный элемент имеет три степени свободы в каждом узле в виде проекций перемещений узлов на оси системы координат.

Кинематические граничные условия задавались в виде запрета всех перемещений точек на поверхности отверстия проушины.

Силовые граничные условия задавались в виде силы, распределенной по внутренней поверхности отверстий, за которые крепятся стропы.

При нелинейном статическом расчете на предельные нагрузки при аварийных условиях эксплуатации приняли билинейную модель упругопластического поведения материала. На основе характеристик материала, используемого в расчете, задали диаграмму деформирования.

Кинематические граничные условия задавались в виде запрета всех перемещений точек на поверхности отверстия проушины.

Силовые граничные условия задавались в виде силы, распределенной по плиткам, установленным в местах крепления механизмов схвата.

ВЫВОДЫ

В работе было спроектировано оборудование для изготовления строительных материалов (облицовочный кирпич, тротуарная плитка и т.п.) в индивидуальном строительстве.

Конструктивной особенностью данного оборудования является универсальность, малые габариты, малая металлоемкость, низкое энергопотребление и стоимость, что делает их коммерчески привлекательным при индивидуальном строительстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

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

3 **Ибрагимов, А. Т.** Разработка и внедрение технологии переработки низкокачественного бокситового сырья Казахстана // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Алматы, 2010. – 22 с.

4 **Быков, П.О.** Исследование формирования однородности непрерывнолитого слитка с целью улучшения качества прокатной продукции. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Караганда, 2010. – 144 с.

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

6 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы, утвержденная Указом Президента РК от 1 августа 2014 года № 874.

7 **Барабанщиков, Ю. Г.** Строительные материалы и изделия. – М. : Академия, 2008.

8 <http://mirstankov.kz/#mirstankov>

9 **Замрий, А. А.** Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D. – М. : Издательство АПИМ, 2010.

10 **Шелофаст, В. В., Чугунова, Т. Б.** Основы проектирования машин. Примеры решения задач. – М. : Изд-во АПИМ., 2010. – 240 с.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

П. О. Быков, Ж. М. Ықсан, Б. А. Касымова, М. Ұзақ

Металлургиялық қалдықтарды қайта өңдеуге арналған жабдықтарды өндіру және жобалау

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 12.12.16 баспаға түсті.

P. Bykov, Zh. Yksan, B. Kasymova, M. Uzak

Design and production of equipment for processing of metallurgical waste

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 12.12.16.

Бұл мақалада металлургия мен жылу энергетикадағы негізгі қалдықтарды талдау мен жеке құрылыс барысында құрылыс материалдарын әзірлеуді қамтамасыз ететін жабдықтар (қаптама кірпіш, жаяужол кірпіші және т.б.) туралы шолу келтірілген.

The article provides an analysis of the main wastes in metallurgy and heat power engineering and gives an overview of the equipment designed for the production of construction materials (facing bricks, paving tiles, etc.) in individual construction.

УДК. 669.187.5

Б. Е. Галиев¹, С. С. Спанов², А. К. Жунусов³

^{1,2}магистранты; ³к.т.н., доцент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
e-mail: ²sayatspanov1982@mail.ru

ВНЕПЕЧНАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРРОСИЛИКОАЛЮМИНИЯ

В данной работе приводятся результаты опытных плавки стали проведенные при внепечной обработке на ТОО «KSP Steel» с применением ферросиликоалюминия фракции 0-10 мм. Применение ферросиликоалюминия позволило исключить из состава металлошхты карбид кремния и улучшить технико-экономические показатели производства стали.

Ключевые слова: сталь, известь, известняк, плавиковый шпат, ферросиликоалюминий.

ВВЕДЕНИЕ

При выплавке стали в дуговых электрических печах для процесса шлакообразования используют: известь, известняк, плавиковый шпат, шамотный бой, кварцевый песок.

Для шлаковых смесей наиболее важной составляющей является известь. Известь получают обжигом известняка в шахтных печах при 1100-1300 °С. Химический состав обожженной извести: CaO – 88 %, SiO₂ – 2 %, MgO – не более 1,5 %, Fe₂O₃ + Al₂O₃ – не более 1,5 %, S – не более 0,15 %.

Свежеобожженная известь используется только для выплавки высококачественной стали. При хранении известь интенсивно поглощает влагу из воздуха с образованием гидроксида кальция Ca(OH)₂, который рассыпается в порошок. Влага, внесенная известью в печь, вызывает обогащение стали водородом, поэтому применение пылеватой извести (так называемой «пушонки») в электропечах недопустимо [1].

Взамен извести в окислительный период можно использовать необожженный известняк. Применяют известняк, содержащий >97 % CaCO₃ (>54 % CaO). Известняк не гигроскопичен, его можно хранить длительное время. Разложение CaCO₃ в электропечи вызывает выделение пузырей CO₂, которые обеспечивают перемешивание металла и шлака и способствуют дегазации металла. Недостатком применения известняка вместо извести является дополнительная затрата электроэнергии на разложение CaCO₂.

Для уменьшения вязкости высокоосновных шлаков применяют плавиковый шпат (CaF₂), песок и шамотный бой. Особенно сильно понижает вязкость CaF₂.

Использование CaF₂ позволяет разжижать высокоосновные шлаки без уменьшения их основности, что особенно важно для эффективного удаления серы. Широко применяемый для наводки шлака плавиковый шпат обычно содержит 90-95 % CaF₂, <3,0 % SiO₂ и <0,2 % S.

Кварцевый песок также понижает температуру плавления основных шлаков, но при этом уменьшается основность шлака, поэтому в основных печах песок имеет ограниченное применение, в то время как в кислых он является главным шлакообразующим материалом. Основное требование, предъявляемое к песку: высокое (>95 %) содержание SiO₂. При выплавке нержавеющей сталей и для разжижения густых магнезиальных шлаков иногда используют бой шамотных огнеупоров, содержащих 60 % SiO₂ и 35 % Al₂O₃ [2, 3].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Опытные плавки проводились со следующими изменениями технологии внепечной обработки стали, была произведена замена карбида кремния (SiC) на ферросиликоалюминий (ФСА) фракции 0-10 мм. В данный период плавки ставилась производственная задача, найти альтернативную замену SiC на более материал. В качестве нового материала использовали ФСА фракции 0-10 мм. Также в процессе опытных плавки необходимо было снизить норму расхода плавикового шпата (CaF₂), алюминиевой катанки, а так же увеличить стойкость срока службы стальной.

Наведение и раскисление рафинирующего шлака производили присадкой извести, плавикового шпата, ФСА фракции 0-10 мм. Раскисление шлака производили раскисляющей смесью порционно от 15 до 30 кг общей массой до 168 кг. Смесью, состояла из ФСА фракции 0-10 мм, плавикового шпата и углеродосодержащего материала (УСМ) фракции 0-2 мм в соотношении 7,5:12,5:1.

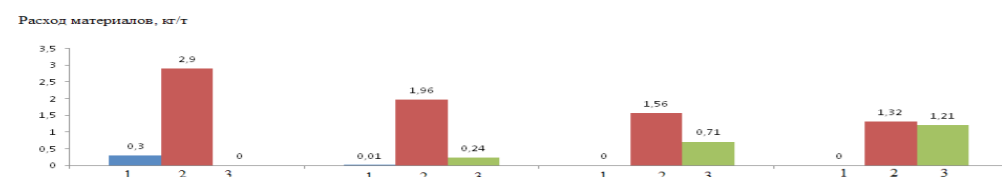
Присадка раскисляющей смеси явилось способом формирования устойчивого вспененного шлака, за счет повышения триоксида алюминия (Al₂O₃) в сталеразливочном шлаке. Средний химический состав конечных шлаков на опытных и базовых плавках приведен в таблице 1.

Из рисунка 1 следует, что при использовании ФСА фракции 0-10 мм карбид кремния SiC постепенно выведен из состава шихты. Это отчетливо наблюдается на гистограммах 3 и 4. Расход плавикового шпата снизили с 2,9 кг/т по нормам 2013 года до 1,56 кг /т.г фактический расход 2015 года. Использование ферросилиция было увеличено с 0,24 кг/т до 0,71 кг/т.

Таблица 1 – Усредненный химический состав сталеразливочных шлаков на опытных и базовых плавках

| Период плавки | Fe _{общ} | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | MnO | S | основность |
|---------------|-------------------|------------------|--------------------------------|-------|------|-----|------|------------|
| Опытные | 0,39 | 28,1 | 7,95 | 54,57 | 6,88 | 0,2 | 0,09 | 1,94 |
| Базовые | 0,97 | 23,0 | 1,84 | 52,91 | 7,96 | 1,7 | 0,07 | 2,29 |

Расход материалов на период опытных плавки приведен на рисунке 1.



1 – Карбид кремния (SiC); 2 – Плавиковый шпат; 3 – ФСА фракции 0-10 мм
Рисунок 1 – Расход материалов в период опытных плавов

Из таблицы 1 следует, что на базовой шихте среднее содержание Al_2O_3 в конечных шлаках составило 1,84 %. Присадка ФСА обеспечивает повышение глинозема Al_2O_3 в конечных шлаках в среднем на 7,95 %. Также увеличение нормы расхода ФСА фракции 0-10 мм позволяет исключить из состава шихты карбид кремния. Исключение из состава шихты последнего приводит к значительному снижению себестоимости продукции и благотворительно влияет на экологический климат предприятия.

ВЫВОДЫ

Таким образом, за опытный период при внепечной обработке стали на АКП с применением ФСА фракции 0-10 мм были установлены нормы расходов материалов:
– плавиковый шпат от 1,0 до 1,66 кг/т в зависимости от марки стали;
– ФСА фракции 0 – 10 мм 1,0 кг/т.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Баптизмандский, В. И., Величко, А. Г., Исаев, Е. И.** Внепечная обработка стали / Учебное пособие. – К. : УМК ВО, 1988. – 52 с.
- 2 **Вдовин, К. Н., Семенов, М. В., Точилкин, В. В.** Рафинирование металла в промежуточном ковше МНЛЗ/ Монография. – Магнитогорск : МГТУ, 2006. – 118 с.
- 3 **Гизатуллин, Р. А., Дмитриенко, В. И.** Внепечные и ковшевые процессы обработки стали / Учебное пособие. – Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2006. – 181 с.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

Б. Е. Галиев, С. С. Спанов, А. К. Жунусов

Ферросиликоалюминийді пайдаланумен болатты пештен тыс өндеу

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 12.12.16 баспаға түсті.

B. E. Galiev, S. S. Spanov, A. K. Zhunussov

Ladle treatment of steel with ferro-silica-aluminum usage

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 12.12.16.

Бұл жұмыста «KSPSteel» ЖШС-да 0-10 мм ферросиликоалюминий түйіршіктерін болатты пештен тыс өндеуде пайдаланудың тәжірибе жүзіндегі балқыту нәтижелері келтірілген. Ферросиликоалюминийді қолданғанда металл шикіқұрамы құрамынан кремний карбидің шығаруға және болат өндірісінің техико-экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік берді.

This work gives results of experimental melting of steel with ladle treatment with ferro-silica-aluminum of 0-10 mm fraction on LPP «KSP Steel». Usage of ferro-silica-aluminum allowed to exclude silicon carbide from metallic charge and to improve the technical-economical indexes of steel production.

УДК 669.01/.09 : 621.77

С. И. Деревягин¹, А. Ж. Егиспай²

¹к.т.н., профессор, ²магистрант, Павлодарский государственный университет

имени С. Торайғырова, г. Павлодар

e-mail: ²alimzhan.yegispay@gmail.com

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГОРЯЧЕКАТАНОГО КРУГЛОГО ПОДКАТА ДИАМЕТРОМ 40ММ В УСЛОВИЯХ МЕЛКОСОРТНОГО СТАНА 300/2 ТОО «KSP STEEL»

В статье представлены результаты эксперимента по выявлению проблемных мест горячекатаного круглого проката. Разработаны рекомендации по улучшению условий проката.

Ключевые слова: черная металлургия, металлопрокат, производство круглого подката.

ВВЕДЕНИЕ

Изделия, получаемые методом высадки и холодного выдавливания а также круглый горячекатаный подкат, далее используемый в шаропрокатном цехе, имеют широкое применение в строительстве и других отраслях промышленности [1].

В статье рассматривается вопрос влияния основных технологических параметров на показатели качества горячекатаного круглого подката [2]. Были поставлены задачи по выявлению влияния физико-химических свойств исходного сырья и температурного режима прокатки на получения конечного продукта соответствующего нормам ГОСТ 2590 [5].

Одним из аспектов исследования было также испытание механических свойств круглого проката рассмотрение вопросов, связанных с уменьшением количества немерной длины проката. В работе дано описание опытного круглого проката на предприятии ТОО «KSP Steel», а также операций взятия проб и проведения механических испытаний. Полученные уравнения позволяют выполнить прогноз механических свойств стали до прокатки и дать рекомендации позволяющие оптимизировать производство [3].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На прокатном стане ЭСПЦ – 2 производился опытный прокат круглого подката Ø 40 мм по ГОСТ 2590 Прокат горячекатаный круглый.

Технические требования по ГОСТ 2590 для обычной точности:

Диаметр – $40^{+0,4}_{-0,7}$ мм.

Длина – 6000^{+100}_{-100} мм. (по требованию начальника ШПС ЭСПЦ-2), 6000^{+50}_{-0} мм. (по ГОСТ 2590)

Кривизна не более 0,5 % от длины подката.

Прокат производился по действующей технологии, согласно требований технологической инструкции С.25000.00019 «ТИ Производство катанки и стали арматурной на проволочном прокатном стане».

Всего было загружено в печь 8 квадратных заготовок 150x150 мм, длиной 11190 мм. Данные по металлбалансу приведены в таблице.

Таблица 1

| Всад., тн. | Годное, тн | Брак, тн. | | Обрезь, тн | Окалина, тн. | Примечание |
|------------|------------|--------------|-------|------------|--------------|---|
| | | по геометрии | «Бур» | | | |
| 15,784 | 8,335 | 2,770 | 1,973 | 2,415 | 0,300 | В графе обрезь указана с учетом (в том числе) порезки раската застрявшего в линии стана |

Полученные результаты:

Диаметр 39,9 – 40,1 мм

Длина 6030 – 6050 мм.

Кривизна (мах) – 0,2 % (12 мм).

Дефектов поверхности прокатного и сталеплавильного происхождения не обнаружено.

Полученный круглый прокат в количестве 8,335 тн. соответствует требованиям ГОСТ 2590 Прокат горячекатаный круглый [4].

Расход газа СУВГ в период опытного проката (с учетом потерь времени на перевалку, настройку стана, настройку профиля, прокат) составил 38552,52 кг (10871,35 м³).

Основные замечания (узкие, проблемные места) выявлены в процессе проката круглого подката Ø 40 мм.

На сегодняшний день не изготовлены дополнительные приводные рольганги и валки (гладкая бочка), прокат производился по существующей схеме (арматура А32). Т.е. транспортировка раската по линии стана до стола охлаждения осуществлялась за счет трайб-аппарата № 3 (постоянный прижим на всей длине раската). По данной причине постоянно происходило застревание последнего реза раската в линии стана (от клетки № 10 до середины трассы термоупрочнения). Основная причина в том, что пока раскат находится в клетки № 10, движение раската до трайб-аппарата № 3 происходит за счет движущей силы вращающихся

валков клетки № 10. Как только клеть № 10 отпускает раскат, существующая конструкция желобов не позволяет транспортировать раскат до трайб-аппарата № 3. Следовательно, последний рез раската длиной 40 м. остается в линии стана, при извлечении которого необходимо произвести порезку раската на мелкие части.

Указанная в п.1 проблема связана с тем, что длина от оси клетки № 10 до оси трайб-аппарата № 3 составляет 50500 мм., т.е. для обеспечения захвата раската трайб-аппаратом № 3 необходима длина раската равная расстоянию. В идеале для обеспечения минимальной обрезки длина раската должна составлять 48000 мм. Данные длины использовать нет возможности в связи с тем, что длина стола охлаждения составляет 54000 мм. При скорости (скорость трайб-аппарата № 3 и роликов стола охлаждения) 9 м/с, раскат длиной 48000 мм, 50500 мм. «уходит» за пределы стола охлаждения ударяясь в ловушку либо происходит вылет со стола охлаждения, что приводит к искривлению раската и нет возможности стабильной работы механизма шагания стола охлаждения. Уменьшить скорость нет возможности т.к. возможно застревание раската («бур») по причине «одна штука догнала другую».

Ножницы ГРМ № 2, сбрасывающий клапан и шаг стола охлаждения не настроены на автоматическую работу. Рез, сбрасывание, шаг осуществляется в ручном режиме. Данную функцию производят два оператора, при этом старший оператор обязан также следить за основным оборудованием, всем технологическим процессом и взаимодействовать с вальцовщиками стана. При работе в ручном режиме нет возможности производить порезку раската заданной длины, в связи с чем при порезки на мерные длины на ножницах ХРМ № 4 остается немерный подкат длиной 2-3 м.

ВЫВОДЫ

На основании полученных результатов эксперимента разработаны ряд рекомендаций, позволяющих оптимизировать производство горячекатаного круглого подката в условиях ТОО «KSP Steel»:

Изготовить и смонтировать дополнительные приводные рольганги и валки (гладкие бачки) спроектированные ОГК согласно проекта «Модернизации прокатного стана для обеспечения производства подката 40-100 мм». Произвести опытную прокатку подката Ø 40 мм.

Изменить существующую схему прокатки. Произвести перенос клеток № 9, № 10 на позиции клеток № 13, № 14. Данная перестановка позволит уменьшить расстояние до трайб-аппарата на 8 метров. Порезку раската производить на 42000 мм. Для обеспечения длины раската 42000 мм исходная длина заготовки должна быть 11725^{+25}_{-0} мм. Данная длина позволит минимизировать потери металла на обрезь.

Произвести настройку работы ножниц ГРМ № 2, сбрасывающего клапана и шага стола охлаждения в автоматическом режиме.

Произвести опытный прокат шаров на ШПС ЭСПЦ-2 из полученного подката Ø 40 мм. Дать замечания, рекомендации касательно полученного качества подката Ø 40 мм.

- 1 Грудев, А. П., Машкин, Л. Ф., Ханин, М. И. Технология прокатного производства. – Металлургия, 1994.
- 2 Диомидов, Б. Б., Литовченко, Н. В. Технология прокатного производства. – Металлургия, 1979.
- 3 Золоторевский, В. С. Механические свойства металлов. – Металлургия, 1983.
- 4 Гольдштейн, М. И., Грачев, С. В., Векслер, Ю. Г. Специальные стали. – Металлургия, 1985.
- 5 Коростелев, П. П. Химический анализ в металлургии. – Металлургия, 1988.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

S. I. Derevyagin, A. Zh. Yegispay

Жеңіл сұрыпты стан 300/2 ЖШС «KSP Steel», ыстықтай басыған дөңгелек 40 мм диаметрі өндіру технологиясын әзірлеу

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

S. I. Derevyagin, A. Zh. Yegispay

The development of the production technology of hot-rolled round of 40 mm diameter in a light-section mill 300/2 at LLP «KSP Steel»

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 12.12.16.

Мақалада ыстықтай басылған дөңгелек прокаттың проблемалық орындарын табу үшін эксперимент нәтижелері берілген. Прокат жағдайын жақсарту үшін ұсыныстар әзірленген.

The article presents the results of an experiment to identify the problem areas of hot-rolled round. The recommendations for improving the conditions of the roll are developed.

А. Н. Жаканов¹, П. В. Корниенко²

¹преподаватель, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана;
²к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова,
г. Павлодар
e-mail: 456123zx@mail.ru

ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БЕТОНА С ТРЕБУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

В данной статье бетон рассматривается как искусственный конгломерат, в котором наблюдается тесная связь между требуемыми свойствами и структурными элементами. Рассмотрены некоторые из них. Приводятся направления регулирования этих характеристик при подборе состава бетона.

Ключевые слова: бетон, песок, щебень, прочность материала, прочности конгломерата.

ВВЕДЕНИЕ

При возведении строительных объектов, в частности, общественных зданий должны быть учтены требования соответствующих нормативных документов, которые регламентируют: условия эксплуатации конструкций, вид материала, его структуру и свойства. В настоящее время общественные здания возводятся из сборных железобетонных изделий по принципу каркасных зданий.

При этом выделяют следующие группы изделий: конструктивные, конструктивно-теплоизоляционные и теплоизоляционные. Современная техника и технология производства позволяет получать различные группы изделий необходимой формы с заданными размерами и, что особенно важно, из материала с набором свойств которые обеспечивают долговечность конструкций при эксплуатации их в сооружении. Как показывает практика, долговечность конструкций, являясь обобщенным показателем свойств, зависит не только от внешних факторов, которые необходимо учитывать, но и внутреннего состояния материала.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В данной работе, на основе изучения закономерностей выведенных учеными в области искусственных конгломератов, рассматривается возможность проследить связь между структурными элементами и свойствами применяемых бетонов.

Раскрытие связей между свойствами и факторами, от которых зависят свойства получаемых бетонов, посвящены многие теоретические работы. Созданы научные теории прочности и пластичности материалов при однородном и сложном напряжениях с привлечением большого математического аппарата. Поэтому применимость их к бетонам, возможна с учетом наиболее полного отражения структуры материала, физических и физико-химических процессов, протекающих в материале [1, 2].

К настоящему времени наиболее детально представлена теория прочности и деформативности цементных бетонов. В ней принято исходить из осредненной

структуры и уравнений механики сплошной среды. Однако истинные связи между реальными структурами бетонов и их свойствами изучены были полно не из аналитических, а лабораторных данных.

С глубоким теоретическим анализом были получены формулы прочности цементного бетона О. П. Мчедловым-Петросяном [1].

$$R = kA \frac{C}{B} \left(\alpha + \frac{C}{B} \right), \quad (1)$$

где k – эмпирический коэффициент, равный или (чаще) меньший единицы и определяемый отношением нормального растягивающего усилия цементного камня (когезионная прочность) к величине разрывного усилия при отрыве цементного камня от заполнителя (адгезионная прочность); α – величина, определяемая видом цемента и равная отношению средних энергий связи О–Н и Са–О, т.е. $95 : 116 = 0,818$; A – экспериментально определяемый параметр.

Оригинальный и основательный подход к решению теоретической задачи о прочности бетона показан и осуществлен И. Н. Ахвердовым [2]. Им принято за исходное положение наличие обратно пропорциональной зависимости между отношением прочностей цементного камня реального и оптимального состава (R_n) и отношением соответствующих толщин водных оболочек

$$R_x = R \cdot \frac{\delta_M}{\delta_x}, \quad (2)$$

А. Е. Десов предложил формулу для расчета предела прочности при сжатии $R_{сж}$ бетона, в которой учтены прочность цементного камня R_u и заполнителя $R_{раск}^{зан}$, прочность сцепления между ними $R_{сц}^{cp}$, а также структурные напряжения от усадки бетона ($R_{стр}$).

$$R = AR_{раск}^{зан} + BR_{сц}^{cp} + BR_u + R_{стр}, \quad (3)$$

где A , B и B – коэффициенты, определяемые экспериментальным путем.

Ниже в общем виде представлены новые данные о прочности и других свойствах различных конгломератов, объединяемых общим научным принципом исследования, анализа и обобщения, изложенные в работах И. А. Рыбьева [3].

Прочности конгломерата, куда можно отнести и бетон, целесообразно рассматривать в зависимости от его состава и структуры.

К основным структурным элементам бетона относят *вяжущую, заполняющую и поровую* части. Кроме того, в структуре этого материала можно выделить контактный слой, располагающийся между поверхностями вяжущей и заполняющей частей. В некоторых конгломератах могут возникать также структурные дополнительные элементы, которые в той или иной мере способны оказывать влияние на механические свойства.

Решающее влияние на прочность ряда факторов, можно записать в общем виде: $R_\sigma = f_1$ (качество и количество вяжущего вещества; качество и количество заполняющей части; характер и объем поровой части; прочность контактного

слоя; технология производства и в первую очередь интенсивность перемешивания, уплотнения, режим формирования структуры).

Определяющими характеристиками качества вяжущего вещества и заполнителя при определении прочности конгломерата являются величины их прочности. В первом приближении можно предполагать, что чем прочнее вяжущее вещество и заполнитель, тем большую прочность можно ожидать у конгломерата. На этом основана маркировка многих вяжущих веществ по прочности. При маркировке заполняющей части также нередко в совокупности с другими показателями качества учитывают прочностную характеристику.

Прочность вяжущего вещества является функцией большого количества переменных факторов: $R_{вяж} = f_2$ (качество и количество среды; качество и количество твердой фазы; пористость; характер и параметры технологических операций – перемешивание, уплотнение, температурные режимы; метод испытания – тип прибора, размер образца и скорость деформации или приложения нагрузки и т. п.).

Качество заполняющей части характеризуется кроме прочности комплексом показателей: величиной удельной поверхности, гранулометрическим, химико-минералогическим, кристаллохимическим составами, формой зерен, состоянием поверхности (топохимией), чистотой и свежестью поверхности зерен или других видов заполнителя, пористостью, текстурой частиц и т.д.

Поровая часть, входящая в вышеуказанную общую зависимость прочности конгломерата, характеризуется сложным сочетанием пор и капилляров, различающихся по своим размерам, виду и размещению.

Контактный слой, значительно изменяющийся по составу вещества в зависимости от разновидности контактируемых компонентов, оказывает дополнительное влияние на прочность конгломерата. От специфического характера вещества контактного слоя нередко почти полностью зависят прочность и другие свойства конгломерата, особенно если прочность вяжущего вещества и качество заполняющего материала удовлетворяют необходимым требованиям. К одной из основных характеристик контактного слоя относится адгезионная прочность. Она отражает качественное состояние адсорбционно-сольватированной оболочки, характер физического и химического взаимодействия контактируемых компонентов.

Технология и параметры её основных переделов (уплотнения, термомеханической обработки и др.) также играют существенную роль в формировании первоначальной прочности конгломерата, оказывают влияние на упрочнение или разупрочнение конструкции и сооружения, в которых искусственный конгломерат использован в качестве строительного материала. В частности, особенно неблагоприятное влияние на качество изготавливаемого материала и прочность готового изделия оказывает недоуплотнение изделий из конгломератной смеси.

Другие факторы – температура, характер приложения нагрузки и т.п. – дополняют многообразное влияние на прочность конгломерата.

