

Конканов Марат Жұматайұлының 6D073200 – «Стандарттау және сертификаттау» мамандығы бойынша PhD докторы ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған «Гидротехникалық құрылыстарды пайдалану кезінде микрокернеулерді бақылау үшін нормативтік-техникалық құжаттаманы әзірлеу» тақырыбы бойынша диссертациялық жұмысына АҢДАТПА

Жұмыстың өзектілігі

Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының деректері бойынша Қазақстанда су энергиясының орасан зор қорларын жинақтаушы арынды топырақты гидротехникалық құрылыстардың 35%-дан астамы күрделі жөндеуді талап етеді. Азаматтық, өнеркәсіптік, гидротехникалық, жылу энергетикалық, жол және басқа құрылыс түрлерінде ең көп таралған құрылыс материалы бетон болып табылады. Бетоннан жасалған гидротехникалық құрылыстардың құрылымдары келесі себептер бойынша: көпжылдық мұздату мен еріту циклдары, судың сінуі, эрозия мен желдету, сондай-ақ «сілтілі-кремнийлі» деп аталатын реакциялардың, яғни цемент сілтілері бар толтырғыштың кремний диоксиді реакциясынан туындаған бетонның коррозиясы нәтижесінде үнемі бұзылады. Осыған байланысты, темірбетон конструкцияларынан жасалған құрылыстарды бақылау мәселесі, әсіресе су мен жер асты суларының қысымының астындағы гидротехникалық құрылыстарды пайдалану кезінде үлкен маңызға ие, мұнда беріктікпен қатар жоғары су өткізбеушілік қажет. Бетон құрылымындағы микрожарықтардың өзі де микрокернеу концентраторлары болып табылады, олар Қазақстанның көптеген өңірлерінің климаты жағдайында аса күрделі зақымдарға әкеп соқтыруы мүмкін. Осы себепті мұндай құрылыстарды мерзімді бақылау және мониторинг жүргізу қажет. Сондықтан гидротехникалық құрылыстарды пайдалану кезінде микрокернеулерді бақылау бойынша кешенді шараларды әзірлеу өте өзекті мәселе болып табылады, өйткені ғимараттар мен құрылыстардың құрылыс конструкцияларының жағдайы және оларды пайдалану қауіпсіздігі техникалық жағдайды жүйелі бақылауды қажет етеді. Осы зерттеу ғимараттар мен құрылыстарды бақылау және мониторингілеу тәсілдерін айқындауға және мемлекеттік маңызы бар міндеттерді – әртүрлі мақсаттағы ғимараттар мен құрылыстарды қауіпсіз пайдалануды, техногендік апаттар тәуекелдерін азайтуды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл жұмыста халықаралық нормаларға сәйкес гидротехникалық құрылыстарды құру және пайдалану процесінде микрокернеулерді бақылау бойынша жаңа ұсыныстар ұсынылады.

Зерттеу мақсаты мен міндеттері

Диссертациялық жұмыстың мақсаты гидротехникалық құрылыстардағы микрокернеулерді бақылау бойынша олардың қауіпсіздігіне мониторинг жүргізуді қамтамасыз ететін нормативтік-техникалық құжаттаманы әзірлеу болып табылады.

Қойылған мақсатқа сәйкес келесі міндеттер анықталды:

– цемент композиттерінің ішінде электр өткізгіш «желінің» пайда болу шарттары мен заңдылықтарын әр түрлі материалдарды - өндіруші өнеркәсіп өнімдерін негізгі пайдалануға белгілеу;

- гидротехникалық құрылыстарды салғанда қолданылатын цемент композиттерінің құрамдары мен жасау тәсілдерін әзірлеу;

- өнеркәсіптік қалдықтардың композиттің механикалық және электрлік қасиеттеріне әсерін зерттеу;

- сенсорлық цемент композиттерін өндіру бойынша ұсыныстар әзірлеу;

- сынақ зертханалары стандартталған әдістер ретінде қолдана алатын өлшеулердің белгісіздігін бағалау әдістемесін жасау.