Таким образом, анализ показывает, что прочность конгломерата является функцией огромного количества переменных величин, учесть влияние которых в их полном комплексе практически не представляется возможным в системе

уравнений, раскрывающей эту общую функциональную зависимость. Неизбежно вводимые эмпирические коэффициенты, отражающие влияние отдельных факторов, не в состоянии охватить многообразие их возможных отклонений, поэтому теоретические исследования закономерности «прочность конгломерата – факторы, от которых она зависит», проводятся в тесном контакте с экспериментальными. В получаемых зависимостях отражаются определенные интегральные значения наиболее узких и однородных групп факторов, влияющих на прочность конгломерата или характеристики его отдельных структурных элементов.

Из всех перечисленных структурных элементов вяжущая часть является наиболее ответственной за показатели качества определяемых свойств.

Вяжущая часть конгломерата. На первом этапе исследования общих закономерностей качество дисперсионной среды и качество дисперсной фазы можно принять постоянными. Если технологические условия, температуру, характер воздействия нагрузки при испытании также принять постоянными, то зависимость упростится

$$R_{\text{вяж}} = f_3(c/\phi, P), \quad (4)$$

где $R_{\text{вяж}}$ – прочность вяжущего вещества, выраженная в любых показателях; P – пористость этого вяжущего; c/ϕ – отношение массы жидкой среды к массе твердой фазы (фазовое отношение).

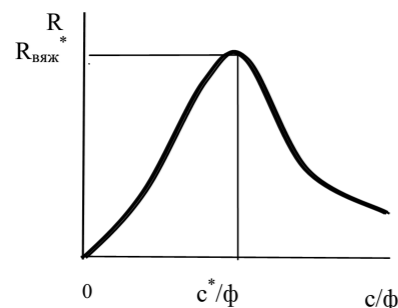


Рисунок 1 – Изменение прочности $R_{\text{вяж}}$ в зависимости от фазового отношения c/ϕ

Путем изготовления и испытания, образцов с соблюдением первоначальных условий, принятых постоянными (качество исходных материалов, температура, технологические операции, метод определения прочности), можно получить в системе координат $R_{\text{вяж}} - (c/\phi)$ зависимость в виде экстремальной кривой. При соотношении фаз c^*/ϕ , являющемся оптимальным и соответствующем полному переводу жидкой среды в пленочное состояние за счет адсорбции и сольватации ее на развитой поверхности высокодисперсной твердой фазы, прочность полученной бинарной системы становится наибольшей ($R_{\text{вяж}}^*$), толщина пленки

среды наименьшая и сохраняет ее непрерывность.

Путем изготовления и испытания образцов с соблюдением первоначальных условий, принятых постоянными (качество исходных материалов, температура, технологические операции, метод определения прочности), можно получить в системе координат $R_{\text{вяж}} - (c/\phi)$ зависимость в виде экстремальной кривой с максимумом в ее вершине (рисунок 1). При соотношении фаз c^*/ϕ , являющемся оптимальным и соответствующем полному переводу жидкой среды в пленочное состояние за счет адсорбции и сольватации ее на развитой поверхности высокодисперсной твердой фазы, прочность полученной бинарной системы становится наибольшей ($R_{\text{вяж}}^*$). В вершине пленка среды имеет наименьшую толщину, однако сохраняет свою непрерывность.

Левой ветви кривой соответствует прерывистость пленки (дискретность), так как количества жидкой среды, принимаемого в смесях, недостаточно, чтобы смочить всю поверхность твердых дисперсных частиц. По мере уменьшения величины c/ϕ возрастает степень дискретности пленки, а вместе с тем увеличивается пористость этого бинарного вещества. Очевидно, что в начале координат, когда $c/\phi = 0$, т.е. когда жидкая среда полностью отсутствует, пористость является наибольшей, а прочность снижается до минимума, чаще сего до нуля.

Правая ветвь рассматриваемой кривой характеризует слитную структуру вяжущего вещества. По мере возрастания отношения c/ϕ толщина непрерывной пленки среды также увеличивается. И хотя плотность свежизготовленных образцов остается полной, прочность вяжущего вещества снижается от R^* до R .

Если изменилась характеристика исходных материалов, например дисперсность твердой фазы вяжущего, вязкость среды, или изменились технологические условия, температура, условия испытания материала и др., то соответственно изменяются величины прочности получаемых вяжущих веществ при прежних фазовых отношениях. Неизменным остается общий характер зависимости

$R - (c/\phi)$, представляющийся по-прежнему в виде кривой с одной вершиной и двумя ниспадающими от нее ветвями: левой – пористого материала и правой – плотного материала в свежизготовленном состоянии.

Постоянный характер зависимости прочности от фазового отношения показывает, что путем изменения характеристик среды и фазы производственных способов и технологических режимов можно активно регулировать свойства вяжущего вещества, увеличивая или уменьшая его прочность при оптимальном c^*/ϕ и других фазовых соотношениях (c/ϕ). Так, например, замена однократной вибрации на двукратную, применение электрогидравлического эффекта, тепловая обработка твердеющего цементного теста и т. п. связаны, как известно, с повышением активности цемента и могут значительно повлиять на увеличение прочности цементного камня и конгломерата.

При заданном производственном способе и принятых технологических режимах регулирование прочности бинарного вещества можно осуществлять изменением качества исходных материалов, введением некоторых дополнительных веществ (добавок), уплотняющих или поризующих систему, интенсифицирующих или замедляющих процессы структурообразования или вводимых в основной состав с каким-либо иным назначением [3].

Аналогичный положительный результат может быть получен по данным В. И. Калашникова [4] при модификации бетонных смесей суперпластификаторами, каменной мукой и микрокремнеземом, которые усиливают водоредуцирующее действие, объем реологической матрицы, что позволяет снизить количество воды в сравнении с водоцементной матрицей, повысить плотность и увеличить прочность бетона.

Заполняющая часть (заполнитель) конгломерата занимает наибольший объем. Обычно она представлена грубозернистым и чаще минеральным материалом.

Повышению плотности структуры, что обычно направлено на улучшение показателей свойств конгломерата, способствует комбинирование смеси заполнителей из фракционированных материалов. Наиболее эффективными способами создания плотных смесей из полизернистых материалов являются расчетно-графические с получением непрерывного или прерывистого гранулометрического состава смесей.

Для выбора непрерывного зернового состава заполнителя предлагались различные «идеальные» кривые просеивания. Поскольку нельзя получить смесь одновременно с минимальным объемом пустот и наименьшей удельной поверхностью зерен (минимизацию можно проводить только по одному фактору), идеальная кривая подбирается из условия, чтобы количество пустот в смеси и суммарная поверхность зерен требовали минимального расхода цемента для получения определенной подвижности бетонной смеси и прочности плотного бетона. При подборе соотношения зерен различных размеров по идеальной кривой получают наиболее подвижные смеси при одном и том же расходе цемента, менее склонные к расслаиванию.

Примером подобных идеальных кривых могут служить кривые просеивания, предложенные Фуллером и Боллоем, уравнение которых имеет вид

$$y = k_{\phi} + (100 - k_{\phi}) \sqrt{x/D_{np}}, \quad (5)$$

где k_{ϕ} – коэффициент формы,

$$k_{\phi} = 8 \dots 14;$$

x – размер зерен данной фракции;

D_{np} – предельная крупность заполнителя.

На практике подбор состава заполнителей точно по идеальной кривой требует дополнительных операций по рассеву песка и щебня. Часть материала отдельных фракций может оказаться лишней, а для пополнения других фракций иногда требуется дополнительное дробление. Поэтому на практике подобная методика не получила распространения.

На строительных объектах или заводах сборного железобетона зерновой состав заполнителя подбирают, используя реальный песок и щебень и устанавливая такое соотношение между ними, чтобы кривая зернового состава по возможности приближалась к идеальной кривой, однако допустимы некоторые отклонения.

Большее распространение получили заполнители с непрерывным зерновым составом, хотя и имеющие несколько повышенную пустотность, но менее склонные к расслоению и чаще встречающиеся на практике.

Пустотность заполнителей колеблется от 20 до 50 %. В бетоне желательно использовать заполнители, состоящие из нескольких фракций и имеющие наименьшую пустотность.

Соотношение между песком и щебнем (гравием), при котором получается минимальная пустотность, можно ориентировочно определить, полагая, что песок полностью заполнит пустоты между зернами крупного заполнителя с учетом некоторой их раздвижки зернами песка. Тогда

$$П/\rho_n = П_{от.щ} (Щ/\rho_{щ}) \alpha, \quad (6)$$

где $П, Щ$ – расходы песка и щебня; $\rho_n, \rho_{щ}$ – соответственно плотность песка и щебня; $П_{от.щ}$ – относительная пустотность щебня; α – коэффициент раздвижки.

Пустотность песка или щебня легко определить, зная истинную плотность материала ρ для пористого щебня или гравия, истинную плотность в куске ρ' и насыпную плотность ρ^k :

$$П_{от} = \frac{\rho - \rho'}{\rho} = 1 - \frac{\rho'}{\rho}; \quad (7)$$

$$П_{от} = \frac{\rho_{щ}^k - \rho'}{\rho_{щ}^k} = 1 - \frac{\rho'}{\rho_{щ}^k}. \quad (8)$$

На основании многих опытов, принимая $\alpha = 1,1$, получим

$$П/Щ = П_{от} \frac{\rho_n'}{\rho_{щ}^k} \cdot 1,1. \quad (9)$$

Однако смесь с минимальной пустотностью не всегда будет оптимальной в бетоне, так как при выборе правильного соотношения между песком и щебнем необходимо учитывать расходы цемента и воды. При большом расходе цемента не только заполняет пустоты в песке, но для него необходим еще дополнительный объем, который рационально выделить за счет сокращения доли песка, так как в этом случае улучшается подвижность бетонной смеси [5].

ВЫВОДЫ

Следовательно, при определении состава бетона с необходимыми показателями свойств необходимо учитывать как можно больший объем информационных данных, а оперировать только теми степень влияния, которых выявлена достоверно на данный момент.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Мчедлов-Петросян, О. П. Химия неорганических строительных материалов. – М. : Стройиздат, 1971. – С. 308.
- 2 Ахвердов, И. Н. Высокопрочный бетон. – М. : Госстройиздат, 1961.
- 3 Рыбьев, И. А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. – М. : Высшая школа, 1978.
- 4 Калашников, В. И. Через рациональную реологию – в будущее бетонов // Технология бетона, 2007. – № 5.
- 5 Баженов, Ю. М. Технология бетона – М. : Высшая школа, 1987. – 415 с.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

Ә. Н. Жақанов¹, П. В. Корниенко²

Негізгі бетонды талаптарға сай алу

¹Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.;

²С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

A. N. Zhakanov¹, P. V. Kornienko²

Basics of getting concrete with required properties

¹L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana;

²S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 12.12.16.

Мақалада бетон жасанды конгломерат ретінде қарастырылады, мұнда тар байланыс қажет ететін және құрылымдық элементтер арасында бақыланады. Олардың кейбіреулері қарастырылған. Бетон құрамын таңдау кезінде осы сипаттамалардың бағыттарын реттеу келтіріледі.

The research considers concrete as an artificial conglomeration, which obdemonstrates a tight link between the demanded property and the structure elements. Some of them are examined in the research. It also sets the direction for the regulation of these characteristics.

УДК 669.168

**А. К. Жунусов¹, Л. Б. Толымбекова², А. Г. Бакиров³,
А. К. Нурғалиев³, М. Н. Нурғалиев³**

¹к.т.н., доцент, ²доктор PhD, ³магистранты, Павлодарский
государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар
e-mail: ¹zhunusov_ab@mail.ru

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОАЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

В настоящей статье авторы описывают исследования по получению ферроалюминия из железорудных агломератов. Такой материал как железорудный агломерат может быть пригодным для плавки жаростойкого чугуна марки ЖЧЮ-22 или ферроалюминия в электрических печах.

Ключевые слова: железорудный агломерат, ферроалюминий, ферросиликоалюминий, раскисления, модифицирования.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время методы повышения качества стали основаны на рафинировании металла от вредных примесей, легировании и улучшении его структуры (модифицировании, варьировании условий кристаллизации). Для этих целей используются получившие распространение в последние годы

методы внепечной обработки стали, непрерывной разливки стали, которые постоянно изменяются и совершенствуются, а также традиционная обработка стали ферросплавами для ее легирования, раскисления, модифицирования и рафинирования. В то же время, позитивные изменения в технологии получения стали вызывают необходимость в разработке наряду с существующими новых видов ферросплавов. Для ковшевой обработки стали, требуются ферросплавы обладающие низкой температурой кристаллизации, незначительной окисляемостью в твердом и жидком состояниях, высокой скоростью плавления и не приводящие к значительному снижению температуры стали в ковше вследствие тепловых эффектов растворения. Требуется более широкого развития производство ферросплавов для микролегирования и модифицирования стали – высокоэффективных и экономичных методов улучшения качества стали, воздействующих на механизм кристаллизации, измельчение макро- и микроструктуры, природу, форму и топографию неметаллических включений (НВ) и других вторичных фаз посредством очень малых (0,05-0,2 %) добавок модифицирующих и микролегирующих элементов. Ввод наиболее распространенного элемента-раскислителя – алюминия производится в настоящее время в основном в виде чушкового вторичного алюминия и сопровождается низким и нестабильным усвоением последнего, что вызывает необходимость изменения метода ввода алюминия в железоуглеродистый расплав.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В практике черной металлургии при производстве стали и специальных сплавов в качестве восстановителя и раскислителя применяют ферросилиций и алюминий в виде механической смеси. Для производства каждого из них требуются дефицитные материалы: кварцит, стружка металлическая, боксит и другие. Поскольку раскисление стали осуществляется механической смесью ферросилиция и алюминия, то значительная часть кремния и алюминия окисляется на поверхности жидкой стали кислородом воздуха и используется неэффективно [1, 2].

В последнее время все чаще на казахстанских заводах в качестве раскислителя при внепечной обработке стали применяют ферросиликоалюминий. Ферросиликоалюминий (ФСА) используется в качестве раскислителя и восстановителя стали [5].

В Казахстане получение ФСА является перспективным ферросплавным производством. В этой связи в Химико-металлургическом институте им. Ж. Абишева (г. Караганда) в течении последних десятилетий были проведены работы по внедрению и совершенствованию технологии производства ФСА из углистых пород Экибастузского месторождения [1, 2]. Производится ФСА в Казахстане на двух заводах (ТОО «АиК» г. Екибастуз и ТОО «KSP Steel» г. Павлодар [1, 6].

Применение ферросиликоалюминия на АО «Арселор Миттал Темиртау» при раскислении конвертерной стали в 300 тонных кислородно-конвертерных печах позволило полностью заменить сплав марки ФС-65 и уменьшить расход слиткового алюминия вдвое [2]. Также известно, что при раскислении стали ферросилицием

усвоение кремния находилось на уровне 28-59 %, а ферросиликоалюминием – 73-84 % при уменьшении количества кремнезема, переходящего в шлак. Использование ФСА позволяет получить требуемую основность CaO/SiO₂ печного шлака (не менее 2.0), что дает возможность сократить расход извести от 10 до 30 % и снизить расход чушкового алюминия в ковше на 0,2-0,3 кг/т стали [6].

Нами проводятся исследования по получению ферроалюминия из железорудных агломератов. Данный материал был получен в результате термического спекания отходов глиноземного производства железистых песков [7, 8]. Химический состав железорудного агломерата представлен в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что химический состав железорудного агломерата вполне удовлетворяет требованиям восстановительной плавки черных металлов, таких как чугун и ферросплавы. Однако, повышенное количество оксида алюминия в процессе плавки чугуна восстановительным способом может привести к полному восстановлению алюминия в металл. Такой материал как железорудный агломерат может быть пригодным для плавки жаростойкого чугуна марки ЖЧЮ-22 или ферроалюминия в электрических печах. Химический состав чугуна и ферроалюминия приведен в таблицах 2 и 3 соответственно.

Таблица 1 – Химический состав железорудного агломерата

| Материал | Химический состав, % | | | | | | | | |
|-----------|----------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-----|------|-----|------|
| | Fe | FeO | Fe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | CaO | MgO | S | P |
| Агломерат | 38,06 | 24,9 | 54,4 | 15,8 | 11,3 | 4,9 | 4,86 | 0,5 | 0,06 |

Таблица 2 – Химический состав жаростойкого чугуна марки ЖЧЮ-22 (ГОСТ-7769-63)

| C | Si | Mn | P | S | Al |
|---------|---------|---------|------|-------|-------|
| 1,6-2,5 | 1,0-2,0 | 0,4-0,8 | ≤0,2 | ≤0,08 | 19-25 |

Таблица 3 – Химический состав ферроалюминия

| Марка | Химический состав, % | | | | | | |
|-------|----------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | Al | C | Si | Cu | Mn | S | P |
| ФА-30 | 28-33 | 0,2 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,05 | 0,05 |
| ФА-35 | 33-38 | 0,2 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,05 | 0,05 |
| ФА-40 | 48-55 | 0,2 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,05 | 0,05 |

На комбинате им. Ильича рассматривают схему получения ферроалюминия из нефелиновой руды. Нефелины – минералы сложного состава, входят в состав изверженных пород. Они имеют большее распространение в земной коре, чем бокситы и криолиты. Примерный состав руды, %: 30 – Al₂O₃, 45 – SiO₂, 4 – Fe₂O₃, 15 – Na₂O, 5,3 – K₂O, 0,7 – MgO.

С повышением температуры, восстановлению алюминия предшествует восстановление всех остальных оксидов руды, таким образом, полученный сплав не будет удовлетворять ГОСТам на ферроалюминий по содержанию кремния.

ВЫВОДЫ

Таким образом, из вышеприведенного перед нами стоит задача разработать технологию выплавки ферроалюминия в руднотермической печи. Шихта будет состоять из железорудного агломерата, восстановителя и возможно флюсов необходимые для получения заданного состава сплава, и шлакообразующей смеси. Также на основе обобщения теоретических, экспериментальных и промышленных исследований разработать метод конструирования рациональных составов ферросплавов, создать технологию их производства и применения при обработке стали, внедрение которых позволило бы обеспечить повышение качества стали при существенном снижении затрат на ее производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Байсанов, С., Толымбеков, М., Такенов, Т., Чекимбаев, А.** Разработка и освоение технологии получения ферросиликоалюминия // Физико-химические и технологические вопросы металлургического производства Казахстана: Сб.тр. ХМИ им. Ж. Абишева. – Алматы : Искандер, 2002. – Т. 1. – С. 41-53.
- 2 **Байсанов, С. О., Нурумгалиев, А. Х., Толымбеков, М. Ж., Ахметов, А. Б.** Выплавка стали с применением опытного сплава ферросиликоалюминия / Новости науки Казахстана. Научно-технический сборник. – Алматы, 1997. – С. 109-112.
- 3 **Белковский, А. Г., Кац, Я. Л.** Влияние жидкого остатка на эксплуатационные показатели ДСП // Металлург. – М., 2014. – № 11. – С. 12-18.
- 4 **Воробьев, Н. И., Зинуров, И. Ю., Олейчик, И. В., Малков, С. Е., Никитин, А. Л., Улитин, Д. М., Шумаков, А. М., Сарбаев, В. К.** Особенности конструкции установки вакуумирования стали для ЭСПЦ с печами малой емкости // Металлург. – М., 2002. – № 10. – С. 41-43.
- 5 **Гасик, М. И.** Теория и технология электрометаллургии ферросплавов: Учебник для вузов / Гасик М. И., Лякишев Н. П. – М. : СП Интермет Инжиниринг, 1999. – 764 с.
- 6 **Толымбеков, М. Ж.** Перспективы развития ферросплавной отрасли Казахстана // Современные проблемы электрометаллургии стали: Материалы XVI Межд. конф. – Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. – Ч. 1. – С. 15-26.
- 7 **Жунусов, А. К., Байсанов, С. О.** Возможное использование отходов глиноземного производства в черной металлургии // Сб. докл. IV межд. науч. практ. конф. «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия промышленных регионов России». – Новокузнецк, 2012. – С. 198-200.
- 8 **Жунусов, А. К., Байсанов, С. О., Жунусова, А. К.** Переработка красных шламов Павлодарского Аллюминиевого завода // Сб. докл. по материалам Межд. науч. практ. конф. «Проблемы и перспективы горно-металлургической отрасли: теория и практика». – Караганда, 2013. – С. 343-346.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

А. К. Жунусов¹, Л. Б. Толымбекова², А. Г. Бакиров³, А. К. Нурғалиев⁴, М. Н. Нурғалиев⁵

Теміралюминийлі қорытпалар өндірісін сараптау

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

A. K. Zhunusov¹, L. B. Tolymbekova², A. G. Bakirov³, A. K. Nurgaliev⁴, M. N. Nurgaliev⁵

Analysis of iron aluminum alloys

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 12.12.16.

Авторлар берілген мақалада темірлі агломераттардан ферроалюминийді алу бойынша зерттеулер келтірілген. Аталған темірлі агломерат отқатөзімді ЖЧЮ-22 таңбалы шойынды және ферроалюминийді электрлі пештерде балқытуға арналған.

In this paper, the authors describe the research on the production of iron ore from ferroaluminium agglomerates. Such iron ore agglomerate material may be suitable for melting the heat-resistant cast iron of ZHCHYU-22 or ferroaluminium in electric furnaces.

УДК. 669.054.83

А. К. Жунусова¹, А. Мамонов², А. К. Жунусов³

^{1,2}магистранты, ³к.т.н., доцент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
e-mail: ²arman_mamonov@mail.ru

ПЕРЕРАБОТКА АСПИРАЦИОННОЙ ПЫЛИ ФЕРРОХРОМА

В данной работе приводятся результаты исследований по переработке аспирационной пыли феррохрома. В результате проведенных исследований было установлено, что оптимальной температурой обжига считать 600 °С, в качестве связующего материала для получения окатышей использовали лигносульфанат.

Ключевые слова: аспирационная пыль, феррохром, окатыши, обжиг, внепечная обработка, сталь.

ВВЕДЕНИЕ

На Аксуском заводе ферросплавов производят ферросплавы различных марок. Производственная мощность предприятия 1 млн. тонн ферросплавов в год. Среди производимых видов ферросплавов основная доля приходится на высокоуглеродистый феррохром марки ФХ-800, ФХ-850, ФХ-900. В данное время практически во всех цехах АЗФ производится высокоуглеродистый феррохром. Связано это, прежде всего тем, что Казахстан обладает большими запасами хромитовых руд Кемпирсайского месторождения, которые расположены в Актюбинской области.

Феррохром производят на АЗФ в рудовосстановительных печах мощностью 21-63 МВ·А. Расплав из печей поступает на разливочные машины для разлива в слитки массой до 40 кг. Остывшие слитки феррохрома из разливочных машин поступает в склад готовой продукции (СГП) и дробится на щековых дробилках. Как известно, высокоуглеродистый феррохром используется в качестве легирующего материала при производстве стали различных марок. По заказу электросталеплавильщиков, являющимися основными потребителями феррохрома сплав подвергается дроблению на различные фракции от 5 до 50 мм. Соответственно, при дроблении феррохрома образуется большое количество мелкой фракции, так как в высокоуглеродистом феррохроме углерод находится в пределах 7-9 %. Улавливается пыль аспирационными установками (около 30 % от выхода годного металла). Пыль представляет мелкодисперсную мелочь фракции 0,01-1 мм с содержанием металлического хрома 65-69 %. Из-за мелкодисперсности материал практически является некондиционным материалом. Вовлечение аспирационной пыли в дальнейшее ферросплавное производство считается нецелесообразным, так как при загрузке пыли в печь для дальнейшего переплава происходит улет этой мелочи на 60-70 %.

Объем образующейся аспирационной и других пылей представляющих интерес, с точки зрения переработки в кондиционные материалы составляет более 25000 тонн в год. Среди них 15000 тонн в год образуется хромитовой пыли газоочистки печи № 62, содержание Cr₂O₃ доходит до 42 %, углерода до 6-7 %. С дозирочных отделений улавливается аспирационными установками пыли 5500 т/год, содержание в них Cr₂O₃ 40 %. При дроблении высокоуглеродистого феррохрома образуется аспирационной пыли 1000 тонн в год.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Первые лабораторные исследования по получению брикетов, окатышей и агломератов были проведены на Аксуском заводе ферросплавов еще в 2004 году [1]. В данной работе ставилась задача исследовать аспирационную пыль на процесс комкуемости и получения из них окатышей, также рассмотреть возможность использования окатышей в дальнейшем металлургическом переделе.

Исследованию подвергли аспирационную пыль высокоуглеродистого феррохрома. Химический и гранулометрический составы пыли представлены в таблице 1 и 2 соответственно.

Из таблицы 1 видно, что по содержанию элементов пыль металлическая, и полностью соответствует высокоуглеродистому феррохрому. По гранулометрическому составу на 70-75 % состоит классом менее 0,01, что полностью удовлетворяет требованиям процесса окатыwania.

Таблица 1 – Химический состав аспирационной пыли феррохрома

| Содержание элементов, % | | | | |
|-------------------------|------|------|-------|-------|
| Cr | C | Si | S | P |
| 68,0 | 8,35 | 1,40 | 0,016 | 0,010 |

Таблица 2 – Гранулометрический состав аспирационной пыли феррохрома

| Фракция, мм | >0,6 | 0,4-0,6 | 0,31-0,4 | 0,2-0,4 | 0,2-0,08 | <0,08 |
|---------------|------|---------|----------|---------|----------|-------|
| Содержание, % | 1,16 | 0,17 | 0,13 | 0,35 | 17,1 | 81,44 |

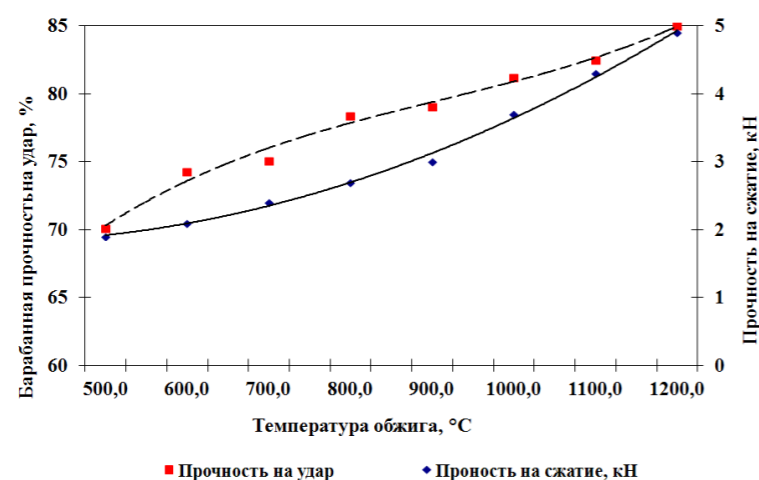
Сырые окатыши формируются при окатывании на барабанных или на тарельчатых грануляторах из тонкодисперсного материала, увлажненного до определенной степени. Комкуемостью называют скорость образования и роста гранул и их прочность. Поскольку скорость образования зависит от прочности сцепления частиц, то комкуемость может характеризоваться прочностью сцепления частиц [2, 3]. На прочность сцепления частиц влияют следующие факторы: содержание влаги в шихте, гранулометрический состав сыпучего материала, природа комкуемости материала, условия образования гранул.

Окатыши изготавливали на тарельчатом грануляторе, в качестве связующего материала использовали лигносульфанат (8-12 %). Параметры гранулятора: диаметр тарели 1,0 м, угол наклона 45°, скорость вращения 19 об/мин.

Обжиг производили при разных температурах от 500 до 1200 °С. Барабанную прочность и на сжатие обожженных окатышей определяли с помощью гидравлического пресса и на стандартном оборудовании по ГОСТ 15137-77.

Результаты исследования по изменению прочности окатышей в зависимости от температуры обжига представлены на диаграмме 1.

Диаграмма 1 – Изменение прочности окатышей в зависимости от температуры обжига



Из рисунка 1 следует, что с повышением температуры обжига от 500 до 1200 °С повышается барабанная и прочность на сжатие. При 500 °С прочность на удар равна 70,1 %, а прочность на сжатие 1,9 кН. Далее с повышением температуры до максимального 1200 °С прочность на удар равна 81,2 %, а прочность на сжатие увеличивается до 3,7 кН. Отсюда, идет упрочнение окатышей в ходе обжига при температурах до 500-1200 °С, как видно из графика, с процессами, происходящими с твердыми частицами металлической пыли, и с появлением жидкой фазы, после

охлаждения, которой образуется некоторое количество связки, скрепляющей зерна пыли в окатышах.

Мелкодисперсная аспирационная пыль имеет огромную суммарную поверхность и, следовательно, обладает большим запасом поверхностной энергии. Значительное влияние на прочность окатышей оказывает температура обжига, как в нашем случае.

При температурах ниже 1200 °С твердофазное спекание частиц пыли идет медленно, и прочность окатышей низка [2]. Но это утверждение Е. Ф. Вегмана касается для рудных материалов и концентратов. Максимальные скорости спекания частиц руд и концентратов наблюдается при 1200-1250 °С. С повышением температуры активизируются процессы образования ферритов и силикатов в твердой фазе, образующих расплав, кристаллизация которого цементирует зерна оксидов металла шлаковой связки. Эти процессы повышают прочность окатышей из руд и концентратов. Как показали опыты, для исследуемого материала все эти процессы с повышением температуры обжига не потребуются. Из диаграммы 1 видно, что достаточно и 600 °С, прочность на сжатие равна 2,1 кН, барабанная прочность в пределах 74,3 %, что вполне может удовлетворить будущих потребителей сталеплавильщиков.

ВЫВОДЫ

Таким образом, лабораторно отработаны оптимальные режимы окатывания, выбрана температура обжига, подобран дешевый связующий материал. Полученные в лабораторных условиях окатыши по химическому составу полностью соответствуют высокоуглеродистому феррохрому и вполне пригодны для использования в смеси с феррохромом, в электросталеплавильном производстве при внепечной обработке стали.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Жунусов, А. К., Кулумбаев, Н. К., Нурмаганбетов, Ж. О.** Производство хроморудных окатышей из мелкодисперсных отходов // Сб. докл. межд. научн. конф. «VII Сатпаевские чтения». – Павлодар, 2007. – С. 100-104.
- 2 **Вегман, Е. Ф.** Окускование руд и концентратов. – М. : Металлургия, 1974. – 285 с.
- 3 **Коротич, В. И.** Основы теории и технологии подготовки сырья к доменной плавке. – М. : Металлургия, 1978. – 208 с.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

А. К. Жунусова, А. Мамонов, А. К. Жунусов

Феррохром аспирациялық шаңын өңдеу

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

A. K. Zhunusova, A. R. Mamonov, A. K. Zhunusov

Recycling of ferrochrome aspirational dust

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 12.12.16.

Бұл жұмыста феррохром аспирациялық шаңын өңдеу бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей оңтайлы күйдіру температурасы 600 °C деп анықталды, шекемтастарды алу үшін байланыстырғыш материал ретінде лигносульфанат қолданылды.

In this work we present the research results in recycling of aspirational dust of ferrochrome. We found that the optimal burning temperature is 600 °C, and lignosulfonate was used as an additional material for pellets production.

УДК 669.183

Д. Ш. Жусупова

магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Решение экологических проблем при эксплуатации установок на нефтеперерабатывающих предприятиях, предполагает установление на нефтехимическом предприятии оборудования отвечающего требованиям концепции «Зеленой» экономики.

Ключевые слова: концепция «зеленой» экономики, экологически чистые технологии, система по обращению со сточными водами, замкнутый цикл.

ВВЕДЕНИЕ

Экологические проблемы, имеющие в настоящее время глобальный социальный характер, наиболее ярко проявились в нефтеперерабатывающей отрасли, где огромная энергонасыщенность предприятий, образование и выбросы вредных веществ создают не только техногенную нагрузку на окружающую среду, но и общественно-политическую напряженность в обществе.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В нефтеперерабатывающей промышленности постоянно интенсифицируются технологии, вследствие чего такие параметры, как температура, давление, содержание опасных веществ, достигают критических величин. Растут единичные мощности аппаратов, количество находящихся в них опасных веществ. Многие виды продукции нефтеперерабатывающих предприятий с передовой технологией, обеспечивающей комплексную переработку сырья и состоящей из сотен позиций,

взрыво- или пожароопасны или токсичны. Экономическая целесообразность расположения нефтеперерабатывающих предприятий приводит к созданию промышленных комплексов в местах проживания населения. Перечисленные особенности современных объектов нефтепереработки обуславливают их потенциальную экологическую опасность.

Решение экологических проблем в области нефтепереработки требует разработки и внедрения высокоэффективных, малозатратных технологий переработки нефти и новых систем защиты экологии – так называемых принципов «зеленой» экономики.

Так, тема развития зеленой экономики в последние годы приобретает все большую значимость, в том числе и в Казахстане.

Концепцию «зеленой» экономики нужно рассматривать как модель, которая нацелена на социальное развитие и экономический рост преимущественно за счет интенсивных факторов без ущерба для природных ресурсов и без роста уровня загрязнения окружающей среды [1].

В условиях, когда мир находится на пороге эры, которая предъявляет новые требования, Казахстану предстоит совершить переход в постиндустриальное общество, к инновационной экономике, основанной не на ресурсных, а на наукоемких технологиях и интеллектуальном потенциале. Необходимо сосредоточить основные усилия на научном обеспечении, развитии и разработке прорывных направлений экологичной энергетики и экономики [2].

Главная цель при переходе на «зеленые» принципы – обеспечения темпов экономического роста, а также, повышения благосостояния и укрепления здоровья населения при условии соблюдения рационального использования природных ресурсов и равновесия в экологических системах страны [1]. Так немалый вклад в социально-экономическое развитие страны вносит нефтегазовая отрасль, являясь локомотивом для всей экономики государства, она способствует развитию других отраслей экономики [3].

Актуальными направлениями в решении экологических проблем при добыче и переработке нефти и газа являются аспекты концепции «зеленой» экономики: разработка экологически чистых процессов и утилизация отходов, очистка газовых выбросов нефтехимических производств, очистка сточных вод от нефти и нефтепродуктов и др. [4].

Задачи исследования

Сделать анализ существующих на ТОО «Компания Нефтехим LTD» мероприятий по защите окружающей среды и разработать рекомендации по установлению на данном предприятии оборудования отвечающего требованиям концепции «Зеленой» экономики.

В связи с этим одной из задач исследования должна быть разработка концепции «зеленой» экономики. Произвести исследование общего влияния объекта на окружающую среду. Предложить более выгодного решения обращения со сточными водами, как в экономическом плане, так и с экологической точки зрения.

Технология установки водоочистной установки

В настоящее время отвод промливневых и хозяйственно-бытовых сточных вод с ТОО «Компания Нефтехим LTD» производится в сети ТОО «ПНХЗ». Сточные

воды, откачиваемые в сети ТОО «ПНХЗ» из резервуара, в своем составе содержат взвешенные вещества, метанол, метил-трет-бутиловый эфир, нефтепродукты. Концентрация взвешенных веществ достигает 300 мг/дм³, нефтепродуктов 40 мг/дм³, метанола до 100 мг/дм³, метил-трет-бутилового эфира до 10 мг/дм³.

Основное количество производственных стоков вновь используется в производственном процессе (замкнутый цикл), поэтому предлагается установить на заводе собственную водоочистную установку. Очищенная вода может использоваться в качестве подпиточной воды для оборотного водоснабжения. Также установка очистного оборудования окупит денежные затраты, которые на данный момент идут на оплату за сброс стоков, предприятие станет независимым от ТОО «ПНХЗ» в плане обращения со сточными водами.

Устройство и принцип работы установки

Установка биологической очистки сточных вод предназначена для биологической очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод нефтехимических, химических и нефтеперерабатывающих заводов от содержащихся в них взвешенных веществ, нефтепродуктов, доочистки стоков до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения и обеззараживания очищенной воды.

Установка биологической очистки сточных вод представляет собой аэротенк с аэрацией воздуходувками, работающий по принципу окисления. Для достижения необходимого качества очистки стока аэротенк дополнен денитрификатором и системой доочистки стоков на фильтрах. Система доочистки позволяет получать стабильное качество сточной воды, в том числе и при неблагоприятных для биоочистки условиях (недозагрузка очистных сооружений, наличие в стоках ПАВ, нефтепродуктов и др. веществ, угнетающих жизнедеятельность микроорганизмов).

Установку биологической очистки можно использовать на открытой площадке без строительства зданий или без утапливания в грунт на глубину промерзания, что минимизирует затраты на общестроительные работы и создает дополнительное удобство при дальнейшей эксплуатации и техническом обслуживании установки. Монтируется на подготовленную бетонную площадку. Установка биологической очистки сточных вод проста в эксплуатации и не требует сложных наладочных работ, позволяет получить стабильно высокое качество очищенной воды.

Установка биологической очистки сточных вод укомплектована оборудованием необходимым для нормальной и безопасной работы установки без постоянного присутствия обслуживающего персонала, с передачей сигнализации и значений измерений необходимых параметров на верхний уровень для контроля и управления установкой.

Установка обычно комплектуется встроенной песколовкой.

Аналогичные направления по использованию установки очистки сточных вод от содержащихся в них взвешенных веществ, нефтепродуктов существуют на нефтехимическом заводе Bechtel в США (automated system of water quality monitoring), на нефтехимическом заводе в г. Томске (многофункциональная очистная установка «Ярус» для очистки промышленных стоков).

Описание работы установки

Исходный сток подается в приемный лоток–песколовку из которого поступает в усреднитель. В усреднителе происходит смешение сточных вод различной концентрации и выравнивание часовой неравномерности поступающих стоков.

Из усреднителя вода подается насосом в денитрификатор, где происходит смешение сточной воды с активным илом при отсутствии растворенного кислорода. Связанный кислород нитритов и нитратов под действием микроорганизмов расходуется для окисления органического вещества. В свою очередь пополнение микроорганизмов в денитрификаторе происходит за счет перекачивания рециркуляционного активного ила из аэротенка.

Пройдя денитрификатор, сточная вода через сливной патрубок попадает в аэротенк с продленной аэрацией, где очистка осуществляется методом «полного окисления» органических загрязнений, как жидкой, так и твердой фаз в аэробных условиях (происходит насыщение кислородом). Доза ила в аэротенке 3-6 г/л.

Насыщение сточных вод кислородом осуществляется эжекторными аэраторами. Расход воздуха не менее 15 м³/час. Концентрация растворенного кислорода в аэрируемой смеси стоков с активным илом должна быть не менее 2 мг/л.

Прошедшая аэрацию сточная вода поступает во вторичный отстойник, где происходит осаждение активного ила, поступающего вместе с очищенной водой из аэротенка. Избыточный ил периодически, при достижении дозы ила в аэротенке более 7 г/л после открытия электромагнитных клапанов по иловым рукавам подается в минерализатор.

Из вторичного отстойника, через водосборник, сточная вода попадает на фильтр с плавающей загрузкой (ФПЗ), где происходит задержание ила вынесенного из вторичного отстойника. Уловленный ил удаляется в результате обратной промывки фильтра в подающую КНС. Периодичность промывки секций ФПЗ программируется. При наступлении времени промывки ФПЗ производится отключение центробежного насоса. При этом уровень воды в надфильтровом пространстве повышается. При достижении уровня установки датчика SL6 происходит открытие клапанов в запрограммированной последовательности. При снижении уровня воды в надфильтровом объеме до уровня установки датчика SL4 клапаны промывки ФПЗ закрываются.

Из фильтра с плавающей загрузкой вода самотеком попадает на сорбционный фильтр. Фильтр с сорбционной загрузкой позволяет произвести доочистку сточной воды от растворенных органических примесей.

После сорбционного фильтра вода подается центробежным насосом через устройство обеззараживания воды УОВ 15м-20 в выходной коллектор очищенной воды

Насос автоматически откачивает, при достижении определенного уровня, дренажные воды скапливающиеся на дне корпуса блока фильтров в промывной трубопровод [5].

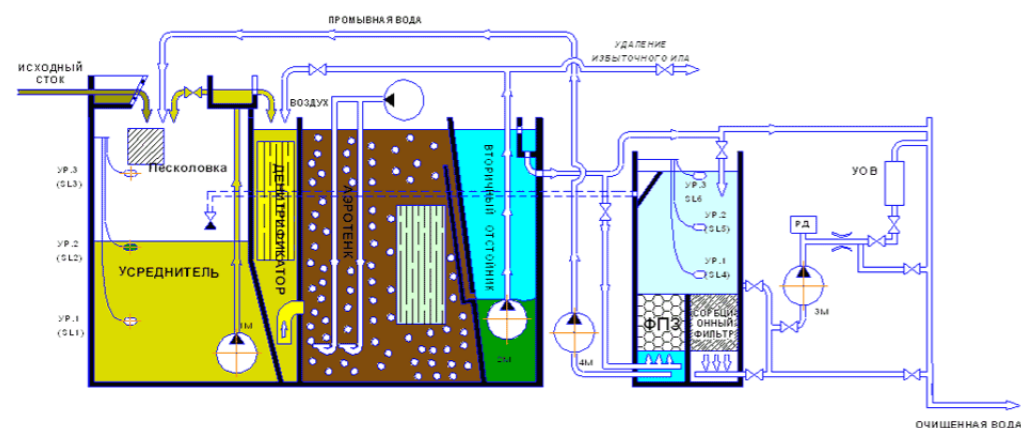


Рисунок 3 – Схема установки биологической очистки сточных вод

Введение в эксплуатацию установки биологической очистки позволит использовать предприятию очищенную сточную воду для подпитки оборотного водоснабжения свежей водой. Установка биологической очистки сточных вод проста в эксплуатации, не занимает большой территории, для ее технического обслуживания не нужно нанимать дополнительный персонал.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в научной статье были решены поставленные цели и задачи исследования, главным образом, предложена новая «зеленая» технология обращения со сточными водами, которая будет выгодна предприятию и послужит устройством, позволяющим снизить долю загрязнения природных объектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой» экономике от 30 мая 2013 г. – № 577. – С. 4.
- 2 Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 гг. / Казахстанская правда, 2003 г., 10 декабря. – С. 14.
- 3 Программа развития нефтехимической промышленности РК на 2008-2013 гг. Постановление Правительства РК «Об утверждении «Плана мероприятий по использованию общенационального плана основных направлений по реализации ежегодных 2005-2007 г. посланий Главы государства народу Казахстана и Программы Правительства РК на 2007-2009 гг.» от 20 апреля 2007 г. – № 319 (пункт 286). – С. 44.
- 4 Зайцев, В. А. «Промышленная экология» – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – С. 512.
- 5 Методика разработки проектов нормативов предельного размещения отходов производства и потребления. – Астана, 2008. – С. 32.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

Д. Ш. Жусупова

Мұнай өңдеу өнеркәсіптерінде құрылғыларды қолдану арқылы экологиялық мәселелерді шешу

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

D. Sh. Zhussupova

Environmental management during the plant operation at the oil refinery

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 12.12.16.

Мұнай өңдеу өнеркәсіптерінде құрылғыларды қолдану арқылы экологиялық мәселелерді шешу «жасыл» экономика тұжырымдамасын талаптарына сәйкес келетін жабдықты құруды ұсынады.

Environmental management during the plant operation at the oil refinery assumes the installation of the equipment, correspondent to the green economy concept requirements.

UDC 378.14.014.13:004.9

A. Zh. Kasenov¹, L. D. Zhanbulatova², D. A. Aidarkhanov²

¹candidate of engineering sciences, associate professor; ^{2,3}students,

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar

e-mail: ¹asylbek_kasenov@mail.ru; ²laura.l96@mail.ru; ³dairaidarhan@gmail.com

APPLICATIONS IN ENGINEERING

The article presents a review and comparative analysis of the possibilities of software applications (Kompas, APM, T-Flex, AutoCAD, AnSYS, Comsol, Simufac, Adams, Nastran) by the following characteristics: the presence of methods for basic and advanced courses; the presence of Russian interface; the complexity of the interface development; the completeness and quality of the referral system; the availability of training examples and video tutorials; the provision of additional literature on the program; the complexity of the play models, the ability to simultaneously work with multiple files; the availability of the integration between the individual modules of the program; the productivity of the programs; price and others. There is evaluated the feasibility of using these software products in higher education institutions for the training of highly competitive, professionally competent specialists that are in demand on the modern work market.

Keywords: CAD, Compass, arm, T-Flex, AutoCAD, AnSYS, Comsol, Simufac, Adams, Nastran, simulation, applications.

INTRODUCTION

The introduction of information technologies in the educational process is accompanied by significant changes in the methodology of teaching graphic disciplines. In accordance with the requirements of state educational standards graduates must not

only own a set of professional knowledge, abilities, skills and competences but also to be ready to development of the new knowledge providing professional competitiveness. Active introduction of information technology has increased the demand for highly qualified personnel with skills to work in computer-aided design systems.

Teaching in higher education is directed to the production of the most competitive professionals and one of the important component in the preparation of engineering is to teach computer-aided design systems. Competitiveness in higher education is achieved by the fact that the learners are given the choice in addition to the traditional method of design and project analysis they will have the ability to perform tasks in the computer-aided design systems included in such disciplines as computer graphics, designing of mechanisms and machines, designing and the production of metal-cutting tools, etc.

MAIN PART

One of the conditions of work in enterprises is the knowledge of one or more CAD (computer-aided design). One of the conditions of work in enterprises is the knowledge of one or more computer-aided design. The introduction to the educational process of new technology has improved it more intense and interesting for the student and greatly facilitated the creation of design and technological projects. In learning, how to work in CAD (computer-aided design system) Technical Department of chose the most suitable for performing engineering operations software. This list includes programs of a native production: «Compass», «APM», «T-Flex», and programs of foreign production «AutoCAD» «AnSYS», «Comsol», «Simufac», «Adams», «Nastran». All of these programs are used to perform a variety of engineering problems and correspond to international standards. Compass» is a family of computer-aided design systems with the possibility of design project and design documentation according «design documentation system» and the «system of design documents for construction» [3-4, 9]. Developed by the company «ASKON» specializes in engineering, instrumentation, construction, and it is designed to build volumetric, associative models and full units' assemblies. Compass is a perfect solution for automatic drawing creation process. Extremely slow development of the system «Compass» at times makes it absolutely useless to study, especially if there is a such a competitor, like T-Flex [10].

Flex is a professional designing program that combines powerful parametric capabilities in 2D and 3D modeling. T-FLEX CAD has a special performance and stability and offers innovative tools for the creation of specialized computer-aided design in the field of piping, steel structures, electrical circuits, construction and many other structures. The system is aimed at professionals in the field of designing and contains all the necessary tools for the calculation, design and manufacture of structures of all levels of difficulty [10, 19].

AutoCAD – two- and three-dimensional computer-aided design and drafting, developed by Autodesk. AutoCAD and customized applications based on it are widely used in engineering, construction, architecture and other industries. Widespread AutoCAD in the world is due not least advanced development tools and adaptations that allow you to customize the system to their specific needs and significantly extend the functionality of the base system [13].

ANSYS – the universal software system for finite element analysis, the existing and evolving over the past 30 years, is the most popular specialist for CAE systems. ANSYS is used to solve linear and nonlinear, stationary and non-stationary spatial problems of solid mechanics and mechanics of structures, including non-stationary geometrically and physically nonlinear problems of contact interaction of structural elements, problems of fluid and gas mechanics, heat transfer and heat transfer, electrodynamics, acoustics, and mechanics related fields. Modeling and analysis in some areas of the industry to avoid costly and time-consuming type of «design – manufacture – test» development cycles [14].

Comsol is designed to simulate any physical system that allows you to simulate complex electrical, mechanical, hydrodynamic and chemical phenomena. Additional modules extend the possibility of multi-physical simulation platform, providing simulation in specific areas of science and technology, and integration with third-party software packages, and their functions [15].

Simufac – is computer modeling system to calculate the metal deformation processes in the process of forging and forging in the design of the die tooling. It allows you to optimize the temperature and speed, taking into account the stress-strain state, the terms of processes, designing optimal technology. This contributes to the adequacy of the models of the technological process, as well as a precise description of rheological behavior of metal under strain [16].

Adams is the most widely used multibody dynamics and motion analysis software in the world. Adams helps engineers to study the dynamics of moving parts, how loads and forces are distributed throughout mechanical systems, and to improve and optimize the performance of their products. Adams multibody dynamics software enables engineers to easily create and test virtual prototypes of mechanical systems in a fraction of the time and cost required for physical build and test. Unlike most CAD embedded tools, Adams incorporates real physics by simultaneously solving equations for kinematics, statics, quasi-statics, and dynamics. Utilizing multibody dynamics solution technology, Adams also runs nonlinear dynamics in a tiny fraction of the time required by FEA solutions. Loads and forces computed by Adams simulations improve the accuracy of FEA by providing better assessment of how they vary throughout a full range of motion and operating environments [17].

Nastran provides a complete set of calculations, including the calculation of the stress – strain state of natural frequencies and mode shapes, stability analysis, the solution of heat transfer problems, the study of steady and transient. Along with the calculation of structures it can be used to optimize the project. Optimization can be carried out for the static problems of stability, steady and unsteady dynamic transients, natural frequencies and mode shapes. Nastran also includes a unique feature to optimize the design with unlimited changes its geometrical shape [18].

Compare the advantages and disadvantages of some of the applications are given in Table 1.

Table 1 – comparison of advantages and disadvantages of programs

| | Advantages | Disadvantages |
|---------|--|--|
| Kompas | 1 A clear and intuitive interface 2 inexpensive. 3 Completely Russified | The very slow development of the system |
| AutoCAD | Availability for the creation on its base of specialized powerful computational and graphics packages | The complexity of binding information from the database to the graphic objects |
| T-Flex | 1 Unique parameterization tool 2 The speed of the program 3 Flexible designing 4 The solution of complex problems 5 Openness 6 Wide set of additional features 7 The use of existing skills and experience | 1 Limited capacity calculation: the lack of aerodynamics and hydrodynamics 2 There is no possibility of ergonomic calculation 3 Weak possibility of creating a photorealistic image 4 No trace tools and backup volumes [19] |
| AnSYS | 1 Convenient and flexible user interface 2 The opportunities of the preprocessor 3 It has a powerful tool for automation of numerical analysis – language APDL | Increased demands on the hardware for a reasonable rate of direct rendering model. This fact significantly limits the possibility of using two-dimensional and especially three-dimensional AnSYS models to optimized procedures that require multiple calling patterns at each iteration step |

Presented applications that are used in the educational process, allow to simulate various engineering and technological projects, without resorting to costly and long-term laboratory work that allows a short time to give a teaching presentation of its industrial processes in the field of education [20].

Despite the great possibilities of modern CAD systems, the decisive role in the design belongs to the trainee and skills on the submitted application programs are one of the main challenges for higher education institutions that are interested in training highly qualified specialists and confirm the competitiveness of its institutions with the purpose to give their students practical knowledge for their further application in enterprises.

CONCLUSION

Applications are an integral part of the professional activity of engineers, so their development will take some time. Due to limited classroom curriculum, it is advisable phased study software products, starting with the widely used in all sectors and to special professional applications. Thus, by comparing some programs, modern CAD systems meet all the requirements of the education system, and their use in the educational process is appropriate, and their use in the preparation of engineers contributes to a better interaction of students in a single information space that allows you to prepare highly competitive, professionally competent specialists demanded in today's job market.

REFERENCES

- 1 **Storchak, N.** Application of the system KOMPAS-3D in teaching engineering discipline // Journal «CAD and graphics», № 10. – M., 2013. – P. 88-89.
- 2 **Klesheva, N. A., Tarasova, I. M.** Application of graph theory in the process of mathematical preparation of bachelors' system // International journal of applied and fundamental research, 2015. – № 1. – P. 130-135.
- 3 **Gorelov, V. N., Kokorev, I. A.** Principy postroenia 3D modelei korpysnih detalei v sisteme Kompas 3D // MTO-13, 18 October 2013. – Vol. 1. – P. 321-324.
- 4 **Dudak, N. S., Kasenov, A. Zh., Mukanov, R. B. Ospantaev, A. K., Istai, T. B., Miller, S. A., Ahmetova, A. A.** Strength Express finite element analysis // Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh, magistrantov, studentov i shkol'nikov «XVI Satpaevskie chteniya». – Pavlodar : S. Toraihyrov PSU, 2016. – P. 47-54.
- 5 **Mendebaev, T. M., Dudak, N. S., Kasenov, A. Zh., Mukanov, R. B., Smailova, G. A.** The use of Autodesk inventor of the system in the design of the tool head for machining holes // Trudy Mezhdunarodnykh Satpaevskikh chteniy «Konkurentnosposobnost' tekhnicheskoy nauki i obrazovaniya». – Vol. 1. – Part 1. – Almaty, 2016. – P. 238-243.
- 6 **Dudak, N. S., Mukanov, R. B., Kasenov, A. Zh., Taskarina, A. Zh.** The use of APM WinMachine system in the design of cutting tools // Materialy X mezhdunarodnoi nauchoi prakticheskoi konferentsii «Klychevye voprosy v sovremennoi nauke-2014», 17-25 april 2014. – Vol. 17. – Sofia, 2014. – P. 47-50.
- 7 **Makhov, A. A., Kopeykin, E. A.** Design of spline broaches with MatLAB and T-Flex CAD 3D // Vestnik MGTU «Stankin», № 3 (30). – M., 2014. – P. 73-78.
- 8 **Gorbunov, I. V., Efremenkov, I. V., Leont'ev, V. L., Gismetulin, A. R.** Process Modeling Features machining in CAE-systems // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk, 2013. – Vol. 15. – № 4-4to – P. 846-853.
- 9 **Denisova, N., Doronin, A., Zavalishin, Yu., Men'kov, A., Terushkina, N.** Application software ASCON in the implementation of the university educational discipline // Journal «CAD and graphics», № 3. – M., 2014. – P. 74-79.
- 10 **Kompaniya «Top Sistemy»** vypustila novuyu versiyu sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya T-Flex CAD 15 [Electronic resource]. – URL: http://www.mashportal.ru/company_news-43039.aspx.
- 11 **Preimushchestva Kompas-3D v SAPR – nebol'shoy obzor** [Electronic resource]. – URL: <http://texdizain.net/proektirovanie/37-preimuschestva-kompas-3d-v-sapr-nebolshoy-obzor.html>.
- 12 **Shelofast, V., Rozinskiy, S.** Software company SEC «APM» – new opportunities and prospects // Journal CAD and Graphics, 2015, pp. 52-58
- 13 **Frey, D.** Learning Autocad 2007 and Autocad Lt 2007 the beginning: A practical guide, tutorial: Step by Step [Russ. ed.: I.L. Volkova] Izuchaem Autocad 2007 i Autocad Lt 2007 s samogo nachala / Prakticheskoe rukovodstvo, samouchitel' shag za shagom, – M., 2008.
- 14 **Denisov, M. A.** Komp'yuternoe proektirovanie. ANSYS: Uchebnoe posobie, – Ekaterinburg: Ural Federal University, 2014. – P. 77.

15 Comsol. Programmnyy paket dlya mul'tifizicheskogo modelirovaniya [Electronic resource]. – URL: <https://www.comsol.ru/products>.

16 Simufact Forming [Electronic resource]. – URL: <http://www.lavteam.org/tags/Simufact>.

17 **Adams**. Sistema virtual'nogo modelirovaniya mashin i mekhanizmov [Electronic resource]. – URL: <http://rusapr.ru/prod/progs/element.php?ID=835>.

18 SAPR dly mashinostroeniya i promyshlennogo proizvodstva / Inzhenernye raschety i modelirovanie tekhnologicheskikh protsessov / MSC [Electronic resource]. – URL: <http://www.cad.ru/ru/software/detail.php?ID=3181>.

19 Parametricheskaya SAPR T-Flex [Electronic resource]. – URL: <http://www.vokb-la.spb.ru/soft/t-flex/t-flex.html>.

20 **Zubenko, V. L.** Rabota v srede T-Flex CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM sistemy. Sbornik: Vysokie tekhnologii v mashinostroeni // Materialy vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy internet konferentsii: 100 letiyu so dnya rozhdeniya doktora tekhnicheskikh nauk, professora, zasluzhennogo deyatelya nauki i tekhniki Papsheva Dmitriya Dmitrevica. – 2015. – P. 215-217.

Material received on 12.12.16.

А. Ж. Касенов¹, Л. Д. Жанбулатова², Д. А. Айдарханов²

Инженерлік қызметтегі қолданбалы бағдарламалар

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

А. Ж. Касенов¹, Л. Д. Жанбулатова², Д. А. Айдарханов²

Прикладные программы в инженерной деятельности

Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 12.12.16.

Ұсынылған мақалада келесі сипаттамаларға байланысты (Компас, АРМ, T-Flex, AutoCAD, AnSYS, Comsol, Simufac, Adams, Nastran) қолданбалы бағдарлама өнімінің мүмкіндіктерін салыстырмалы талдаулары: базальқ және тәжірбиелік курстар үшін әдістердің жиыны; орыс тілдік интерфейс жиыны; интерфейс ті меңгеру қиындығы; анықтамалық жүйенің толықтығы мен сапасы; видеосабақтар мен оқу тәлім жиыны; бағдарламамен жұмыс жасау үшін қосымша әдебиетпен қамтамасыз ету; модельдерді жаңғырту қиындықтары, бірнеше файлдармен бір уақытта жұмыс жасау мүмкіндігі; бағдарламаның жеке модульдарымен бірігу жиыны; бағдарламаның тез әрекет етуі; бағасы және т.б. Осы бағдарламалық өнімді бағаланған мүмкіндігі мен мақсаты, жоғары оқу орындарында заманауи нарық еңбегінде қажетті жоғары бәсекелестікте кәсіби күзіретті маманды дайындау.

В статье представлен обзор и сравнительный анализ возможностей прикладных программных продуктов (Компас, АРМ, T-Flex, AutoCAD, AnSYS, Comsol, Simufac, Adams, Nastran) по следующим характеристикам: наличие

методов для базового и продвинутого курсов; наличие русскоязычного интерфейса; сложность освоения интерфейса; полнота и качество справочной системы, наличие обучающих примеров и видеоуроков; обеспеченность дополнительной литературой по работе с программой; сложность воспроизведения моделей; возможность одновременной работы с несколькими файлами; наличие интеграции между отдельными модулями программы; быстродействие программы; цена и др. Оценена возможность и целесообразность использования этих программных продуктов в высших учебных заведениях для подготовки высококонкурентоспособного, профессионально компетентного специалиста, востребованного на современном рынке труда.

УДК 624.131.7

В. А. Козионов¹, А. К. Алдунгарова², А. И. Мене́люк³, К. М. Самат⁴

¹к.т.н., профессор, ²PhD., ассоц. профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар, Казахстан; ³д.т.н., профессор, Одесская государственная архитектурно-строительная академия, г. Одесса, Украина; ⁴магистр, ведущий специалист, РГП «Госэкспертиза» по Павлодарской области, г. Павлодар, Казахстан
e-mail: ¹va_kozionov@mail.ru; ²liya_1479@mail.ru; ⁴kibadat.sammat@mail.ru

РАСЧЕТ СТОЛБЧАТЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА НЕЛИНЕЙНО ДЕФОРМИРУЕМОМ ОСНОВАНИИ ПО ПРОГРАММЕ SCAD

Обоснована методика расчета столбчатых фундаментов, учитывающая взаимодействие здания и нелинейно-деформируемого основания. С использованием инженерного метода прогноза нелинейных осадок фундаментов и компьютерной программы SCAD разработан алгоритм совместного расчета системы «основание – фундамент – надземная конструкция».

Ключевые слова: алгоритмы расчета, взаимодействие здания и основания, нелинейная осадка фундамента, программа SCAD.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в проектных организациях Республики Казахстан большое распространение получила программа SCAD. Расчетами по данной программе методом конечных элементов можно отразить совместную работу здания и основания, далее «система», особенности проектируемого объекта и др. Вместе с тем, реализация расчетов ограничивается отсутствием в SCAD программы для определения размеров фундаментов, в том числе с учетом нелинейной работы основания. Это снижает возможности применения конечного элемента КЭ51, имеющегося в библиотеке программы, для учета нелинейной осадки основания при расчетах фундаментов.

Целью работы является разработка методики расчета столбчатых фундаментов с учетом нелинейной работы грунтов основания в рамках «системы» по программе SCAD.

Отметим, что совместные расчеты зданий и оснований в нелинейной постановке рекомендуются нормами [1, 5 с.] и начинают использоваться в практике геотехнического проектирования [2, 59 с.].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В работе комплексно используется программа SCAD и инженерный метод расчета нелинейных осадок фундаментов [3, 2 с.]. По данному методу осадка фундамента S за пределами расчетного сопротивления грунта R , т.е. при среднем давлении по его подошве $P > R$, определяется по формуле

$$S = S_R \cdot \left\{ + \left[(P_U - R) \cdot (P - R) \right] / \left[(R - \sigma_{zg,0}) \cdot (P_U - P) \right] \right\}, \quad (1)$$

где S_R – осадка, полученная методом послойного суммирования для давления под фундаментом $P = R$;

P_U – предельное сопротивление основания;

$\sigma_{zg,0}$ – вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента.

Рассмотрим особенности использования формулы (1) для расчета фундаментов в рамках «системы». Основная проблема расчета оснований и столбчатых фундаментов с учетом жесткости надземных конструкций состоит в том, что величина среднего давления по подошве фундамента и расчетного сопротивления грунта зависят от геометрических размеров фундаментной конструкции. От этих параметров зависит также и осадка фундамента, что вызывает неопределенность вычисления усилий, передаваемых на него в рамках совместного расчета «системы». Ниже предлагается алгоритм решения задачи путем расчета «системы» в два этапа.

На первом этапе производится расчет «системы» в предположении жесткого защемления фундаментов в грунте с определением действующих на них нагрузок. Далее назначается расчетная модель основания и по полученным нагрузкам устанавливаются с использованием стандартных программ (Фундамент, Мономах и др.) требуемые размеры подошвы b_{on} , a_{on} и осадки фундаментов методом послойного суммирования S_{on} , а также величины SR при давлении по его подошве $P = R$. По рассчитанным осадкам фундаментов и средним давлениям по их подошвам вычисляются для каждого фундамента коэффициенты жесткости C_{in} (кН/м). Затем в расчетную схему фундамента добавляется вместо абсолютно жестких опор из библиотеки SCAD специальный конечный элемент типа КЭ51, учитывающий податливость опорной связи. В заключение выполняется расчет «системы» с учетом податливости основания и определяются уточненные нагрузки на фундаменты. Если полученные значения нагрузок на фундаменты существенно отличаются, то проводится второй цикл расчетов с определением их размеров и осадок. Расчет «системы» повторяется до тех пор, пока данные по нагрузкам последнего цикла практически не будут отличаться от данных предыдущего цикла (рисунок 1).

На втором этапе выполняется расчет фундамента с учетом нелинейного деформирования основания в соответствии с концепцией [1, 15 с.]. Здесь

первоначально анализируются осадки фундаментов при давлении по его подошве $P = R$. Если их величины не превышают $0,4 \cdot S_U$, то расчетное сопротивление грунта под фундаментами повышается на 20 % и по полученному значению $R_n = 1,2 \cdot R$ определяются их уточненные размеры. При $S \geq 0,7 \cdot S_U$, $R_n = R$. Для $0,7 \cdot S_U > S > 0,4 \cdot S_U$ величина R_n определяется интерполяцией. Далее для уточненных размеров фундамента определяются: давление по его подошве P ; осадка фундамента S_R при $P = R$; предельное сопротивление грунта основания P_U . Используя эти значения по формуле (1) определяется осадка фундамента S при $P > R$ и проверяется условие $S \leq S_U$. При этом необходимо чтобы осадка фундамента, вызванная повышенным давлением, не превышала $0,8 \cdot S_U$, а давление по его подошве не превышало P_U .

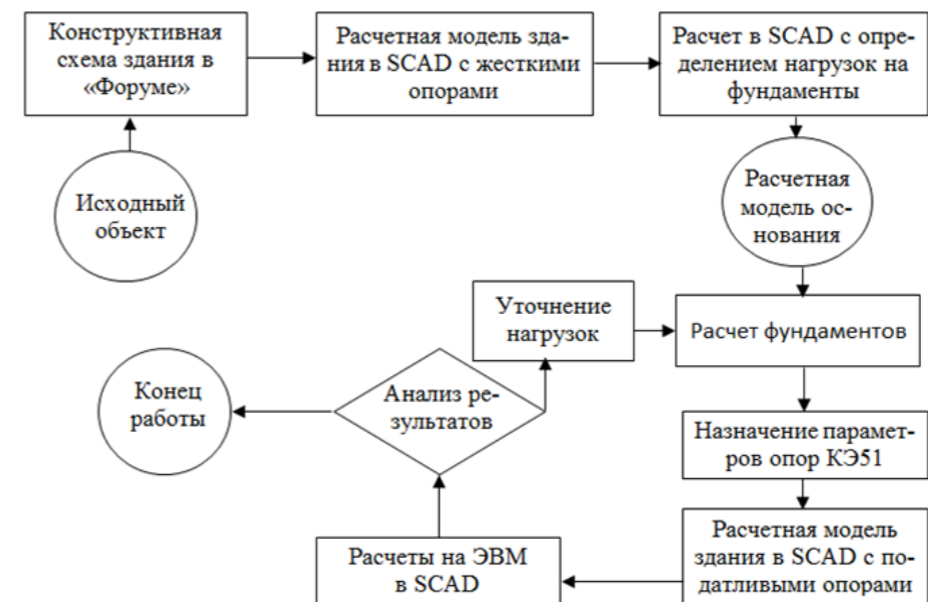


Рисунок 1 – Укрупненная блок-схема расчета фундаментов (этап 1)

Если эти условия не выполняются, то производится корректировка размеров фундамента, параметров опор КЭ51, уточнение расчетной схемы здания и его расчет. Если полученные результаты существенно отличаются от данных первого цикла, то расчет повторяется до достижения указанных выше требований (рисунок 2).

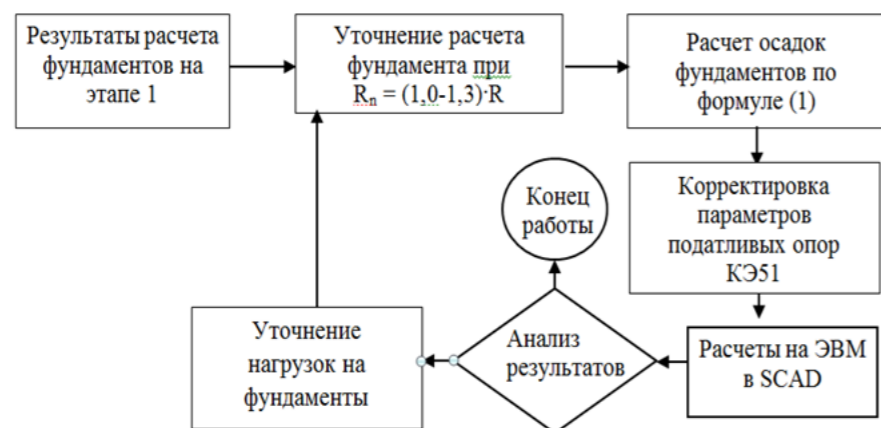


Рисунок 2 – Укрупненная блок-схема расчета фундаментов (этап 2)

Отличие изложенного алгоритма от известной методики [4, 3 с.] состоит в учете нелинейной деформируемости основания в рамках расчета «системы» по программе SCAD по зависимости (1).

Реализацию изложенного алгоритма рассмотрим на примере расчета каркасного многоэтажного административно-торгового комплекса и гостиницы в г. Павлодаре. Фундаменты, колонны, перекрытия и покрытия, лестничные площадки выполнены их монолитного железобетона, стены – из пенобетона. Кровля – совмещенная, рулонная «Рукав». Основанием здания является супесь коричневая твердая до глубины 10 м, подстилаемая пылеватым песком, средней плотности насыщенным водой.

Расчет выполнялся в рамках единой системы «здание-фундамент- основание» методом конечных элементов согласно алгоритмам, приведенным на рисунках 1 и 2 по программе SCAD. Конечно – элементная модель здания приведена на рисунке 3.

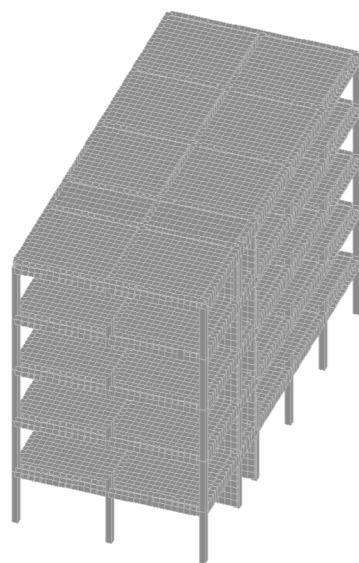
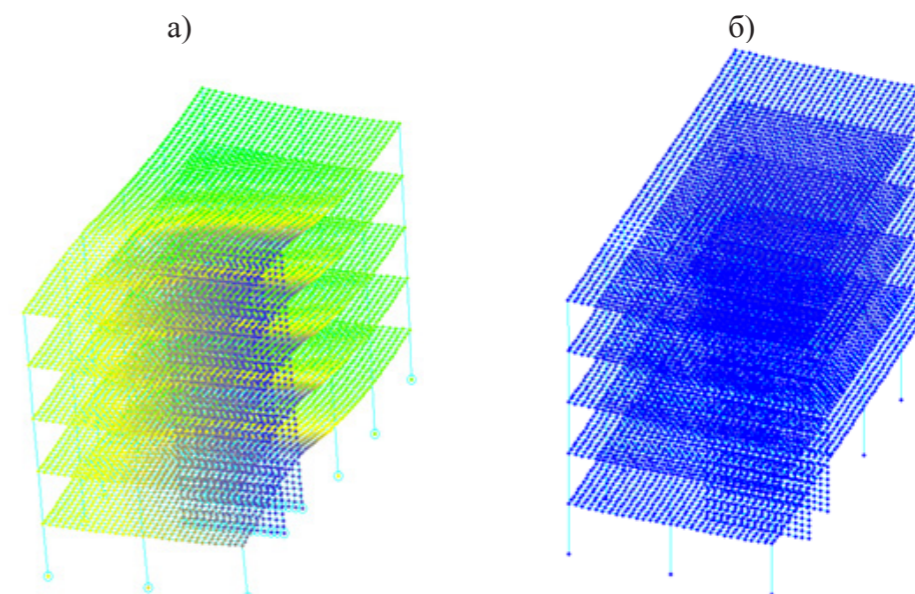


Рисунок 3 – Конечно-элементная модель здания

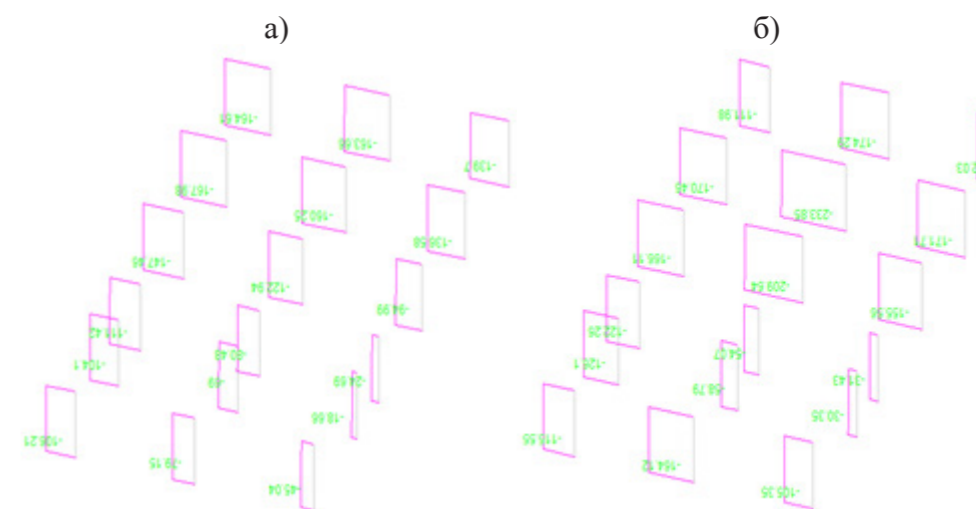
Характерные результаты выполненных расчетов некоторых конструктивных элементов здания приведены на рисунках 4 и 5.

Из рисунка 4 видна разница в деформированном состоянии монолитных плит перекрытия и осадок фундаментов для вариантов опор на абсолютно жестком основании (рисунок 4а) и податливых связей на нелинейно деформируемом основании рисунок 4б. Эти особенности оказывают влияние на величину передаваемых на фундаменты нагрузок (рисунок 5), что обуславливает изменения их размеров, осадок, расхода бетона и арматуры.



а – абсолютно жесткие опоры; б – нелинейное основание

Рисунок 4 – Деформированное состояние здания



а – абсолютно жесткие опоры; б – нелинейное основание

Рисунок 5 – Эпюры продольных сил N в колоннах первого этажа

По полученным из численного моделирования работы каркаса нагрузкам выполнены расчеты трех характерных фундаментов (Ф-1, Ф-2, Ф-3) с применением программы «Фундамент» для трех вариантов взаимодействия здания и основания: фундаменты на абсолютно жестких опорах; фундаменты на линейно деформируемом основании; фундаменты на нелинейно деформируемом основании. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов фундаментов

| Наименование показателей | Фундаменты | | |
|---|-------------|--------------|-------------|
| | Ф 1 | Ф 2 | Ф 3 |
| Абсолютные жесткие опоры | | | |
| Размеры фундамента а х в, м | 1,79x1,79 | 1,79x1,79 | 2,39x2,39 |
| Нагрузки на фундамент: | | | |
| N тс | 112 | 112 | 209 |
| My тс·м/Mx | 2,29/1,82 | -1,25/2,23 | 0,31/-0,05 |
| Qx тс/Qu | -2,06/1,81 | 1,38/2,04 | -0,2/-0,12 |
| Осадки фундамента, мм | 34,49 | 34,28 | 66,26 |
| Расход бетона, куб. м. | 2,94 | 1,43 | 1,79 |
| Податливые опоры на линейно деформируемом основании | | | |
| Размеры фундамента а х в, м | 2,17x2,17 | 1,71x1,71 | 1,8x1,8 |
| Нагрузки на фундамент: | | | |
| N - тс | 169 | 95,5 | 106 |
| My - тс·м/Mx | -11,32/6,66 | -8,95/-10,77 | -19,79/6,12 |
| Q - тс | 6,88/3,55 | 3,26/-11,17 | 10,66/3,1 |
| Осадки фундамента, мм | 41,79 | 22,17 | 25,08 |
| Податливые опоры на нелинейно деформируемом основании | | | |
| Размеры фундамента а х в, м | 1,87x1,87 | 1,41x1,41 | 1,51x1,51 |
| Нагрузки на фундамент: | | | |
| N тс | 169 | 95,5 | 106 |
| My тс· м/Mx | -11,32/6,66 | -8,95/-10,77 | -19,73/6,12 |
| Qx тс/Qu | 6,88/3,55 | 3,26/-11,17 | 10,66/3,1 |
| Осадки фундамента, мм | 58,1 | 32,33 | 34,3 |
| Расход бетона, куб. м. | 2,46 | 1,36 | 1,46 |

Из таблицы 1 следует, что учет нелинейного деформирования основания в расчетах «системы» существенно влияет на величину нагрузок на фундаменты и позволяет за счет некоторого увеличения их осадок и обоснованного повышения расчетного сопротивления грунтов основания снизить расход материалов на их устройство. Так, результаты выполненных расчетов показали возможность уменьшить расход бетона на 4,8-18,4 %, а стоимость на 10,8 %-16,5 %.

ВЫВОДЫ

Основной спецификой разработанного алгоритма расчета является применение апробированного в практике инженерного метода определения осадок фундаментов

в комплексе со специальным типом конечных элементов КЭ 51 программы SCAD. Отметим, что в рамках изложенной методики расчетов возможно использование, при обосновании, вместо формулы (1) других практических и численных методов определения нелинейных осадок фундаментов. Особенностью методики является также использование в качестве исходных данных характеристик грунтов, определяемых по результатам стандартных инженерно-геологических изысканиях, что упрощает ее применение в проектных расчетах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 МСП 5.01-102-2002. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – Астана, 2005. – 106 с.

2 Основы совместных расчеты зданий и оснований [Текст] : [монография] / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин, В. А. Шашкин. – СПб. : Изд-во «Геореконструкция», 2014. – 327 с.

3 Малышев, М. В. Прогноз осадок фундаментов неглубокого заложения с использованием обоих критериев предельных состояний [Текст] М. В. Малышев // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1996. – № 1. – С. 2-4.

4 Кабанцев, О. В. Моделирование деформационных свойств оснований [Текст] / О. В. Кабанцев. [Электронный ресурс]. – Scadsoft.com /download/kabancev 2011.pdf. – 24 с.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

V. A. Kozionov¹, A. K., Aldungarova², A. I. Meneilyuk³, K. M. Samat⁴

SCAD бағдарламасы бойынша сызықсыз деформацияланатын негізінде бағаналы іргетастарды есептеу

^{1,2}S. Toraihyrov атындағы мемлекеттік университеті, Павлодар қ., Қазақстан;

³Одесса мемлекеттік сәулет-құрылыс академиясы, Одесса қ., Украина;

⁴Павлодар облысы бойынша «Мемсарптама» РМК, Павлодар қ., Қазақстан.

Материал 12.12.16 баспаға түсті.

V. A. Kozionov¹, A. K. Aldungarova², A. I. Meneilyuk³, K. M. Samat⁴

Calculation of pier foundation on the nonlinear deformable base by program SCAD

^{1,2}S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan;

³Odessa State Academy Of Architecture And Construction, Odessa, Ukraine;

⁴RSE «Gosexpertiza», Pavlodar, Kazakhstan.

Material received on 12.12.16.

Ғимараттың және сызықсыз деформацияланған іргесін өзара әрекетін ескерудегі бағаналы іргетастарды есептеудің әдісін негіздеу. Инженерлік әдіспен іргетастардың сызықсыз отыруын болжау бойынша және SCAD компьютерлік бағдарламасын пайдаланып «Негіз – іргетас – жер бетіндегі конструкция» жүйе бойынша бірлескен есептеу алгоритмін жасау.

There is justified the calculation method for strip and pier foundation, considering the building interaction with nonlinear deformable basis. Using the engineering prediction method the nonlinear subsidence foundation and SCAD software, the algorithm of calculation system «basis – foundation – over ground structure» was developed.

УДК 669.046

Д. Б. Куатов

магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар
e-mail: kuatglinka@mail.ru

ПЕРЕРАБОТКА ШЛАКА В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ПУТЕМ ДРОБЛЕНИЯ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В настоящей статье автор описывает один из способов переработки шлака в черной металлургии путем дробления и извлечения дополнительного сырья.

Ключевые слова: переработка, шлак, черная металлургия, дробление, сырье.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема переработки шлакоотвалов на металлургических заводах является одной из наиболее актуальных в металлургии. Одним из источников являются шлаковые отвалы, накопленные металлургическими предприятиями за много лет интенсивного производства. Шлаковые отвалы представляют собой техногенные месторождения смеси металлических и оксидных составляющих, каждая из которых является ценным сырьем. Извлечение из шлака металлических компонентов, содержащих хром, и использование их для производства сталей и сплавов позволяет существенно повысить экономические показатели металлургического производства. Вторая часть переработки шлакоотвалов – шлаковая фракция – пригодна для использования в дорожном строительстве и производстве строительных материалов. Комплексная переработка техногенного сырья – отвалов металлургических шлаков – является актуальной не только с экономической, но и с экологической точки зрения. Переработка шлакоотвалов показывает путь решения одной из наиболее важных экологических задач - очистку территорий от крупнотоннажных отходов, какими являются шлаки металлургического производства. Шлаковые отвалы служат источниками пылеобразования, негативно влияют на состояние окружающей среды, загрязняя грунтовые воды и поверхностные источники тяжелыми металлами, занимая значительные земельные территории.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Разработанная концепция переработки шлакового отвала Аксуского завода ферросплавов как техногенного месторождения полезных ископаемых, включает оценку запасов техногенного месторождения, выявление количества, формы,

размеров, состава и магнитных свойств металлической составляющей, выбор основного оборудования для дробления и размола, обоснование гравитационного способа разделения дробленого шлака.

На Аксуском заводе ферросплавов запущен отсадочный комплекс по переработке шлаков феррохрома. Отсадочная машина работает по принципу гравитационного разделения материала в водной среде на тяжелую (металлоконцентрат) и легкую (шлаковый щебень) фракции. Комплекс перерабатывает ранее накопленные шлаки с содержанием металла от 3 до 10 %. Глубина извлечения составляет около 90 %, – Мощность комплекса – 600 тыс.тонн шлаков в год.

Отсадочная машина удовлетворяет потребность в обогащении цветных металлов, дробленых ферросплавных шлаков. Система управления воздушно-пульсационным режимом оснащена блоком вынужденных колебаний (БВК) со светодиодными матрицами с аддитивными (наложенными) колебаниями (НК), то есть в цикле «ВПУСК I» на нисходящем ходе обогащаемого материала происходит дополнительный выпуск (цикл «ВПУСК II» – наложенные колебания), что позволяет более полно использовать возможности технологической наладки отсадочной машины в процессе эксплуатации. Система управления разгрузкой (привод устройства разгрузочного с асинхронным двигателем) оснащена частотными преобразователями «ALTIVAR», которые имеют собственную защиту и защиту асинхронного двигателя от перегрузок, особенно при малых оборотах двигателя. Система автоматического управления разработана и изготавливается на самой современной элементной базе с учетом последних достижений электроники, но не в ущерб надежности и простоте обслуживания. Установлен контроллер, управляющего в автоматическом режиме частотными преобразователями асинхронных двигателей разгрузочных устройств и разрыхленностью постели отсадочной машины. Контроллер позволяет подключать к машине автоматизированные системы контроля качества продуктов обогащения (золомеры). Наименование продуктов отсадки Обогащение широко классифицированной руды (100-2,5 мм) Выход, % Содержание, % Извлечение, %

| | | | |
|------------------|-------|-------|-------|
| Общий концентрат | 61,12 | 56,61 | 79,08 |
| Общие хвосты | 29,39 | 16,05 | 10,78 |
| Отсев (2,5+0 мм) | 9,49 | 46,78 | 10,14 |
| Руда 100,0 | 43,76 | 100,0 | |

Переработка отходов позволила решить не только производственные задачи за счет до извлечения металла из шлаков, но также и экономические,

Сегодня на Аксуском заводе ферросплавов перерабатываются шлаки высокоуглеродистого феррохрома. Также планируется переработать накопленные со времен Советского Союза запасы шлаков рафинированного феррохрома, которые составляют порядка 5 млн. тонн. В настоящее время проводится ряд исследований по разработке технологии извлечения металла и дальнейшего получения строительного материала из этих шлаков. В состав цеха на АксЗФ входят

несколько дробильно-сортировочных комплексов, оснащенных современным оборудованием, и отсадочный комплекс, это позволяет перерабатывать порядка 70 % текущих шлаков. Кроме того, принята программа модернизации действующих отсадочных комплексов цеха шлакопереработки. Планируется, что с 2018 года текущие шлаки на АксЗФ будут перерабатываться на 100 %, а переработка всех накопленных запасов займет еще около семи лет. Деятельность цеха переработки шлака занимает одно из ведущих мест в обширной программе природоохранных предприятий Аксуского завода ферросплавов здесь перерабатываются практически все отходы промышленного предприятия, что способствует рациональному использованию природных ресурсов и снижению воздействия производства на окружающую среду. Ранее шлаки складировались на специальных отвалах, сейчас же – все идет в переработку. Главная заслуга цеха в том, что продукция, полученная при переработке шлака, теперь практически не накапливается. В процессе работы получается пригодный к отгрузке товарный феррохром, а также металлоконцентрат и оборотный песок, которые повторно используются в производстве. Из оставшегося же после такой тщательной переработки шлака производится дорожный щебень».

ВЫВОДЫ

По итогам 2014 года ЦПШЛ переработал более 1,4 млн тонн шлака и оборотных отходов. При этом получено 78 тыс. тонн чистого товарного феррохрома, почти 120 тысяч тонн металлоконцентрата, 68 тысяч тонн хромовых оборотных и более 850 тысяч тонн щебня.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Голиков, А. И.** «Перспектива развития черной металлургии: Тезисы докладов на XIV сессии научного совета по проблеме «Новые процессы получения и обработки металлических материалов» // Институт электросварки им. Е. О. Патона. – Киев : Metal Bull.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

Д. Б. Қуатов

Қосымша зат ұсату және өндіруші тарапынан болаттан жасалған шлакты қайта өңдеу

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

D. B. Kuatov

Recycling the slag in the steel by crushing and extracting the additional material

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 12.12.16.

Бұл мақалада автор ұсақтау және қосымша шикізат өндіру арқылы болат өнеркәсібінде өңдеудің бір жол сипаттайды.

In this article the author describes one way of refining slag in the steel industry by crushing and extraction of additional raw materials.

УДК 69.691.3

М. К. Кудерин¹, А. И. Мене́йлюк², А. Абуназар³, С. Е. Шарипова⁴

¹д.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан; ²профессор, Одесская архитектурно-строительная академия, г. Одесса, Украина, ^{3,4}магистранты, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА

Представлены результаты исследований по разработке составов и технологии изготовления теплоизоляционных стеновых мелкоштучных изделий из неавтоклавного пенобетона.

Ключевые слова: строительные материалы, пенобетон, энергоресурсосбережение.

ВВЕДЕНИЕ

В новом строительстве все большее распространение получают трехслойные конструкции наружных стен из кирпича, легкогобетонных блоков и панелей или монолитного железобетона, в которых в качестве среднего слоя между несущей (или самонесущей) стеной и защитно-декоративной облицовкой предусмотрено применение так называемых «эффективных» утеплителей. Однако при более пристальном рассмотрении, последние оказываются не столь эффективными.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Фактическое приведенное термическое сопротивление многослойных стеновых ограждений в 1,5-2 раза ниже расчетных значений, что обусловлено большим количеством неоднородных металлических и железобетонных теплопроводных включений по площади конструкций. Это определяет необходимость значительного увеличения толщины слоя утеплителя (главным образом – минераловатного), а следовательно, всей конструкции стены, которая становится соизмеримой с толщиной ограждения из других, более дешевых материалов, обладающих при этом конструктивными качествами.

Кроме этого следует помнить, что материалы на основе минваты достаточно активно сорбируют влагу (поскольку эффект обработки их гидрофобными составами недолговременный), которую впоследствии невозможно удалить никакими способами, что резко снижает ее теплозащитные свойства. Долговечность

таких материалов составляет лишь 10-15 лет, после чего они в результате старения становятся ущербными по многим эксплуатационным показателям. Нормативный срок службы объектов капитального строительства составляет минимум 50-75 лет, поэтому уже через 10-20 лет потребуются дополнительное утепление многослойных стен или полная замена такого утеплителя. В результате вместо ожидаемого «экономического эффекта» от снижения затрат на отопление зданий следует прогнозировать огромные дополнительные затраты на ремонт, реконструкцию и утепление стен. Если учесть достаточно высокую трудоемкость устройства теплоизолирующего минераловатного слоя и необходимость использования для его монтажа большого количества дорогостоящей фурнитуры, эффективность такой многослойной конструкции стенового ограждения еще более снижается.

Применение сэндвич-панелей с внутренним слоем из теплоэффективных вспененных полимерных материалов в качестве наружных стеновых ограждений в многоэтажных зданиях с центральным отоплением в большинстве случаев неприемлемо не только из-за их непомерно высокой стоимости, но и низкой теплоинерционности и, связанной с этим высокой вероятности быстрого падения температуры в помещениях и размораживания системы отопления в случае аварии.

Поэтому при выборе конструктивного решения наружных стеновых ограждений необходимо весьма избирательно подходить к перспективе применения так называемых «эффективных» полимерных и волокнистых утеплителей не только в качестве базового материала, но и для теплоизоляции мостиков холода в местах теплопроводных железобетонных включений от плит перекрытий, колонн и стен, а также по периметру оконных проемов.

Проблемы энергоресурсосбережения в строительстве определяют необходимость развития технологий производства материалов, альтернативных широко распространенным «эффективным» утеплителям. Одним из наиболее перспективных материалов такого класса является неавтоклавный пенобетон, характеризующийся относительно высокими эксплуатационными и теплозащитными свойствами, низкой себестоимостью и начальной капиталоемкостью производства.

Для расширения заводского производства изделий и конструкций из неавтоклавного пенобетона необходимо решение целого ряда технических и технологических проблем, в частности, снижения средней плотности с 450-500 до 150-250 кг/м³ и существенного повышения марочной прочности, сокращения сроков схватывания, повышения темпов твердения, уменьшения величины усадочных деформаций в опалубке, устранения возможности расслоения пенобетонной смеси при транспортировании.

Авторы предлагают к обсуждению результаты разработки составов и технологии изготовления теплоизоляционных стеновых мелкоштучных изделий из неавтоклавного пенобетона плотностью в сухом состоянии до 250 кг/м³ и прочностью при сжатии до 1,0 МПа.

Сущность ее заключается в механической активации вяжущего путем мокрого домолла, использовании полимерных модификаторов, а также

многостадийной поризации смеси в турбулентном баросмесителе со специальными приспособлениями для интенсивного пенообразования.

В качестве сырьевых материалов использовали портландцемент М400 Актауского (Карагандинская обл.) цементного завода (активностью 33 МПа), золу-унос сухого отбора (удельной поверхностью 1900-2300 см²/г) и топливный шлак фракции 5-10 мм (насыпной плотностью – 210-240 кг/м³) Аксуской ГРЭС (Павлодарская обл.) от сжигания каменного угля Екибастузского угольного бассейна и жидкостекольный пенообразователь на основе канифольного мыла. Для модификации смеси дополнительно вводили сухие порошки КМЦ и винилацетата с винилверсататом марки Movilith LDM 2040 P фирмы Hoechst.

По данным [7], для получения пенобетона низкой плотности (200 кг/м³ и менее) требуется увеличение объема смеси в процессе поризации минимум в 4-5 раз. Результаты многочисленных опытов показывают, что даже при повышенной дозировке пенообразователя объем вовлеченного воздуха в современных турбулентных смесителях за практически приемлемое время приготовления смеси (4-6 мин.) не превышает 30-40%. В связи с этим были предприняты попытки модификации конструкции смесителя. Авторы предлагают каркасную конструкцию активатора в виде полого цилиндра, боковая поверхность которого представляет собой упругую сетку с размером ячеек до 2 мм. Активатор жестко прикреплен к валу и вращается вместе с ним. Реализация такой конструкции пенобетоносмесителя позволяет получать объем вовлеченного воздуха в смеси до 120-140% при стандартных расходах пенообразователя. Однако пенобетонные смеси на основе синтетических пенообразователей являются весьма термодинамически неустойчивыми системами и стремятся упорядочить свою структуру за счет уменьшения удельной поверхности пены, в частности, вследствие самопроизвольной коалесценции. Одной из причин относительно низкой устойчивости смесей является ограниченная структурирующая способность цемента. Именно неполнота использования цемента, частицы которого вследствие адсорбции и сил молекулярного взаимодействия агрегируют во флоккулы, тормозит стабилизацию пространственной пеновоздушной структуры. С повышением дисперсности вяжущего резко повышается скорость гидратации его минералов, что связано не только с их высокой удельной поверхностью, но и с наибольшей плотностью дислокаций и концентрацией дефектов на поверхности [5, 6]. Наиболее эффективным способом создания микродефектности в частицах является домол, например в вибро- или шаровых мельницах [5, 6]. В свое время базовые работы по легким бетонам на домолотых цементах были выполнены под руководством проф. Л. П. Орендлихер. По данным [6], особенно эффективен мокрый домол цемента в присутствии пластифицирующих добавок, что позволяет значительно интенсифицировать процесс диспергирования. К тому же он характеризуется существенно меньшей энергоемкостью для получения вяжущего требуемого гранулометрического состава в сравнении с сухим домолом. При этом продолжительность такой активации цемента соизмерима с продолжительностью приготовления бетонной смеси, что, несомненно, способствует ее внедрению в технологию пенобетонного производства с гарантией обеспечения заданного технико-экономического эффекта. Реализация

первого способа стабилизации пеновоздушной смеси заключается в диспергировании цемента, например способом мокрого домолла в вибротельницах, обеспечивающим увеличение содержания мелких фракций более чем вдвое.

Проведенные исследования показали, что оптимальная продолжительность мокрого домолла при различных В/Ц = 0,6-1,0 находится в пределах 7-12 мин., причем с увеличением расхода воды интенсивность диспергирования возрастает, а удельный расход электроэнергии сокращается на 30-44 %. При этом прочность цементного камня по сравнению с исходным возрастает в 2,4-3 раза, ускоряются процессы гидратации минералов клинкера и твердения цементной системы, особенно в раннем возрасте, т.е. при кинетической стадии протекающих реакций. Теоретически это обусловлено увеличением скорости гетерогенных реакций, зависящей от концентрации и удельной поверхности твердеющего вещества.

Оптимальный расход воды для активации определяется химико-минералогическим составом цемента, заданным уровнем его дисперсности, видом и содержанием добавок ПАВ, продолжительностью активации и должен экспериментально уточняться в каждом конкретном случае.

Возвращаясь к вопросу устойчивости пенобетонной смеси отметим, что эффективным механизмом предотвращения разрушения структуры является введение добавок, предотвращающих отток жидкости:

- минеральных дисперсных и микродисперсных, способных поглощать большое количество воды;
- полимерных, повышающих вязкость жидкости внутри пленок.

Перспективы реализации первого способа стабилизации пеновоздушной смеси заключающегося в диспергировании цемента мокрым домоллом и обеспечивающего увеличение содержания мелких фракций более чем вдвое, рассмотрено выше.

Второй способ стабилизации поровой структуры пенобетонной смеси – использование органических добавок оказался несравнимо эффективнее. Так, добавка КМЦ оказала настолько сильный структурирующий эффект в смеси, что при дозировке 0,2-0,5 % наибольшая пластическая вязкость, увеличилась более, чем на два порядка.

Влияние конструктивных особенностей смесителя и модифицирующих полимерных добавок на плотность пенобетона и его прочностные характеристики представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние конструктивных особенностей смесителя и модифицирующих полимерных добавок на плотность пенобетона и его прочностные характеристики

| Расходы добавок, % от массы цемента | | | В/Ц | VB | $\gamma_{\text{сух}}^*$ кг/м ³ | R ²⁸ _{сж} МПа | R _р /R _{сж} |
|--|-----------|-----------|------|-----|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| добавка 1 | добавка 2 | добавка 3 | | | | | |
| – | – | 0,6 | 0,66 | 44 | 410 | 1,9 | 0,06 |
| – | – | 0,4 | 0,76 | 92 | 378 | 1,87 | 0,07 |
| – | 0,2 | 0,3 | 0,85 | 120 | 220 | 0,9 | 0,05 |
| – | 0,3 | 0,3 | 0,95 | 128 | 290 | 1,2 | 0,09 |
| – | 0,4 | 0,6 | 1,05 | 133 | 180 | 0,66 | 0,11 |

| | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|
| – | 0,5 | 0,4 | 1,15 | 145 | 190 | 0,74 | 0,11 |
| – | 0,9 | 0,6 | 1,75 | 154 | 140 | 0,22 | 0,09 |
| 1 | – | 0,3 | 0,85 | 84 | 205 | 0,86 | 0,11 |
| 3 | – | 0,3 | 0,85 | 88 | 214 | 0,95 | 0,11 |
| 5 | – | 0,3 | 0,77 | 65 | 226 | 0,99 | 0,14 |
| 7 | – | 0,4 | 0,75 | 72 | 245 | 0,85 | 0,13 |
| 10 | – | 0,4 | 0,75 | 66 | 262 | 0,89 | 0,16 |
| 10 | 0,4 | 0,4 | 0,75 | 98 | 208 | 0,82 | 0,15 |

Примечание:

– добавка 1 – сухой порошок винилацетата с винилверсататом марки Movilith LDM 2040 Р фирмы Hoechst

– добавка 2 – сухой порошок КМЦ

– добавка 3 – пенообразователь жидкостекольный

– добавка 4 – разжижитель С-3

– V_в – объем воздухововлечения

Для пенобетонной смеси особое значение имеет водоудерживающая способность, поскольку именно она во многом определяет реологические характеристики. Как показали результаты многочисленных ранее проведенных исследований коэффициент полного водоотделения суспензий на домолотых цементах значительно уменьшается (в среднем в 10-12 раз), а критическая пластическая прочность при резком сокращении периода ее формирования значительно увеличивается. Резкое ускорение процессов структурообразования цементных суспензий предотвращает осадку и расслоение пенобетонных смесей, предопределяет ускоренное нарастание прочности. В процессе мокрого домолла цемента разрушается коагуляционно-кристаллизационная структура суспензии, что обуславливает существенное пластифицирование системы.

Как отмечалось, предпосылками интенсивного твердения пенобетонных смесей на домолотых цементах является ускоренное химическое связывание воды вяжущим. Оценка водопотребности смесей производилась по оптимальному водосодержанию, которое при постоянном расходе цемента и неизменных условиях уплотнения и твердения позволяет получить пенобетон максимальной прочности. Одно из преимуществ домолла цемента состоит в том, что допустимые пределы водосодержания смесей, отвечающие максимальной возможной прочности, существенно расширяются. Именно суммарное водосодержание сырьевых смесей, на первый взгляд должно определять усадку пенобетонов, поскольку последняя обуславливается удалением воды, различно физико-химически связанной в его структуре. Поэтому ожидалось существенное увеличение усадочных деформаций и снижение трещиностойкости пенобетона, которая во многом зависит от рациональной гранулометрии смеси. Подтверждением этому служат примеры увеличения усадки с уменьшением водо-твердого отношения, если не учитывать фактор влияния грансостава. По некоторым данным [9], при переходе от крупнозернистых композиций к мелкодисперсным наблюдается значительная деградация структуры межпоровых перегородок пенобетона и

относительной прочности на растяжение ($R_p/R_{сж}$). Однако, как показывают результаты исследований прочность на растяжение пенобетона на активированном вяжущем повысилась даже в большей степени, чем на сжатие.

Позитивное влияние повышения дисперсности цемента распространяется и на реологические характеристики пенобетонов. Так, процесс поризации характеризуется преимущественным развитием медленных эластических и пластических деформаций и пониженным значением предельного напряжения сдвига. Смеси с такими реологическими свойствами при введении раствора пенообразователя отличаются высокой пенообразующей способностью и стабильностью. Таким образом, можно констатировать, что применение домолотого цемента для получения оптимальных реологических и физико-механических свойств пенобетона весьма перспективно.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных работ показывают принципиальную возможность получения пенобетона плотностью 200-250 кг/м³ при прочности на сжатие до 0,8-1,0 МПа. По всей видимости, это определяется резко возросшей структурирующей способностью активированного цемента, модифицированного полимерными добавками, которые обеспечивают армирование, а следовательно, уплотнение и упрочнение межпоровых перегородок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Кудерин, М. К. Перспективы интенсивной раздельной технологии приготовления бетонной смеси в современных условиях // Научный журнал «Вестник ПГУ», № 1. – Павлодар, 2003.
- 2 Кудерин, М. К., Торпищев, Ш. К., Дуйсембаев, М. Б. Бетонная смесь для изготовления легкого бетона // Патент № 13322 на изобретение. Зарегистр. 28.05.2003 г. – 2002. – УДК 666.973(088.8).
- 3 Кудерин, М. К., Торпищев, Ш. К. Комплексная добавка в бетонную смесь для изготовления ж/б изделий // Патент № 13550 на изобретение. Зарегистриров. 14.08.2003 г. – 2002.
- 4 Торпищев, Ш. К., Кудерин, М. К., Дуйсембаев, М. Б. и др. Способ приготовления бетонных смесей на шлаковых заполнителях // Патент №13548 на изобретение. Зарегистр. 14.08.2003 г. – 2003.
- 5 Торпищев, Ш. К., Кудерин, М. К. и др. Комплексная добавка к бетонной смеси // Патент № 13551 на изобретение. Зарегистр. 14.08.2003 г.
- 6 Торпищев, Ш. К., Кудерин, М. К. и др. Сырьевая смесь для изготовления газогипса // Патент № 15821 на изобретение. Зарегистриров. 04.04.2005 г.
- 7 Торпищев, Ш. К., Кудерин, М. К. Активированные минеральные вяжущие с использованием отходов промышленности Павлодар – Экибастузского региона. Проблемы комплексного развития регионов Казахстана // Материалы международной научно-технической конференции. Павлодар – Алматы, 1996.

8 Торпищев, Ш. К., Кудерин, М. К. и др. Комплексная добавка для бетонной смеси // Предварительный патент на изобретение KZ (B) (11) 3272 C 04 B 13/22 940408.1 Заяв. 07.04.94; Оpubл.10.06.96, Бюл. 2.

9 Торпищев, Ш. К., Кудерин, М. К. и др. Бетонная смесь // Предварительный патент на изобретение KZ (B) (11) 3748 C 04 B 22/08 9404542.1 Заяв. 16.05.94; Оpubл.16.09.96, Бюл.3.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

М. Қ. Кудерин¹, А. И. Менейлюк², А. Әбуназар¹, С. Е. Шарипова¹

Тiмдiлiк пен өндiрiстiк технологиясын көтерiу мақсатындағы автоклавтық емес бетон

¹С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., Қазақстан;

²Одесса Сәулет және құрылыс академиясы, Одесса қ., Украина.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

M. K. Kuderin¹, A. I. Meneylyuk², A. Abunazar¹, S. E. Sharipova¹

Improving the efficiency and production technologies of non-autoclave foamed concrete

¹S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan;

²Odessa Academy of Architecture and Construction, Odessa, Ukraine.
Material received on 12.12.16.

The results of studies on the development of structures and technology of manufacturing heat-insulating wall of small-piece products from non-autoclaved aerated concrete.

Автоклав емес ұялық бетон шагын-бөлігі өнімдерін жылуоқшаулағыш қабырғасын өндіру құрылымдары мен технологиясын әзірлеу бойынша зерттеу нәтижелері қарастырылған.

UDC 666.972.16(088.8)

M. K. Kuderin¹, R. Berndston²

¹Doctor of engineering sciences, professor, S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan; ²professor, Lund University, Sweden

CONCRETE DURABILITY MODIFYING ADMIXTURE

The work deals with complex chemical concrete admixtures, established to elaborate concretes of high durability and endurance under high concrete mobility.

Key words: concrete, cement, plasticizer, concretion, durability, supplement, water content, waste products.

INTRODUCTION

Periodically, many researchers have been focusing a great deal of attention on the issue of concrete strength development. Moreover the prevailing aim of this very sphere of investigations is considered to be the elaboration of various structure modifying methods, optimum in the way the void space arranged, if possible less expensive than the ones already known.

MAIN PART

Authors present the complex chemical admixture due to which concretes of extra high water- and frost resistance, at relatively slump of 10-12 cm, can be obtained.

The complex concrete-oriented admixture, contains sulfite-leavenous brew, natrium/sodium salt of non-organic acid, and additional emulsified mixture of mineral oils in terms of following masses ratio, %:

| | |
|---|--------|
| sulfite-leavenous brew | 13-24; |
| natrium salt of non-organic acid (sodium nitrite, sodium nitrate, sodium sulphate) | 19-29; |
| emulsified mixture of mineral oils | 47-68. |

In this very suggested composition of complex admixture, the emulsified admixture of oil minerals is applied to be the plasticizing and air-entertaining agent containing by weight % synthetic residues of thermal polymerization 90-99, the post proceeding of an acetylation process 1-10.

The contribution of the emulsified oil minerals incorporation to the concrete mix can be explained in focus of various chemical reactions taking their place. Particularly indene, fulvene and stilbene forming the admixture and easily interacting with original portland cement (OPC) hydration products, on their hand form sparingly soluble doubled hydrate salts which exert gas-like H₂. Fluorene after being oxidized with atmospheric O₂, transfers to fluorenone or participating in similar displacement reactions, forms resistant compounds generating H₂ respectively. The very hydro-carbon molecules provide concrete mixture with entertaining of non-polar air vials, determine their dispersion and stabilization in the cement paste, for hydrocarbons plus H₂ plasticize the

mixture. Having uniformly spread in the concrete mixture and being conventionally isolated (actually air vials are not totally isolated, but less penetrative for water and solutions from without) pores act as peculiar absorbers and contribute the concrete frost-and water-resistance dramatically.

Since the prevailing distinguishing attribute of emulsified hydrocarbon compounds occurs to be their utter molecules' asymmetry, which is balanced to provide their pronounced unwettability, thus chemical adsorption is the first stage only, and can be followed by chemisorptions or chemical reaction in the volume/medium of particles. There is a good reason to believe that admixture declines the interphase energy and facilitates disaggregation (deflocculation) of the particles. At the same time great amount of immobilized water is being disengaged and this very water is to provide the plasticizing effect. Moreover the adsorption layers themselves have capacity for flattening the surface roughness of particles thus declining the mutual friction coefficient. Due to this dramatically decreases the surface tension between mediums of liquid and air thus declining the effect of additional airtentaining.

The following components were used as constituents/source materials for the complex admixture:

- sulfite-leavenous brew (SLV), meeting the requirements of Branch Standard -3-183-83, the by-product of sulfite waste liquor processing into nutrient or average yeast;
- natrium/sodium salt of non-organic acid represented by one of the following admixtures: sodium chloride [all-Union State standard 13830-84], sodium sulfate [all-Union State standard 4166-66], sodium nitrite [all-Union State standard 4197-74];
- emulsified mixture of mineral oils resulted via homogenization of gas-oil-kerosene fraction pyrolysis intermediates, synthesized at to 670 Co over a superheated up to 610°C steam.

To compare the effect of represented and yet known admixtures standard concrete mixes were made with slump of 10 cm. Specimens were tested in terms of/according to current standards/norms of durability [all-Union State standard 10180-78], frost resistance [all-Union State standard 10060-87], and water [non-]permeability [all-Union State standard 12730.0-78]

The emulsion is made in a certain amount of mixing water in electric mixers (2000-3000 rpm), providing its high dispersity and stability. Sulfite-leavenous brew maintains the function of emulsifier/emulgator. (The) emulsion-mixing water ratio is incorporated to a dry mix of binding material and fillers during the process of concrete mixture elaboration on continuous/non-stoppable mixing for 1.5 -2 minutes.

The suggested issue is supposed to be solved via following solutions represented in Table 1.

Table 1 – The suggested issue is supposed to be solved via following solutions

| № | Complex admixture/agent content and admixture-incorporated concrete properties | Suggested contents(ratios) | | | Prototype |
|---|--|----------------------------|------|------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | – sulfite-leavenous brew (SLV) | 13 | 19 | 24 | 61 |
| | – sodium salt of non-organic acid | 19 | 24 | 29 | 15 |
| | – sodium salt of oil-sulfite acids | – | – | – | 24 |
| | – emulsified mixture of oil products | 68 | 57 | 47 | – |
| 2 | Compressive strength breaking point, MPa | | | | |
| | – at 28 days of moist curing | 37,3 | 38,6 | 35,5 | 34,3 |
| | – at 180 days of moist curing | 40,5 | 41,6 | 39,8 | 35,5 |
| | Flexure strength breaking point, MPa | | | | |
| | – at 28 days of moist curing | 3,8 | 3,98 | 3,76 | 3,55 |
| | – at 180 days of moist curing | 4,3 | 4,54 | 3,99 | 3,69 |
| 3 | Water resistance, MPa | 1,4 | 1,3 | 1,1 | 0,7 |
| 4 | Frost resistance, cycles | 467 | 420 | 430 | 350 |

As it is seen from the Table 1 at 28 days of moist-curing, samples, made of concrete mixes and incorporated with the admixture of suggested content, as a fact reveal the compressive strength 21 % higher than of the ones being planned for concretes of this class/type and 9 % higher than the prototype. One can see the dynamics of compressive strength development further, at the age of 180 days. The compressive strength development at 180 days of moist curing was about 13 %. The frost resistance of concrete incorporated with suggested complex admixture was 19 % higher respectively and the water resistance was almost twice more then the ones of prototype.

Concretes incorporated with the suggested admixture can be successfully applied to industrial, civil, hydrotechnical and land-improvement engineering. Moreover they can be used in the following spheres of construction:

- 1) facing the canalization;
- 2) transport engineering;
- 3) establishing the bridge constructions and props;
- 4) monolith and prefabricated/combined tunnels.

CONCLUSION

Thus such incorporated concretes are to be of a great demand in constructions having high water- and frost-resistance requirements. The very admixture incorporated concrete mixes are of a great plasticity thus capable for being moved via pneumatic pavers and concrete pumps.

Material received on 12.12.16.

М. Қ. Кудерин¹, Ронни Берндстон²

Бетонның беріктігін көтеруге арналған қоспаларды өзгерту

¹С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., Қазақстан;
²Лунд университеті, Лунд қ., Швеция.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

М. К. Кудерин¹, Ронни Берндстон²

Модифицирующая добавка для повышения долговечности бетона

¹Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан;
²Лундский университет, г. Лунд, Швеция.
Материал поступил в редакцию 12.12.16.

Мақала қоспасының салыстырмалы жоғары ұтқырлық жоғары беріктігі бетондар мен төзімділігін алуға мүмкіндік беретін, бетон қоспалары үшін күрделі химиялық қоспалар дамытудың кейбір бағыттарын талқылайды.

В статье рассмотрены некоторые направления по разработке комплексной химической добавки для бетонных смесей, позволяющая получать бетоны повышенной прочности и долговечности при относительно высокой подвижности смеси.

УДК 669.183

М. К. Кудерин¹, Г. М. Мажидов², Г. Н. Каржаубаева³

¹д.т.н., профессор, ^{2,3}магистранты, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ

Применение прогрессивных строительных технологий и современных конструктивных схем возведения зданий, предполагает использование предварительно напряженных арматурных элементов.

Ключевые слова: монолитное строительство, инновационные технологии, предварительно напряженный элемент, постнапряжение, трещиностойкость.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время усиливается тенденция повышения доли монолитных конструкций в общем объеме строительных работ. Мировая практика строительства показывает, что на сегодняшний день из существующих технологий возведения зданий и сооружений наиболее перспективным является именно монолитное строительство.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В монолитном строительстве наблюдается рост себестоимости из-за перерасхода материальных ресурсов, повышение трудоёмкости процессов и спад темпов строительства. Эти негативные факторы являются следствием применения необоснованных, зачастую морально устаревших технологических способов возведения зданий, неудачных конструктивных решений, отсутствия точности в проектировании, грамотной организации производственного цикла и необходимой подготовки строителей.

Многие из перечисленных недостатков монолитного строительства представляется возможным устранить за счёт внедрения инновационных, прогрессивных технологии. Инновации обуславливают прогрессивные изменения, в первую очередь, за счёт снижения стоимости и сроков строительства, повышения качества возводимых объектов, комфортности проживания и эксплуатации. Применение прогрессивных строительных технологий и современных конструктивных схем возведения зданий, предполагает использование предварительно напряженных арматурных элементов.

При проектировании подобных конструкций основополагающим является определение усилий отпора каната (эффект вывешивания), который определяется в зависимости от пролета, величины усилия натяжения в канате и формы раскладки каната. В дальнейшем отпор каната прикладывается к конструкции как внешняя нагрузка.

Расчет может производиться при помощи специализированного программного обеспечения, а так же при помощи традиционных программных средств путем приложения к расчетной схеме внешней нагрузки [1].

Прочность предварительно напряженных железобетонных конструкций не зависит от величин предварительного напряжения арматуры. Вот почему расчет на прочность любых предварительно напряженных конструкций ничем не отличается от расчета на прочность железобетонных конструкций без предварительного напряжения (расчет по I предельному состоянию). А при проверке трещиностойкости (расчет по II предельному состоянию) силы обжатия являются внешними силами наряду с внешней полезной нагрузкой [2, 3].

В следствии, трещиностойкость предварительно напряженных конструкций в 2-3 раза больше трещиностойкости железобетонных конструкций без предварительного напряжения. Это обусловлено тем, что предварительное обжатие арматурой бетона, значительно превосходит предельную деформацию натяжения бетона [4].

Анализ имеющихся статей и публикаций по этой теме показывает, что результатов по исследованию предварительно напряженных монолитных каркасов не достаточно. При этом отсутствуют вариации расчета данных задач при использовании ПК с применением метода конечных элементов.

Задачи исследования

Получить наиболее точную картину напряженно-деформируемого состояния конструкции с предварительно напряжением и без предварительно напряжения.

В связи с этим одной из задач исследования должна быть разработка концепции и построение конечно-элементных моделей постнапряженных каркасов, адекватно описывающую физическую сущность данных каркасов. Кроме того необходимо произвести исследование поведения модели конструкции с целью установления зависимостей от изменения внешних и внутренних параметров. Построение зависимостей: толщины перекрытия, расхода бетона и арматуры в каркасе здания от длины пролета при применении обычного и предварительно напряженного железобетон.

Технология строительства на базе предварительно напряженных железобетонных конструкций

При использовании монолитного железобетона часто сталкиваются с проблемой низкой трещиностойкости бетона при его растяжении. Чтобы скомпенсировать возникающее в процессе эксплуатации растяжение, необходимо создать в железобетоне усилие сжатия, при этом знак напряжения в бетоне будет противоположен знаку напряжения от эксплуатационной нагрузки. Требуемое напряжение обеспечивается передачей усилия натяжения арматурных элементов. Растянутый арматурный элемент железобетонной конструкции будет стремиться вернуться в первоначальное состояние, т.е. сжаться, тем самым, создавая усилие обжатия бетона в растянутой зоне [5].

Существуют две основные технологии строительства основанные на натяжении стальных канатов, что придает дополнительную прочность постройкам – это постнапряжение и предварительно напряжение.

Отличие технологии постнапряжения от предварительно напряжения, осуществляемого в условиях завода ЖБИ, заключается в том, что напрягаемая арматура натягивается после бетонирования и набора бетоном достаточной передаточной прочности. Для того чтобы обеспечить натяжения арматуры после твердения бетона, арматура должна иметь возможность свободного перемещения в бетоне. Для этого напрягаемая арматура помещается в пластиковую (для системы без сцепления) или металлическую (для системы со сцеплением) трубку. Передача усилий на бетон осуществляется при помощи устанавливаемых на концы напрягаемых элементов анкерных устройств.

При натяжении на бетон применяются высокопрочная проволока в виде пучков и арматурные канаты [4]. Основным элементом системы является арматурный семипроволочный канат диаметром от 6 до 15 мм. Канат в заводских условиях заключается в пластиковую оболочку с прослойкой смазочного состава.

Канатная арматура поставляется, как правило, в бухтах весом 2,5-3 т. Такой канат в оболочке получил в нашей стране и за рубежом наименование «моностренд». В процессе арматурных работ канат размещается в арматурных каркасах и фиксируется по торцам конструкции при помощи анкерных устройств.

Предварительно напряженный бетон позволяет сокращать расход дефицитной стали в строительстве. Предварительное обжатие растянутых зон бетона значительно отодвигает момент образования трещин в растянутых зонах элементов, ограничивает ширину их раскрытия и повышает жесткость элементов, практически не влияя на их прочность.

Применение предварительного напряжения арматуры

В высшей степени убедительной демонстрацией эксплуатационной надежности предварительно напряженного железобетона является его успешное использование

для производства железнодорожных шпал. Жесткие динамические нагрузки, ощутимые температурные перепады, увлажнение и высушивание, замораживание и оттаивание, воздействие нефтепродуктов и других агрессивных веществ предъявляют исключительно высокие требования к надежности и долговечности этих изделий. Есть участки железной дороги, где преднапряженные железобетонные шпалы прослужили более 40 лет и не имеют каких-либо существенных повреждений.

В большинстве развитых зарубежных стран из предварительно напряженного железобетона во все возрастающих объемах изготавливают конструкции перекрытий и покрытий зданий различного назначения, значительную часть изделий, используемых в инженерных сооружениях и в транспортном строительстве; появились производства элементов наружного архитектурного оформления зданий.

Между тем, в мире монолитный железобетон большей частью является предварительно напряженным. В первую очередь, таким способом возводятся большепролетные сооружения, жилые здания, плотины, энергетические комплексы, телебашни и многое другое.

В Германии и в Японии из монолитного преднапряженного железобетона широко строятся резервуары яйцевидной формы для очистных сооружений. За рубежом все более широкое применение находят монолитные перекрытия увеличенного пролета с натяжением арматуры на бетон. Только в США таких конструкций ежегодно возводится более 10 млн.куб.м. Значительный объем таких перекрытий сооружается в Канаде.

Помимо традиционных строительных целей монолитный предварительно напряженный железобетон нашел широкое применение для корпусов реакторов и защитных оболочек атомных электростанций. Защитные оболочки для реакторов АЭС стали обязательными. Именно отсутствие такой оболочки явилось причиной чернобыльской катастрофы.

Традиционно обширной областью применения предварительно напряженного железобетона является мостостроение. В США, например, сооружено более 500 тысяч железобетонных мостов с различными пролетами. Из предварительно напряженного железобетона сооружаются мосты, которые строятся по индивидуальным проектам. Мосты пролетом до 50 м возводятся в сборном варианте из железобетонных преднапряженных балок.

Достижения в мостостроении из преднапряженного железобетона имеются и в других странах. В Австралии, в г. Брисбен, построен балочный мост с центральным пролетом 260 м, наибольшим среди мостов этого типа.

Возможности повышения эффективности сборных железобетонных конструкций можно показать на примере плит перекрытий. В Казахстане на долю этих изделий приходится более трети общего производства сборных элементов. За рубежом значительное распространение имеет безопалубочное формование плитных конструкций на длинных стендах. Натяжение канатной арматуры на таких стендах, как правило, групповое при мощности домкратов 300-600 т.

Предварительно напрягаемая арматура применяется также в системах пола, в жестком пространственном каркасе, поперечных балках и плитах, в

центральном ядре жесткости, фундаментах, в грунтовых анкерах и бутовых кладках. Существуют альтернативные решения использования предварительно напряженной арматуры – для строительства сборных зданий в сейсмических областях, основанные на методе систем подвесных мостов [10].

Так же преднапряжение применимо и для усиления конструкций [11]. На примере монолитного перекрытия было показано, что применение метода усиления с использованием постнапрягаемых стрендов позволяет обеспечить допустимые прогибы конструкции, а также восстановить ее несущую способность. Применение данного метода моделирования и расчета системы усиления предложено проектными и строительными организациями для обоснования надежности и эффективности усиливаемых монолитных конструкций методом постнапряжения.

ВЫВОДЫ

Таким образом, инновации в виде применения предварительно напряженной арматуры в строительстве обуславливают прогрессивные изменения, обеспечивают динамическое развитие строительной отрасли, в первую очередь, за счёт снижения стоимости и сроков строительства, повышения качества возводимых объектов, комфортности проживания и эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Дзюба, И. С., Ватин, Н. И., Кузнецов, В. Д.** Монолитное большепролетное ребристое перекрытие с постнапряжением. Технология и конструкции. – СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2008. – 67 с.

2 **Голышев А.В., Бачинский В.Я., Полищук В.П. и др.** Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие. – Киев : Изд-во Будівельник, 1990. – 544 с.

3 СП 52-102-2004. Предварительно напряженные железобетонные конструкции./ НИИЖБ Госстроя России. – М. : Изд-во Сройиздат, 2004. – 300 с.

4 **Мадатян, С. А.** Новые технологии и материалы для арматурных работ в монолитном железобетоне // Технологии бетонов. – № 3. – М. : 2006. – С. 52-54.

5 Современные технологии эффективного строительства [Электронный ресурс]. – <http://www.stefs.ru>.

6 **Dolan, Charles W., Darwin, David, Nilson, Arthur H.** Design of Concrete Structures. – США : Изд-во McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 2003. – 896 с.

7 **Кишиневская, Е. В., Ватин, Н. И., Кузнецов, В. Д.** Усиление железобетонных конструкций с использованием постнапряженных стрендов и композиционных материалов // Инженерно строительный журнал, №3. – 2009. – С. 29-32.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

М. Қ. Кудерин, Г. М. Мажидов, Г. Н. Қаржаубаева

Озық құрылыс технологияларын және замануи конструктивтік схемаларын тұрғызу ғимараттарын пайдалану

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

M. K. Kuderin, G. M. Magidov, G. N. Karjaubaiyeva

Application of advanced construction technologies and modern structural schemes of construction buildings

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 12.12.16.

Озық құрылыс технологияларын және замануи конструктивтік схемаларын тұрғызу ғимараттарын қолдануы, алдын-ала кернеуленген арматураларды элементтерін пайдалануын болжайды.

Application of advanced construction technologies and modern structural schemes of construction buildings involves the use of prestressed reinforcing elements.

УДК 69.693.5

М. К. Кудерин¹, Л. В. Снитко², Т. Д. Базарбек³, Н. Шырынхан⁴

¹д.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар; ²Костанайский инженерно-педагогический университет, г. Костанай; ³магистранты, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар

ФУНДАМЕНТ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Из практики эксплуатации опор линий электропередачи напряжением 35-110 кВ в Казахстане и других регионов известно, что при обводнении грунтов, в частности, супесей суглинков и глин, в период весеннего половодья и затяжных дождей в осенний период, значительно нарушается устойчивость железобетонных опор установленных как в сверленные котлованы без ригелей, так и в сверленные и вкопанные котлованы с ригелями.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, устойчивость сооружений.

ВВЕДЕНИЕ

По данным КазГИИ [1] на территории Казахстана подтапливается более 144 городов и посёлков. Для некоторых городов республики (Павлодарской, Костанайской, Акмолинской и др. областей) характерны периодические колебания уровня грунтовых вод с периодичностью 7-10 лет. По данным ТОО «ГиП Проект»

ежегодно, например, в Костанайской и Павлодарской областях нарушается устойчивость железобетонных опор высоковольтных линий электропередачи.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Нарушению устойчивости опор способствуют значительные знакопеременные ветровые нагрузки, приводящие к возникновению колебательной системы опор в местах их установки в грунт. Согласно типовой инструкции по эксплуатации воздушных линий электропередачи [2] предельное отклонение опоры от вертикальной оси вдоль и поперёк линии электропередачи (отношение отклонения верхнего конца стойки опоры к её высоте) для одностоечных железобетонных опор не должно превышать 1:150. При длине пролёта (расстояние между опорами) до 200 м максимальное отклонение верхнего конца опоры не должно превышать 100 мм, а при длине пролёта более 200 м – 200 мм [3].

Как видно из рис. 1 при нарушении устойчивости опоры эти показатели намного выше предельных. Для обеспечения устойчивости свободстоящих железобетонных опор предложен фундамент, условно названных мембранным (рис. 2; 3).

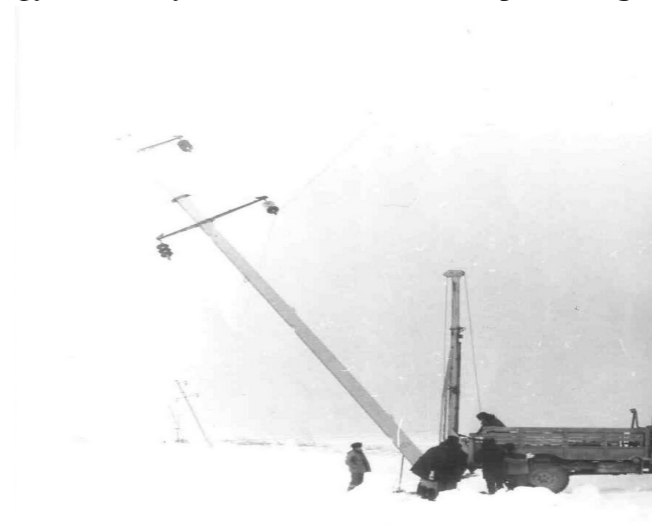


Рисунок 1 – Нарушение устойчивости свободстоящей железобетонной опоры ЛЭП

Базой для такого фундамента предлагается использовать стандартный железобетонный подножник ФС1-4 для слабых грунтов [4; 5; 6] с размерами основания (опорной плиты) 2,7х3,5 м с учетом установки фундамента длинной стороной основания вдоль линии электропередачи. Глубина установки в копаный котлован – 3,0 м при высоте фундамента 3,2 м. В качестве базового варианта можно использовать также составной фундамент ФСС1-4 высотой 3,2 м с глубиной заделки в котлован 3,0 м и размерами опорной плиты 3,5х3,5 м.

Предлагается 2 варианта исполнения конструкции фундамента: с трубчатой стойкой (рис. 2) и с полый стойкой прямоугольной формы (рис.3). Высота

трубчатой стойки 3,2 м, внутренний диаметр равен диаметру стандартной стойки опоры, увеличенному на величину зазора для бетонирования.

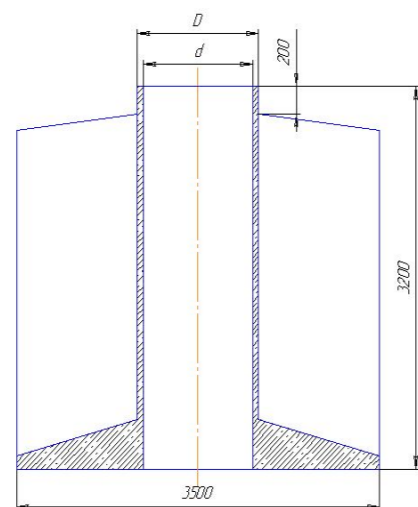


Рисунок 2 – Мембранный фундамент с трубчатой стойкой

Наружная поверхность трубчатой стойки может быть выполнена конусной формы с уклоном 10 % для увеличения прочности и жёсткости в нижней её части. Толщина стенки трубчатой стойки фундамента 55 мм. Трубчатая стойка предусматривается сквозной до основания фундамента, чтобы стойка опоры проходила насквозь до упора в дно котлована.

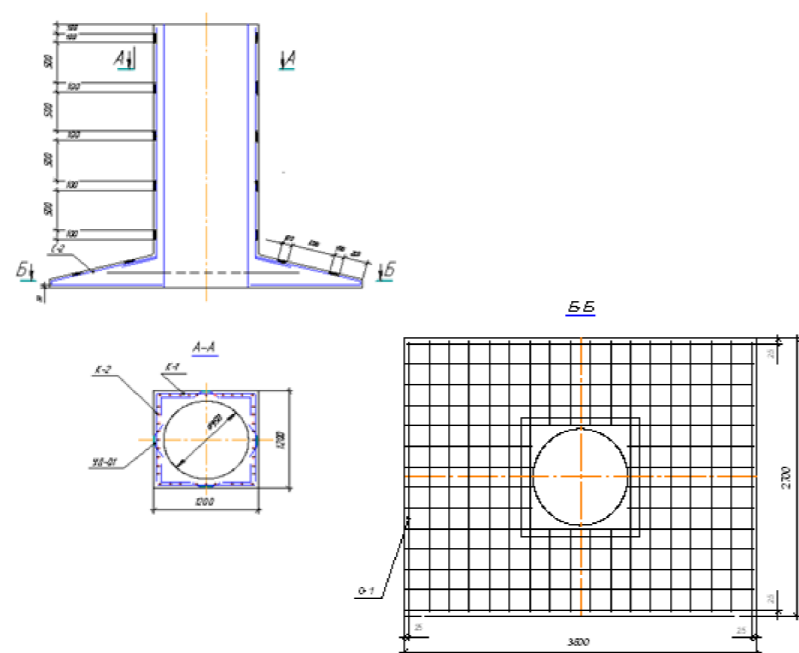


Рисунок 3 – Мембранный фундамент с полкой стойкой прямоугольной формы

Внутренний диаметр стойки фундамента d складывается из наружного диаметра опоры D_2 по ГОСТ 22687-85 [7] и зазора на бетонирование 150 мм с каждой из двух диаметрально противоположных сторон.

$$d = D_2 + 300, \text{ мм}, \quad (1)$$

$$D = d + 110, \text{ мм}. \quad (2)$$

Фундамент предусматривает наличие двух рёбер (условно названных мембранами), расположенных в плоскости симметрии фундамента вдоль длинной стороны опорной плиты. В верхней части каждой мембраны предусматривается скос примерно параллельно скосу верхней части опорной плиты.

Стойка изготавливается совместно с опорной плитой методом вибрирования. В форму закладывается сетчатая арматура из стальной проволоки диаметром 12 мм. Одновременно в стойку и плиту устанавливаются закладные детали в виде стальных пластин размерами 120x100x10 мм для присоединения мембраны электросваркой.

Мембраны изготавливаются отдельно методом вибрирования с установкой в них сетчатой арматуры, затем привариваются к закладным деталям в стойке и плите при сборке фундамента.

Каждую мембрану предлагается изготавливать конусной формы по высоте в плоскости, перпендикулярной её ширине. Конусная форма поперечного сечения ребра (мембраны) основана на анализе известном из сопротивления материалов эпюры распределения нормальных напряжений по высоте фундамента при рассмотрении ребра как консольной плиты, условно распределённой на элементарные (единичные) элементы шириной, равной 1 и толщиной, равной t , каждый из которых рассматривается как консольная балка, подверженная прямому изгибу.

На основании этой гипотезы выведена формула для определения толщины стенки ребра (мембраны) [3;8].

$$t = K_1 \cdot b \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot c_1}{[\sigma]_{изг}}}, \quad (3)$$

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий влияние касательных напряжений, влияющих на сопротивление грунта сдвигу под действием горизонтальных сдвигающих сил.

$$K_1 = \sqrt{\frac{\tau}{c_1}} = \sqrt{\frac{\sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi}{c_1} + 1}, \quad (4)$$

где τ – полное сопротивление грунта сдвигу;

c_1 – удельное сцепление грунта (параметр линейности), кН/м²;

σ_1 – для песчаных грунтов нормальное напряжение в месте перехода мембраны в опорную плиту определяется по, кН/м²;

φ – угол внутреннего трения грунта, град;

b – высота ребра (мембраны) определяется по центру ребра от верхней точки до места перехода в опорную плиту, м.

Зависимость K_1 от c_1 представлена на рис. 4.

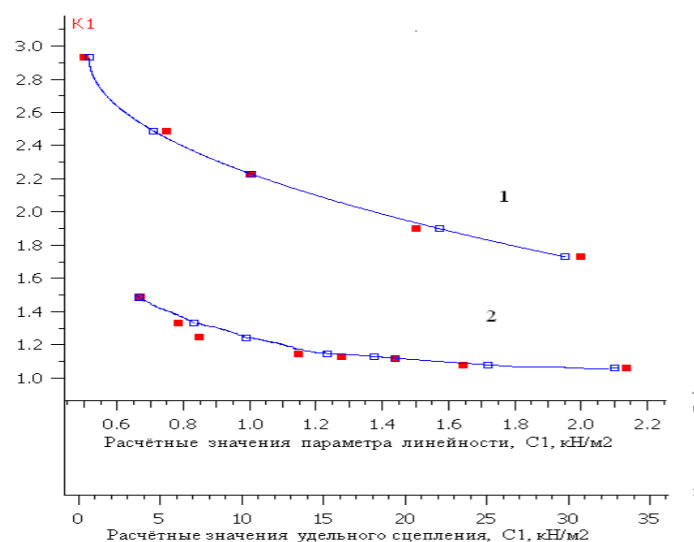


Рисунок 4 – График зависимости коэффициента K_1 от расчетного значения параметра линейности для песчаных грунтов (1) и удельного сцепления для глинистых грунтов и суглинков (2)

Получено:

- для песчаных грунтов $K_1 = 1,73...2,93$;
- для глинистых грунтов $K_1 = 1,03...1,49$.

На основании зависимости (3) рассчитаны размеры поперечного сечения мембран при различных значениях c_1 , кН/м². По результатам этих расчетов можно рекомендовать толщину стенки мембраны в месте перехода в опорную плиту 100÷140 мм, в верхней части у кромки отсыпки котлована 60÷70 мм.

При анализе устойчивости фундамента под действием горизонтальных сдвигающих сил он рассматривается как опрокидываемый по деформированной схеме. Мембраны рассматривались, как один сплошной ригель по ширине равной ширине длинной стороны опорной плиты, а по высоте – высоте установки фундамента в котлован в центре угла скоса верхней части мембраны. Увеличение боковой поверхности фундамента в контакте с грунтом за счёт мембран способствовало увеличению отпора грунта при воздействии горизонтальных сдвигающих сил пропорционально этому параметру. Ось поворота фундамента в сборе со стойкой опоры под действием горизонтальных сдвигающих сил была принята по нижней кромке опорной плиты при условии, что относительная глубина центра поворота θ , представляющая отношение расстояния от центра поворота фундамента к его глубине установки в котлован для случая одного ригеля, равной 1.

В этом случае угол поворота фундамента в сборе с опорой определяется по [7]. С помощью компьютерной программы «Quant-1» были составлены модели деформирования для различных грунтов при установке опоры ПБ35-3.1т с двумя марками проводов для нормального режима эксплуатации, и выполнен математический анализ.

ВЫВОДЫ

На основании проведённых исследований представляется возможным сделать следующие выводы:

1 В результате математического анализа установлено, что угол поворота β , рад в основании железобетонной опоры ПБ35-3.1т при одинаковых характеристиках грунтов и ветровой нагрузке в случае установки в мембранный фундамент уменьшается в 2,3÷4 раза по сравнению с установкой в копаный фундамент с банкеткой и ригелями и в 1,35÷2,75 раза по сравнению с установкой в копаный фундамент с ригелями без банкеток.

2 Расчётный экономический эффект от внедрения мембранного фундамента как средства повышения устойчивости железобетонных опор в обводнённых и слабых грунтах составил:

- по сравнению с установкой опоры в копаный котлован с тремя ригелями без банкетки в случае применения на ЛЭП провода;
- АС95/16 – 5080692 тенге;
- АС150/24 – 8133466 тенге;
- при установке опоры в копаный котлован с тремя ригелями с банкеткой в случае применения на ЛЭП провода;
- АС95/16 – 5162982 тенге;
- АС150/24 – 8215756 тенге.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ашинбаев, М. У., Пустогачёв, В. А., Сарсенова, З. И. Исследование по проектированию и устройству оснований и фундаментов на подтопляемых территориях (на примере г. Акмолы) // Отчёт по научно-техническому проекту. УДК 624.131.23. – Алматы, 1997. – 70 с.
- 2 Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35-800 кВ. Часть 1. – М.: ОРГРЭС, 1991. – 108 с.
- 3 Виноградов, Д. Е. Закрепление опор линий электропередачи 35-750 кВ. – М.: Энергия, 1977. – 88 с.
- 4 ГОСТ 22687.0-85 – Стойки железобетонные центрифугированные для опор высоковольтных линий электропередачи. Технические условия.
- 5 Ткаченко, В. В., Снитко, Л. В. Мембранный фундамент для опор линий электропередачи // Вестник ПГУ, № 4. – Павлодар, 2004. – С. 122-126.
- 6 Снитко, Л. В. Повышение устойчивости линий электропередачи в обводнённых грунтах // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: Труды Оренбургского регионального отделения Российской инженерной академии. – Оренбург, 2006. – № 7. – С. 108-112.
- 7 Справочник по проектированию линий электропередачи. Под ред. М. А. Реута и С. С. Рокотяна. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1980. – 296 с.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

М. Қ. Кудерин¹, Л. В. Снитко², Т. Д. Базарбек¹, Н. Шырынхан¹

Электр желілерін темірбетон тіректерін қоры

¹С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.;

²Қостанай инженерлік-педагогикалық университеті, Қостанай қ.

Материал 12.12.16 баспаға түсті.

M. K. Kuderin¹, L. V. Snitko², T. D. Bazarbek¹, N. Shirinkhan¹

Foundation for reinforced concrete poles of power lines

¹S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar;

²Kostanay Engineer-Pedagogical University, Kostanay.

Material received on 12.12.16.

Пайдалануға тәжірибесінен вольтты электр жеткізу желілерін Қазақстанда 35-110 кВ қолдайды және өзге аймақтарда ол топырақты суару кезінде, әсіресе, саздақтар мен саз суглинка, күзде көктемгі су тасқыны мен қатты жауындар кезеңде айтарлықтай орнатылған темірбетон тіректерін тұрақтылықты бұзылған деп белгілі ригельдері жоқ орлар бұрғыланған, қазылған шұңқырларды көреді.

From the practice of voltage transmission lines 35-110 kV supports operation in Kazakhstan and in other regions, it is known that during the soil watering, especially sandy loam and clay loam, in the period of spring floods and heavy rains in autumn, the stability of reinforced concrete poles installed in drilled pits without crossbars, and in the drilled and dug pits with bolts is significantly disrupted.

УДК 669.183

М. К. Кудерин¹, К. И. Еремін², А. А. Фоменко³, Ж. К. Несипбаева⁴

¹д.т.н., профессор, НПЦ «АСИ», Павлодарский государственный университет

имени С. Торайғырова, г. Павлодар, Казахстан; ²д.т.н., профессор,

Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия;

^{3,4}магистранты, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова,

г. Павлодар, Казахстан

ПОСТОЯННЫЙ МОНИТОРИНГ И ВНЕДРЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ – ЗАЛОГ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ АВАРИЙ

Обеспечение безопасной эксплуатации зданий и сооружений промышленных предприятий является актуальной задачей, которая решается комплексом мер на стадиях от проектирования до ликвидации объекта.

Ключевые слова: экспертиза, обследование, безопасность зданий и сооружений.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение промышленной безопасности зданий и сооружений осуществляется на основе действующих нормативно-правовых документов, которые устанавливают требования непосредственно к конструкциям зданий и сооружений, по надзору за их техническим состоянием, к технологическим процессам, размещаемым в зданиях и сооружениях, к работающему и обслуживающему персоналу предприятий.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При этом аварии на промышленных предприятиях, связанные с обрушением конструкций зданий и сооружений происходят постоянно с ущербами в виде человеческих жертв, экономических потерь и вреда окружающей среде. Накопленный опыт НПЦ «АСИ» ПГУ им. С. Торайғырова, специализирующегося по обследованию состояний зданий и сооружений, по расследованию причин аварийного разрушения конструкций позволяет сделать следующие выводы:

1 Аварии происходили на объектах, которые не подвергались экспертизе или техническому освидетельствованию;

2 Аварии происходили на объектах при несоблюдении сроков очередной экспертизы;

3 Возникновение причин аварийного разрушения возможно на любой стадии «жизни» объекта;

4 Экспертиза носит эпизодический характер, при отсутствии постоянного наблюдения (мониторинга) за наиболее ответственными, критически важными элементами объекта;

5 Положительное заключение экспертизы не гарантирует защиты объекта от аварии.

Кроме обозначенных причин, ситуация по обеспечению безопасной эксплуатации зданий и сооружений промышленных предприятий усугубляется старением объектов. Обобщение данных по количеству зданий и длительности их эксплуатации на примере одного из предприятий показывает, что около 75 % зданий эксплуатируется свыше 25 лет, а 50 % – свыше 50 лет. Сведения о проведенных экспертизах и обследованиях на данном предприятии показали, что в 2015 году проведено данных работ на 6,2 % зданий от общего объема, при этом у 95 % обследованных зданий выявлены замечания в части технического состояния конструкций. Данная ситуация характерна для многих промышленных предприятий, что обусловлено периодами индустриализации и промышленного развития в XX веке.

Недостатки сложившейся системы по обеспечению безопасной эксплуатации зданий и сооружений заключаются в следующем:

- 1 Отсутствие системности при оценке безопасности;
- 2 Выборочная экспертиза отдельных объектов при отсутствии постоянного контроля и мониторинга;
- 3 Отсутствие критериев и методик позволяющих оценить безопасность объектов в любой заданный момент времени;
- 4 Полное непонимание необходимости создания новой альтернативной системы или отсутствие финансирования на создание современных методов контроля безопасности.

Одним из перспективных направлений повышения защиты зданий и сооружений от аварий является обеспечение постоянного мониторинга и внедрение перспективных методов оценки технического состояния объектов.

Управление риском в настоящее время является наиболее перспективным направлением, которое может включать в себя компоненты ранее разработанных методов оценки безопасности объектов. При этом, реализация методов управления рисками необходимо осуществлять с внедрением систем мониторинга объекта.

Одним из основных элементов предлагаемого подхода по повышению безопасности объектов является контроль и мониторинг. Мониторинг (в широком смысле, от лат. Monitor – предостерегающий) – специально организованное, систематическое наблюдение за состоянием объектов, явлений, процессов с целью их оценки, контроля или прогноза.

1 мониторинг окружающей среды – система наблюдений и контроля, производимых регулярно, по определенной программе для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения;

2 наблюдение за окружающей средой – система мероприятий, обеспечивающих определение параметров, характеризующих состояние окружающей среды, отдельных ее элементов, видов техногенного воздействия, а также за происходящими в окружающей среде природными, физическими, химическими, биологическими процессами;

3 контроль за окружающей средой – сопоставление полученных данных о состоянии окружающей среды с установленными критериями и нормами техногенного воздействия или фоновыми параметрами с целью оценки их соответствия.

В настоящее время в НПЦ «АСИ» ПГУ им. С. Торайгырова совместно с ООО «ВЕЛД» (Россия) ведутся работы по разработке и внедрению систем мониторинга опасных производственных объектов, приборов контроля параметров оборудования, зданий и сооружений. Рассмотрены проблемы создания системы мониторинга и управления рисками на резервуарных парках, а также приборные комплексы, позволяющие проводить мониторинг объектов различного назначения.

В области строительства рассмотрены вопросы мониторинга существующих зданий и возводимых в их близи новых объектов путем проведения геодезических наблюдений.

Внедрение данных систем позволит повысить защищенность объектов от аварий. В тоже время, повысить эффективность данных систем необходимо путем создания электронных паспортов объектов, что позволит решить следующие задачи:

- 1 постоянное взаимодействие независимых экспертных организаций и служб производственного контроля предприятия;
- 2 оперативный контроль технического состояния объекта с накоплением информации об изменении состояния объекта;
- 3 разработка критериев и методик позволяющих оценить безопасность объектов в любой заданный момент времени.

ВЫВОДЫ

Повышение эффективности системы промышленной безопасности может быть реализовано путем создания электронных паспортов зданий и сооружений в виде баз данных по накоплению информации об объекте, ее обработки с целью оценки текущего и прогнозируемого состояния объекта.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

М. Қ. Кудерин¹, К. И. Еремин², А. А. Фоменко³, Ж. К. Несипбаева⁴

Объектілердің техникалық жағдайын бағалауда перспективалық әдістерді және үздіксіз мониторингті енгізу – ғимараттарды және құрылыстарды авариялардан қорғау кепілі

¹НПЦ «АСИ», С. Торайгыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., Қазақстан;

²Мәскеу мемлекеттік құрылыс университеті, Мәскеу қ., Ресей;

^{3,4}С. Торайгыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., Қазақстан.

Материал 12.12.16 баспаға түсті.

M. K. Kuderin¹, K. I. Eremin², A. A. Fomenko³, Zh. K. Nesipbaeva⁴

Continuous monitoring and introduction of the perspective estimation methods of the technical condition of the objects – deposit protection of buildings and facilities of accidents

¹SPC «ASI», S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan;

²Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia;

^{3,4}S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan.

Material received on 12.12.16.

Өнеркәсіп ғимараттарын пайдалану қауіпсіздігі мен құрылыстардың қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету, объектіні жобалаудан жоюға дейінгі кешендік шаралар жүргізу.

Ensuring safe operation of buildings and structures of industrial enterprises is an urgent task, which is solved by a set of measures at the stages from design to decommissioning.

UDC 621.95

Zh. Mussina¹, M. Abisheva²

¹candidate of technical sciences, associated professor; ²student, S&S-301 group, S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar
e-mail: ¹mussina_zhanara@mail.ru, ²makhon9@mail.ru

MAGNETIC NON-DESTRUCTIVE EXAMINATION METHODS

In the article there is reviewed the magnetic method of non-destructive control for the search of micro-defects in a variety of ferromagnetic materials.

Keywords: magnetic, magnetic field, non-destructive examination, magnetic particles, defect, railway transport, magnetization, ferromagnetic materials.

INTRODUCTION

Today, magnetic phenomena are an important part of science. We all sometimes come across magnetic properties of some materials and magnetism phenomenon in our everyday life. Magnetic field properties directly or indirectly in form of residual magnetism have already become an essential part of our life and are widely used in science and different technical appliances. Being invisible and material at the same time magnetic field features unique properties. Magnetic interaction between the objects standing apart in the space is executed via a special material carrier.

MAIN PART

Today, magnetic phenomena are an important part of science. We all sometimes come across magnetic properties of some materials and magnetism phenomenon in our everyday life. Magnetic field properties directly or indirectly in form of residual magnetism have already become an essential part of our life and are widely used in science and different technical appliances. Being invisible and material at the same time magnetic field features unique properties. Magnetic interaction between the objects standing apart in the space is executed via a special material carrier.

Magnetic field characteristics to be measured are: magnetic induction vector, field intensity, magnetic flux (magnetic flow), magnetic field gradient etc. Magnetic state of an object is characterized by: intensity of magnetization – resulting value of magnetic moment per unit volume (ormass) of substance; magnetic susceptibility, magnetic per meability

and magnetic structure. The key characteristics of the most popular magnetic materials, i.e. ferromagnetics, are: induction and magnetization curves, coercive force, energy loss for reversal magnetization, maximum magnetic energy per unit volume (or mass) of substance, demagnetization factor (demagnetization coefficient) of ferromagnetic sample [1].

Magnetic non-destructive examination method is widely used today in testing ferro magnetic items for microdefects. This method is based on use of properties of magnetic particles concentrated on imperfections of object magnetic field. These imperfections appear due to presence of defects in material. Generally, the magnetic examination process is as following. An item to be tested is magnetized there upon it is covered by magnetic particles. Then, particles accumulate at defects zones there by forming their distinct «traces». Attracting to each other and being orientated according to magnetic field lines the particles create chains and figures in form of rolls thus indicating presence and complicity of defects. Defects are detected the best way when defect surface is 90 to magnetic flow. The less this angle the less method sensitivity and that makes defect detection less probable. There are two magnetic particle examination methods: one method uses particles (dry method) and the other uses special magnetic suspension (wet method). Subject to form, size and magnetic properties of the object tested and presence of non-magnetic coating one can test it for residual magnetization as well as for magnetic field applied.

Magnetic particle examination is often used in railway transport, aviation, shipbuilding, chemical machine building, machine building, oil- and gas production industries (pipeline tests). Magnetic particle examination provides high effectiveness, sensibility as well as clear test results. When used appropriately this method can provide detection of defects at the very beginning of their formation.

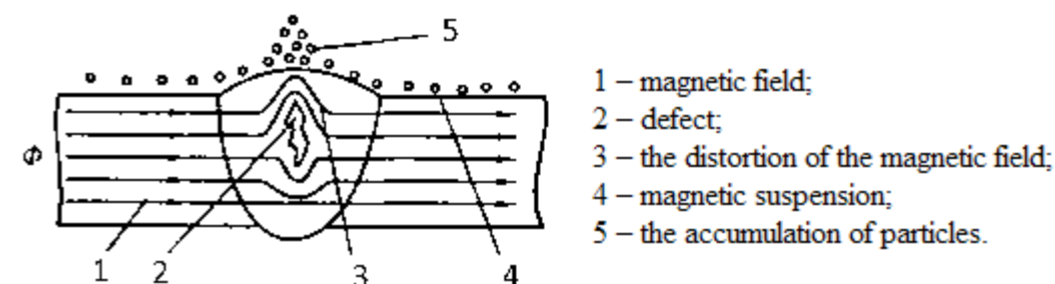


Figure 1 – Magnetic particle method of non-destructive testing

Building up magnetization in substance being placed in magnetic field can be accounted for gradual orientation of magnetic moments of circulating micro currents toward the field [3].

Magnetic examination methods can be used only for testing ferromagnetic materials to detect material discontinuity situated at surface and subsurface areas and sometimes inside the item tested, i.e. cracks (fatigue, grinding, tempering, welding, forging and stamping cracks), hair lines, laps, laminations (non-parallel surfaces), flakes, surface tears, lacks of penetration in welding connections and non-metallic inclusions. These methods can be used to detect ferrite inclusions in items made of austenitic alloys.

Some technological processes used for manufacturing items can be corrected by magnetic methods (grinding, thermal treatment, welding, forging, stamping, broach etc.).

Due to high sensitivity, objectivity, simplicity and operation quickness, clear detection of defects and reliability the magnetic methods are mostly used in multiple industries. The methods advantage is in its ability to test items of complicated shape and different sizes.

Today, magnetic examination methods develop in the following two ways: use of dry powder developers as indicators or electromagnetic and electronic systems [2].

Magnetic examination method can provide:

- superficial (with crack width at surface 0.002 mm and more at the depth of 0.01 mm and more);

- subsuperficial – at the depth of 2 mm and less;

- internal (big sizes) at the depth of 2 mm and more; cracks at the depth of 8 mm and less and lacks of penetration at the depth of 6 mm and less;

Advantages of magnetic methods:

- cost effectiveness of the method;

- environment friendly and safe for operator;

- high effectiveness.

Disadvantages of the method:

- weld reinforcement significantly reduces sensitivity of control methods;
- special inclusions are detected poorly than flat and crack-like inclusions. Pores and slag inclusions are detected insufficiently;

- reliability of results considerably depends on subjective factors: qualification, experience and good faith of operator;

- method sensitivity depends on surface roughness of the item tested.

As surface roughness rises the method sensitivity falls.

The examination methods studied above require no destruction of ready-made items and cutting of samples. Use of these methods allows to avoid significant temporary and material expenditures and partly promote automatization of control operations thereby enhancing reliability and item quality.

CONCLUSION

The examination methods studied above require no destruction of ready-made items and cutting of samples. Use of these methods allows to avoid significant temporary and material expenditures and partly promote automatization of control operations thereby enhancing reliability and item quality.

REFERENCES

1 **Taranov, S. G., Fevrалеva, N. Ye.** Magnetic measurements. – Kiyev : UMKVO, 1992. – 125 p.

2 **Seleznyov, Yu. V., Piskunov, D. K.** Obtainment of targeted reversal magnetization regimes in ferromagnetic samples. // Izv. of higher educational institutions. – Instrument engineering, 1995. – P. 37-42.

3 **Zabirov, G. A.** Magnetic control of material quality // Report theses of VI scientific and technical conference «Problems of magnetic measurements and magnetic measurement appliances». – Spb., 2003. – P. 137-139.

Material received on 12.12.16.

Ж. К. Мусина, М. Ж. Абишева

Бұзылмайтын бақылаудың магниттік тәсілі

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

Ж. К. Мусина, М. Ж. Абишева

Магнитный метод неразрушающего контроля

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 12.12.16.

Ұсынылған мақалада ферромагниттік материалдардан жасалған әр түрлі бұйымдарда микроақауларды табу үшін бұзбай бақылаудың магниттік тәсілі қарастырылған.

В предлагаемой статье рассмотрен магнитный метод неразрушающего контроля для поиска микродефектов в различных изделиях из ферромагнитных материалов.

UDC 621.95

Zh. Mussina¹, V. Ocherednaya²

¹candidate of engineering sciences, associate professor, ²graduate student,
S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar
e-mail: ²vica_kris@mail.ru

TYPES AND METHODS OF REINFORCED STEEL CONTROL ANALYSIS

In the article there is described the method of samples feeding to monitor the chemical composition of the reinforced steel of a particular brand.

Keywords: steel reinforcement, chemical composition control, chemical analysis, method of photocolometric analysis, steel, quality control.

INTRODUCTION

Development and modernization of infrastructure determines the growing need of industry for high-quality reinforcing steel. The task of providing the expected production volumes, taking into account the mandatory compliance of its quality requirements is becoming particularly urgent.

MAIN PART

Development and modernization of infrastructure determines the growing need of industry for high-quality reinforcing steel. The task of providing the expected production volumes, taking into account the mandatory compliance of its quality requirements is becoming particularly urgent.

Production efficiency depends largely on the organization of quality control and the degree of its perfection. The quality control system of reinforcing bar is a collection of interconnected objects and subjects of control, the types, methods and tools of quality assessment for products, and prevention of defects at different stages of the life cycle of reinforcement and quality control levels. Long reinforcing bars are characterized by a set of quality indicators, each of which can serve as a criterion for the selection of process parameters. In this relation, the role of laboratory control is particularly important.

Quality control of steel reinforcement involves a series of operations and methods to ensure the specified quality of the metal level in the course of its production, as well as the assessment of conformity of the actual consumer characteristics and market condition of the finished products with standards.

Chemical composition control is performed in order to set up correspondence of the qualitative and quantitative chemical composition of the steel reinforcement to certain steel grade. The main difficulty of the procedure is that the steel in the liquid and solid form varies in its composition. Therefore, it is important to observe one condition: the transition from liquid form to solid should be very fast. In that case, the results of the study will be significant.

The chemical composition is a major and important quality characteristic of steel, since the whole complex of physical, chemical, mechanical and technological properties is dependent on the content of carbon, harmful, useful and accompanying elements. The chemical composition largely determines the subsequent processing mode of reinforcing steel using pressure, welding and heat treatment, as well as the structure and properties of the resulting rebar.

The chemical composition of reinforcing steel of each heat is determined by ladle analysis. The alloy composition is determined by chemical and spectral analyzes. Chemical analysis allows to isolate the alloy elements in pure form or in compounds, and determine their percentage [1, p. 178].

The spectral analysis is based on the consideration of emission spectrum during the exposure of an arc discharge to the surface of the analyzed alloy. Compared to chemical analysis it has the following advantages: the speed of analysis; high determination accuracy of most of the elements; versatility (the same equipment for different alloys); determination of the chemical composition practically with no damage to the sample or part. Spectral analysis consists of five stages: the transformation of the sample into a gas, gas luminous excitation, decomposition of the glowing gas into spectrum, spectrum fixation, a qualitative assessment (measurement of intensity of the spectral lines). With the use of modern multi-channel spectrometers one can carry out during 4-6 minutes a full chemical analysis of alloys containing up to 20 items with their concentration of 0.001 to 20.0 %, which is especially valuable in mass production [3, p.117]. For the casting the sample for the chemical and spectroscopic analysis is usually performed in the form of a monolith, obtained from a sample selected sampler, which is chipped for chemical analysis, and the remainder of the sample is used for spectrum analysis.

When choosing a method of chemical analysis and presentation of the results it is necessary to know the main characteristic features of instruments for chemical analysis, which include the accuracy of chemical analysis, the error determination, accuracy and sensitivity of the assay, and the limits of detection elements. In addition, the important characteristic is the lower limit of detection, or the sensitivity threshold of analysis method, the lowest concentration value which can be determined by this method.

For the chemical analysis of reinforcing steel most often they use the method of photocolometric analysis, among the advantages of which there are: high sensitivity, selectivity and versatility. This method is based on the quantitative determination of substances based on the measurement of color intensity or light absorption of colored compounds in the visible region of the spectrum. The minimum measurement error is possible when using the optical density values in the range of 0.3-0.7.

Photocolometric methods, which measure the absorbance of colored solutions, use relatively simple equipment, but at the same time provide sufficient measurement accuracy ($\pm 1-2$ % relative) [2, p. 7]. Most photocolimeters use the wavelength of light in the visible region, and the monochromatization is performed by using color-filters.

The chemical composition control of steel reinforcement includes various methods of analysis, which perform the control over the quality of initial raw material, auxiliary materials and finished products, and carry out the stage control over the production process. Only properly organized production quality control can ensure a high quality of reinforcing bars, help achieve economical use of raw materials, electricity, improve the technological process. A modern industrial enterprise cannot achieve high technical and economic indicators without the control of chemical composition in the production.

CONCLUSION

The chemical composition control of steel reinforcement includes various methods of analysis, which perform the control over the quality of initial raw material, auxiliary materials and finished products, and carry out the stage control over the production process. Only properly organized production quality control can ensure a high quality of reinforcing bars, help achieve economical use of raw materials, electricity, improve the technological process. A modern industrial enterprise cannot achieve high technical and economic indicators without the control of chemical composition in the production.

REFERENCES

- 1 Povysheniye effektivnosti proizvodstva armaturnogo prokata v usloviyakh metallurgicheskogo mini-zavoda. Educational guidance / A. V. Nalivaiko et al. – Magnitogorsk : MGTU after G. I. Nossov, 2013. – 236 p.
- 2 Analiticheskaya khimiya. Phisiko-khimicheskiye metody / Dorokhova Ye. N., Prokhorova K. V. – M. : Vyschaya shkola, 2004. – 255 p.
- 3 Osnovy kachestvennogo i kolichestvennogo analiza. / Kuntse U., Schwedt G. – M. : Mir, 2007. – 424 p.

Ж. Мусина, В. Очередная

Арматуралық болатты талдауын бақылау әдісі

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

Ж. Мусина, В. Очередная

Метод контрольного анализа арматурной стали

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 12.12.16.

Ұсынылған мақалада белгілі бір маркалы арматуралық болаттын химиялық құрамының бақылау үшін шөмішті сынама әдісі қарастырылған.

В предлагаемой статье рассмотрен метод ковшевой пробы для контроля химического состава арматурной стали определенной марки.

УДК 669.715:658.567.1(574.25)

Д. Т. Мухаметжанова¹, М. К. Бейсембаев²

¹магистрант, ²к.т.н., ассоц. профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
e-mail: ¹dana_psu@mail.ru

**ОТХОДЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ,
ИХ ПЕРЕРАБОТКА И ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

В настоящей статье автор изучив ситуацию по отходам металлургических предприятий по Павлодарской области, делает сравнительную характеристику с существующими технологиями по переработке и вторичному использованию отходов.

Ключевые слова: металлургические отходы, предприятия, Павлодарская область, вторичное сырье, переработка.

ВВЕДЕНИЕ

Значительный объем промышленных отходов в Казахстане и странах СНГ приходится на металлургические шлаки. Отвалы и свалки занимают огромные полезные площади, не говоря уже о нагрузке на окружающую среду. Основной путь сокращения объема складирования отходов – их вторичное использование.

Переработанные отходы являются ценнейшим материалом и в ряде областей уже успешно используются в производстве нерудных строительных материалов, дорожном строительстве, металлургии, сельском хозяйстве [1, с. 15].

Переработка металлургических шлаков, в отличие от добычи руды из горных пород, не требует затрат на буровзрывные работы и транспортировку, а получаемый в результате щебень заменяет природный щебень и иногда более выгоден для строительства дорог. Например, в Павлодарской области львиную долю природного щебня уже заменили щебнем из шлака. В Карагандинской области дорожникам рекомендовано применение щебня из металлургического шлака. Проведенные исследования также подтверждают, что применение щебня шлакового происхождения фракций до 70 мм в основании дорог позволяет получать монолитное долговечное полотно.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Ряд крупных металлургических комбинатов уже имеют определенный опыт переработки шлаков. Стимулом служит как ужесточение законодательной базы в части хранения отходов, так и экономический фактор. Большинство комбинатов сегодня вынуждено работать на руде с содержанием металла порядка 18 %, в то время, когда в скопившихся на их территории шлаковых отвалах содержание металла доходит до 15 %. По оценкам самих металлургов, вовлечение в производство вторичного металла, хранящегося на шлаковых отвалах, позволяет им только на собственном сырье проработать до года [2, с. 3].

Таблица 1 – Оборудование ТДСУ

| Наименование | Ед измерения |
|---------------------------------------|--------------|
| Производительность, | 50-100 т/ч |
| Размер загружаемых кусков, наибольший | Мм 700 |
| Установленная мощность | 300 кВт |
| Масса оборудования | 140 т |
| Размер площадки под установку | 40x55 м |

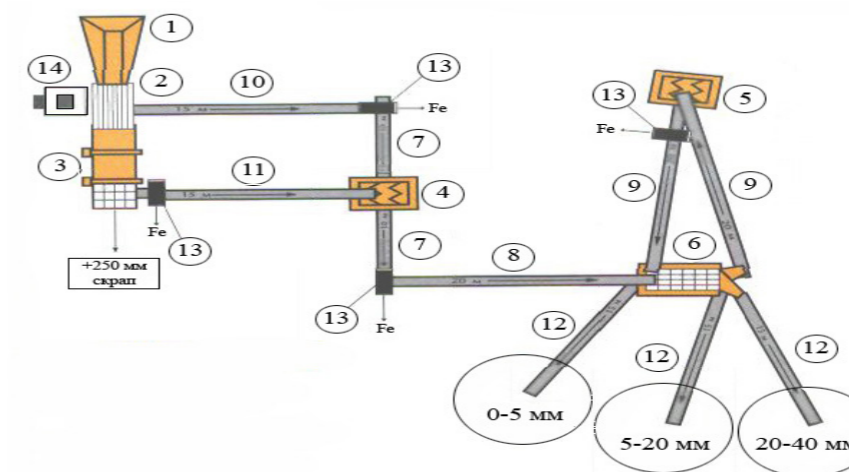


Рисунок 1 – Технологическая схема установки для переработки металлургических шлаков в щебень с отделением металла

Оборудование ТДСУ:

1. Вибропитатель ДРО-708-10 на опорной раме;
2. Агрегат сортировки ДРО-654;
3. Галтовочный барабан ДРО-655;
4. Агрегат крупного дробления ДРО-510-30;
5. Агрегат среднего дробления СМД-511;
6. Агрегат сортировки ДРО-669;
7. Конвейера на базе ДРО-904 (2 шт.);
8. Конвейер ДРО-924;
9. Конвейеры: ДРО-923; на базе ДРО-923;
10. Конвейеры на базе ДРО-914;
11. Конвейеры ДРО-914;
12. Конвейеры ДРО-912 (3 шт.);
13. Железоотделитель на опоре (4 шт.);
14. Агрегат управления У7810.4А

Основными технологическими процессами при переработке металлургических шлаков являются разборка с предварительной сортировкой и выделением скрапа; дробление шлака, в т.ч. металлосодержащего; отделение выделившегося в процессе переработки металла; сортировка промежуточная и окончательная; транспортировка. Для дробления в подавляющем большинстве случаев сегодня применяются щековые дробилки со сложным движением щеки. На сортировке продуктов дробления - трехъярусные грохоты. После каждого этапа переработки, обнажающего металл, устанавливаются металловыделяющие устройства (сепараторы электромагнитные, саморазгружающиеся железоотделители). Загрузка линий ведется вибропитателем. На участках разборки и предварительной сортировки в последнем десятилетии стали применяться колосниковые грохоты, позволяющие увеличить эффективность использования дробилок, и галтовочные барабаны, механизмирующие ручной труд по обнажению и выделению скрапа из шлаков, идущих на переработку. Типовое решение по переработке отходов, позволяет организовать почти безотходное производство в металлургии. Данная схема может быть модифицирована с учетом индивидуальных потребностей, что позволяет получать максимальную выгоду. Оборудование поставляется в виде агрегатов, что значительно упрощает и удешевляет подготовку площадки под монтаж (не требуется сооружение тяжелых фундаментов), агрегаты конструктивно и технологически увязаны, имеют электрооборудование (в т.ч. электроаппаратные шкафы, пульты управления, кабельную продукцию), площадки обслуживания. Высокая готовность к монтажу сокращает сроки ввода оборудования в эксплуатацию [3, с. 18].

В 2001 году компания инициировала создание нового сталелитейного производства в Павлодаре на базе простаивавших на тот момент цехов бывшего тракторного завода. А уже в мае 2002 года, спустя 10 месяцев после начала проекта, Павлодарский филиал ТОО «Кастинг» выпустил свою первую продукцию.

В 2003 году вступила в строй первая очередь завода производительностью 300 тысяч тонн в год. Это электросталеплавильное отделение состоящее из

трех 25-тонных электродуговых печей, двух агрегатов ковш-печь, трехручьевого установки непрерывной разливки стали с получением заготовки сечением от 100x100 до 150x150 мм, а также сортопрокатное отделение, включающее линейный среднесортный стан 500, непрерывный мелкосортный стан 300 и шаропрокатный стан MS-64.

Предприятие оснащено оборудованием ведущих европейских производителей, среди которых Danieli, Sider Engineering, Vezzani, Lindemann, Siemens. В сочетании с применением современных технологий, это позволяет выпускать продукцию самого высокого качества.

Сталелитейный завод является первым в республике полностью работающим на вторичном сырье. Он также является и первым казахстанским производителем, наладившим выпуск строительной арматуры.

Сегодня на Сталелитейном заводе имени трудятся более тысячи человек. Являясь одним из наиболее динамично развивающихся предприятий Павлодарской области, завод вносит весомый вклад в социально-экономическое развитие региона.

Одним из ключевых структурных подразделений Сталелитейного завода является Лаборатория анализа, которая обеспечивает оценку качества входящего сырья, промежуточной и готовой продукции на соответствие установленным требованиям нормативной документации и сертификатам качества [5, с. 28].

В число основных задач лаборатории входят: экспресс-анализ химического состава проб продукции основного производства; определение характеристик механических свойств образцов готовой продукции, деталей и узлов грузоподъемных механизмов, сварных соединений и огнеупорных материалов; определение химического состава проб закупленной продукции, поступающего сырья и отходов производства; определение уровня радиационной безопасности продукции, отходов и рабочих мест.

Высокое качество измерений, проводимых Лабораторией анализа ПФ ТОО «Кастинг», подтверждено рядом свидетельств и аттестатов. Так, 19 июля 2010 года получено свидетельство Павлодарского филиала АО «Национальный центр экспертизы и сертификации» о наличии условий, необходимых для выполнения измерений (испытаний) в закрепленной за лабораторией деятельности. Имеется аттестат на право проведения работ в области обеспечения промышленной безопасности, выданный Комитетом по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасности МЧС Республики Казахстан. Кроме того, в 2008 году ТОО «KAZСТРОЙПРОЕКТ – ПВ» выдало аттестат на право проведения работ в области промышленной безопасности и экспертное заключение о соответствии Лаборатории анализа требованиям нормативных документов в области промышленной безопасности РК в части диагностики и контроля сварных соединений и основного металла.

Таблица 2 – Выбросы загрязняющих веществ от крупных предприятий за 2014-2016 гг.

| № п/п | Наименование предприятий | Количество выбросов | | | |
|-------|--------------------------------------|---------------------|--------|------------------|-------|
| | | 2014 г | 2015 г | 2016 г (прогноз) | +/- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | ОАО «Алюминий Казахстана» | 79,4 | 79,5 | 77,6 | -1,9 |
| 2 | ЗАО «ПНХЗ» | 8,1 | 19,6 | 14,2 | -5,4 |
| 3 | ПТЭЦ - 2 | 17,0 | 7,0 | 10,0 | +3,0 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 4 | ПТЭЦ - 3 | 34,7 | 19,1 | 37,2 | -18,1 |
| 5 | АО «Аксукая электрическая станция» | 132,2 | 130,5 | 132,6 | +2,1 |
| 6 | Филиал АЗФ АО ТНК «Казхром» | 27,6 | 28,1 | 25,4 | |
| 7 | ТОО «АЭС - ст – Экибастуз» (ЭГРЭС-1) | 42,5 | 32,1 | 33,4 | +1,3 |
| 8 | АО «ЭГРЭС – 2» | 68,3 | 52,2 | 65,5 | +13,3 |
| 9 | ТОО «Богатырь» | 17,0 | 17,7 | 17,5 | -0,2 |

Отходы производства цветной, черной металлургии и золотодобывающей отрасли составляют 14 млрд. тонн и занимают 50 тыс. га. Так только отходов обогащения и металлургического передела накоплено 5,2 млрд. тонн. При годовом выходе промышленных отходов 1 млрд. тонн полезно используется не более 100 млн. тонн. За счет терриконов, отвалов карьеров, буровых скважин, хранилищ отчуждаются свыше 60 тыс. га земель [6, с. 15].

Площади, занимаемые накопителями отходов цветной металлургии, составляют около 15 тыс. гектаров, из них отвалы горных пород занимают 8 тыс. гектаров, хвосты обогатительных фабрик – около 6 тыс. гектаров и отвалы металлургических заводов – более 500 гектаров. Постоянно возрастающие объемы складированных отходов формируют новые техногенные ландшафты, отрицательно воздействуя на окружающую среду, загрязняя атмосферу, почвы, поверхностные и подземные воды токсичными компонентами (ртуть, мышьяк, сурьма и др.) С ростом высоты отвалов и терриконов пород они становятся все более интенсивными источниками пылеобразования.

Большое количество отходов накапливается непосредственно на предприятиях. Всего по данным Нацстаткомитета на 1.01.2016 на предприятиях Республики Казахстан находилось 3080666,4 тыс. тонн отходов, из них 92.084 тыс. тонн – отходы первого класса и 7591,616 тыс. тонн отходы второго класса токсичности. Годовой объем образования токсичных отходов составляет 84,4 млн. т. (63 % отходы цветной металлургии). Большая часть вредных отходов (89 %) размещена в специальные поверхностные хранилища. В хвостах, отвалах и местах хранения продуктов металлургического передела накопилось более 99.7 млрд. тонн отходов. Техногенные отходы предприятий цветной металлургии законсервированные в хвостохранилищах составили 10139718 тыс. тонн, а в черной – 8781830 тыс. тонн.

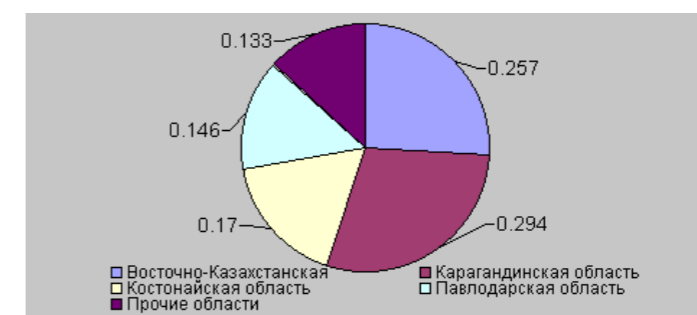


Рисунок 2 – Размещение токсичных отходов по областям, в долях от общих объёмов

Почти половина твердых токсичных отходов (49,2 %), накопленных в стране, размещено на предприятиях Восточно-Казахстанской области, 31,5 % – Карагандинской и 9,2 % – Павлодарской областей.

Из 9261 тонн образовавшихся в 1999 г. токсичных отходов 1-го класса опасности, 7990,6 тонн приходится на предприятия Восточно-Казахстанской области, 1160,5 тонн – Карагандинской области.

Полному обезвреживанию подвергались 85,9 % текущего выхода токсичных отходов 1 класса опасности, 0,2 % – 2-го класса опасности. На санкционированные свалки и полигоны твердых бытовых отходов размещено 26,7 тонн отходов 1 класса, 73,8 тонн отходов 2 класса, 4550,1 тонн отходов 3 класса и 3380,1 тыс. тонн отходов 4 класса опасности.

В республике сложилась неблагоприятная ситуация с временным хранением минеральных удобрений и пестицидов, захоронением пришедших в негодность и запрещенных к применению ядохимикатов, тары из-под них, которые относятся к 1-3 классам опасности. Из-за отсутствия полигонов для захоронения токсичных отходов такие отходы хранятся на территории предприятий. На конец 1999 г. на предприятиях Западно-Казахстанской Ақмолинской и Восточно-Казахстанской областей хранилось 12,5 тонн отходов, содержащих пестициды и ядохимикаты.

В Жамбылской области все отходы химической отрасли размещены на открытом гравийно-галечниковом грунте с высоким фильтрационным свойством. В отвалах отсутствуют ливневки и защитные экраны.

Сложная ситуация с токсичными отходами в городе Алматы. Здесь отсутствует полигон по захоронению токсичных отходов. Поэтому 70 предприятий вынуждены накапливать отходы 2 и 3 класса опасности на своей территории. По данным Национального статистического агентства в 1997 году в г. Алматы образовалось 70,8 тыс. тонн токсичных отходов, из них 68,9 тыс. тонн (97,3 %) направлены в места организованного складирования и захоронения на предприятиях, на санкционированные свалки вывезено 1,9 тыс. тонн отходов 3 и 4 классов опасности [11, с. 45].

ВЫВОДЫ

Из вышесказанного прослеживается динамика роста отходов металлургического комплекса. Необходимо задуматься к чему приведёт данная ситуация, которую

мы видим на сегодняшний день. В настоящее время наблюдается тенденция ужесточения требований к процессу малоотходного либо безотходного производства. Единственное правильное решение это вторичное использование отходов металлургических предприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Пресняков, А. А.** Сверхпластичность металлов и сплавов. – Алма-Ата : Наука, 1999. – 203 с.
- 2 **Кроха, В. А.** Кривые упрочнения металлов при холодной деформации. – «Машиностроение», 1998.
- 3 **Унков, Е. Н.** Инженерная теория пластичности. – М. : Машгиз, 2003.
- 4 **Грабский, М. В.** Структурная сверхпластичность металлов. – М. : Металлургия, 2000.
- 5 **Охрименко, Я. М.** Закономерности бочкообразования при осадке // Научные доклады высшей школы, № 3. – М. : Металлургиздат, 1999.
- 6 **Губкин, С. И.** Пластическая деформация металлов. Т.1, Т.2, Т.3. – М. : Металлургиздат, 2002.
- 7 **Пресняков, А. А.** Локализация пластической деформации. – Алма-Ата : Наука, 2005. – 122 с.
- 8 **Пресняков, А. А.** Очаг деформации при обработке металлов давлением. – Алма-Ата : Наука, 1999. – 136 с.
- 9 **Пресняков, А. А., Мофа, И. И., Куличенко, П. М. и др.** Влияние жесткости испытательной машины на механические свойства материалов II. – Проблемы прочности, № 2. – 2003. – С. 109-112.
- 10 **Смирнов, В. С.** Поперечная прокатка. – Машгиз, 1997.
- 11 **Бриджмен, П.** Исследование больших пластических деформаций и разрыва. Пер.с англ. – М. : Изд. иностр. лит., 1998.
- 12 **Арустамов, Э. А.** Безопасность жизнедеятельности. Учебник. – М. : Дашков и К., 2007.
- 13 **Легасов, В., Чайванов, Б., Черноплеков, А.** Научные проблемы безопасности современной промышленности, № 8. – 2008.
- 14 **Ефимов, А. В.** Автоматизация управления предупреждения и ликвидации ЧС. Пер.с англ. – М. : Изд. иностр. лит., 2005.
- 15 **Зотов, Б. И.** Безопасность жизнедеятельности на производстве Б. И. Зотов, В. И. Курдюмов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : КолосС, 2012. – 432 с.
- 16 **Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств : учеб. пособие для вузов // П. П. Кукин, В. Л. Лаин, Н. Л. Пономарев и др. – 4-е изд., перераб. – М. : Высшая школа, 2013. – 335 с.**
- 17 **Балабас, Л. Х.** Основы безопасности жизнедеятельности : учебник Л. Х. Балабас, Ж. К. Аманжолов. – Астана : Фолиант, 2012. – 232 с.

18 **Абдрахманов, С. К.** О государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в РК. Информационно-справочное пособие. – Алматы, 2014. – 375 с.

19 **Белов, С. В.** Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов. – 8-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2013. – 616 с.

20 **Безопасность технических процессов и производств. Охрана труда : учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высшая школа, 2014. – 320 с.**

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

Д. Т. Мухаметжанова, М. К. Бейсембаев

Металлургия кәсіпорындарының қалдықтары, олардың қайта өңдеу және қайталама пайдалану

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 12.12.16 баспаға түсті.

D. T. Mukhamedzhanova, M. K. Beisembaev

Wastes of metallurgical enterprises, their processing and secondary use

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 12.12.16.

Берілген мақалада автор Павлодар облысындағы металлургиялық өнеркәсіптің қалдықтарын зерттеп, осы қалдықтарды екінші рет қолдану және өңдеу кезінде қолданыстағы технологияларда салыстыра сипаттама береді.

In the article the author studies the metallurgical enterprises wastes situation in the Pavlodar area, and does a comparative description with existent technologies after processing and secondary utilization of wastes.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПГУ ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА
(«ВЕСТНИК ПГУ», «НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА»,
«КРАЕВЕДЕНИЕ»)

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям в 1 экземпляре, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с полями 30 мм со всех сторон листа, электронный носитель со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для WINDOWS».

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы не должен превышать **10-12 страниц печатного текста**. *Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).*

Статья должна содержать:

1. **УДК** по таблицам универсальной десятичной классификации;
2. **Инициалы и фамилия** (-и) автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (*прописными буквами, жирным шрифтом, абзац 1 см по левому краю, см. образец*);
3. **Ученую степень, ученое звание, место работы** (учебы), **город** (страна для зарубежных авторов);
4. E-mail;

5. **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (*не более 12 слов, заглавными прописными буквами, жирным шрифтом, абзац 1 см по левому краю, на трех языках: русский, казахский, английский, см. образец*);

6. **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском языках (*рекомендуемый объем аннотации – 30-150 слов, прописными буквами, нежирным шрифтом 12 кегль, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец*);

7. **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (*оформляются на языке публикуемого материала: кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 3 см.*). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (*см. образец*);

8. **Основной текст статьи** излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя: – слово **ВВЕДЕНИЕ** / KIPICE / INTRODUCTION (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре см. образец*).

Необходимо отразить результаты предшествующих работ ученых, что им удалось, что требует дальнейшего изучения, какие есть альтернативы (если нет предшествующих работ – указать приоритеты или смежные исследования). Освещение библиографии позволит отгородиться от признаков заимствования и присвоения чужих трудов. Любое научное изыскание опирается на предыдущие (смежные) открытия ученых, поэтому обязательно ссылаться на источники, из которых берется информация. Также можно описать методы исследования, процедуры, оборудование, параметры измерения, и т.д. (*не более 1 страницы*).

– слова **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ** / NEГIЗГI БӨЛIМ / MAIN PART (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре*).

Это отражение процесса исследования или последовательность рассуждений, в результате которых получены теоретические выводы. В научно-практической статье описываются стадии и этапы экспериментов или опытов, промежуточные результаты и обоснование общего вывода в виде математического, физического или статистического объяснения. При необходимости можно изложить данные об опытах с отрицательным результатом. Затраченные усилия исключают проведение аналогичных испытаний в дальнейшем и сокращают путь для следующих ученых. Следует описать все виды и количество отрицательных результатов, условия их получения и методы его устранения при необходимости. Проводимые исследования предоставляются в наглядной форме, не только экспериментальные, но и теоретические. Это могут быть таблицы, схемы, графические модели, графики, диаграммы и т.п. Формулы, уравнения, рисунки, фотографии и таблицы должны иметь подписи или заголовки (*не более 10 страниц*).

– слово **ВЫВОДЫ** / ҚОРЫТЫНДЫ / CONCLUSION (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре*).

Собираются тезисы основных достижений проведенного исследования. Они могут быть представлены как в письменной форме, так и в виде таблиц, графиков, чисел и статистических показателей, характеризующих основные выявленные закономерности. Выводы должны быть представлены без интерпретации авторами, что дает другим ученым возможность оценить качество самих данных и позволит дать свою интерпретацию результатов (*не более 1 страницы*).

9. **Список использованных источников** включает в себя:

– слово **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ** / ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ / REFERENCES (*Нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре*).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами для кругозора читателям, как смежные работы, проводимые параллельно. Рекомендуемый объем *не более чем из 20 наименований* (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Статья и список литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (*см. образец*).

10. **Иллюстрации, перечень рисунков** и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

11. **Математические формулы** должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В бумажном и электронном вариантах приводятся полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (для связи редакции с авторами, не публикуются);

Информация для авторов

Все статьи должны сопровождаться **двумя рецензиями** доктора или кандидата наук для всех авторов. Для статей, публикуемых в журнале «Вестник ПГУ» химико-биологической серии, требуется экспертное заключение.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи. При необходимости статья возвращается автору на доработку. За содержание статьи несет ответственность Автор. **Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.** Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления.

Периодичность издания журналов – четыре раза в год (ежеквартально).

Статью (бумажная, электронная версии, оригиналы рецензий и квитанции об оплате) следует направлять по адресу: **140008, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, Издательство «Кереку», каб. 137.**

Тел. 8 (7182) 67-36-69, (внутр. 1147).

e-mail: kereku@psu.kz.

Оплата за публикацию в научном журнале составляет **5000 (Пять тысяч) тенге**.

| | |
|--|--|
| РГП на ПХВ Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова | РГП на ПХВ Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова |
| РНН 451800030073 | РНН 451800030073 |
| БИН 990140004654 | БИН 990140004654 |
| АО «Цеснабанк» | АО «Народный Банк Казахстана» |
| ИИК KZ57998FTB00 00003310 | ИИК KZ156010241000003308 |
| БИК TSESZKZK A | БИК HSBKZKZKX |
| Кбе 16 | Кбе 16 |
| Код 16 | Код 16 |
| КНП 861 | КНП 861 |

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ:

УДК 316:314.3

А. Б. Есимова

к.п.н., доцент, Международный Казахско-Турецкий университет имени Х. А. Яссави,
г. Туркестан
e-mail: ad-ad_n@mail.ru

**СЕМЕЙНО-РОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ
В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО МАТЕРИАЛА**

В настоящей статье автор дает анализ отличительных особенностей репродуктивного поведения женщины сквозь призму семейно-родственных связей.

Ключевые слова: репродуктивное поведение, семейно-родственные связи.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отрасль мобильной робототехники переживает бурное развитие. Постепенно среда проектирования в области мобильной ...

Продолжение текста

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На современном этапе есть тенденции к стабильному увеличению студентов с нарушениями в состоянии здоровья. В связи с этим появляется необходимость корректировки содержания учебно-тренировочных занятий по физической культуре со студентами, посещающими специальные медицинские группы в...

Продолжение текста публикуемого материала

ВЫВОДЫ

В этой статье мы представили основные спецификации нашего мобильного робототехнического комплекса...

Продолжение текста

Пример оформления таблиц, рисунков, схем:

Таблица 1 – Суммарный коэффициент рождаемости отдельных национальностей

| | СКР, 1999 г. | СКР, 1999 г. |
|-------|--------------|--------------|
| Всего | 1,80 | 2,22 |

Диаграмма 1 – Показатели репродуктивного поведения

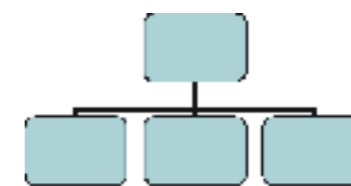
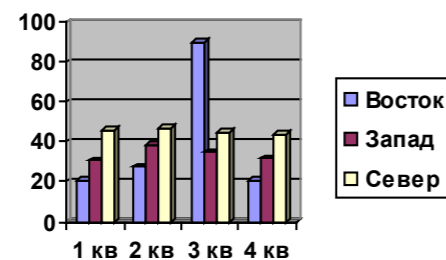


Рисунок 1 – Социальные взаимоотношения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Эльконин, Д. Б. Психология игры [Текст] : научное издание / Д. Б. Эльконин. – 2-е изд. – М. : Владос, 1999. – 360 с. – Библиогр. : С. 345–354. – Имен. указ. : С. 355–357. – ISBN 5-691-00256-2 (в пер.).
 2 Фришман, И. Детский оздоровительный лагерь как воспитательная система [Текст] / И. Фришман // Народное образование. – 2006. – № 3. – С. 77–81.
 3 Антология педагогической мысли Казахстана [Текст] : научное издание / сост. К. Б. Жарикбаев, сост. С. К. Калиев. – Алматы : Рауан, 1995. – 512 с. : ил. – ISBN 5625027587.
 4 http://www.mari-el.ru/mmlab/home/AI/4/#part_0.

А. Б. Есимова

Отбасылық-туысты қатынастар репродуктивті мінез-құлықты жүзеге асырудағы әлеуметтік капитал ретінде

Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ.

A. B. Yessimova

The family-related networks as social capital for realization of reproductive behaviors

A. Yesevi International Kazakh-Turkish University, Turkestan.

Бұл мақалада автор Қазақстандағы әйелдердің отбасылық-туыстық қатынасы арқылы репродуктивті мінез-құлқында айырмашылықтарын талдайды.

In the given article the author analyzes distinctions of reproductive behavior of married women of Kazakhstan through the prism of the kinship networks.

Басуға 19.12.2016 ж. қол қойылды.
Форматы 297*420/2. Кітап-журнал қағазы.
Көлемі шартты 7,71 б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген А. Р. Омарова
Корректорлар: Б. Б. Ракишева, А. Р. Омарова
Тапсырыс №2930

«КЕРЕКУ» баспасынан басылып шығарылған
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«КЕРЕКУ» баспасы
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69
e-mail: kereku@psu.kz