Ғылыми жаңалық

- гидротехникалық құрылыстар үшін құрылыс материалы ретінде қолдануға болатын жақсартылған механикалық қасиеттері бар цемент композиттерін алудың әдістері мен құрамы ғылыми негізделген және эксперименталды түрде расталған;

- цементті 10%-дан 20%-ға алмастыру кезінде өнеркәсіптік қалдықтар негізінде алынған цемент композиттерінің электр өткізгіштік қасиеттерінің жақсаруы зерттелді және түсіндірілді;

- алынған цемент композиттерінің оңтайлы құрамы көп функциялы құрылыс материалдары ретінде қолдануға жарамды екендігі эксперименталды түрде расталды;

- алғаш рет боксит қалдықтары (қызыл шлам) поливинилалкоголь талшықтарымен бірге қолданылды, ал алынған цемент композиті бақылау үлгісімен салыстырғанда жақсартылған электромеханикалық қасиеттерге ие;

- сенсорлық цемент композиттерінің электрлік кедергісін өлшеу нәтижелерін салыстыру үшін қолдануға болатын өлшеулердің белгісіздігін бағалау әдісі жасалды;

- гетерогенді жүйемен (талшық-бөлшек) электр өткізгіштік жағдайларының моделі жасалды.

Практикалық құндылығы және жұмыстың іске асырылуы

- тиімді цемент композиттерін алудың оңтайлы әдістері мен құрамы әзірленді;

- цемент композитінің құрамында қызыл шламды араластырудың қарапайым және тиімді әдісі ұсынылды;

- цемент композитінің техникалық қасиеттері жақсартылды;

- сынақ және калибрлеу зертханасында апробацияланған белгісіздікті бағалау әдісі ұсынылды;

- алюминий өндірісінің өнеркәсіптік қалдықтарын пайдалану және жылу энергия орталықтарында отынды жағу есебінен қоршаған ортаға зиянды ықпалын азайту әсері.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі: диссертациялық жұмыс кіріспеден, алты бөлімнен, бөлімдер бойынша тұжырымдардан, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 126 бетте баяндалған, 28 сурет және 20 кесте, 120 атаудан тұратын дереккөздер тізімі көрсетілген.

Бірінші бөлімде конструкциялардың жай-күйін құрылымдық мониторингілеудің стандартталған әдістері, сондай-ақ конструкциялардың жай-күйіне мониторинг жүргізуді регламенттейтін қолданыстағы нормативтік-құқықтық және техникалық база қаралды.

Екінші, үшінші және төртінші бөлімдерде зерттеуді өткізу әдістері, оларды жүргізу бойынша нормативтік құжаттар сипатталған, сонымен қатар қолданылатын материалдар мен үлгілерді дайындау әдістері және цемент композиттерінің электрлік қасиеттерін өлшеу әдістері сипатталған.

Бесінші және алтыншы бөлімдерде құрылымды қалыптастыру механизмдерін зерттеу нәтижелері және композиттердің сапасын басқару цемент композиттерін өндірудің микроқұрылымы мен микромеханикасы сипатталған, цемент композиттерінің электрлік кедергісін өлшеу әдісі және оны қолдану бойынша практикалық ұсыныстар ұсынылған.

Жетінші бөлімде композиттер мен микроқұрылымдардың құрамын оңтайландыру және зерттеу нәтижелеріне әсер ететін факторлар

Сегізінші бөлімде композиттерді сандық модельдеудің алгоритмдері мен нәтижелері көрсетілген.

Алтыншы бөлімде: күтілетін экономикалық әсерді бағалау жүргізілді.

Жұмысты апробациялау және жарияланымдар

Жұмыстың негізгі нәтижелері келесі конференцияларда баяндалды:

1 Қазіргі әлемдегі өзекті ғылыми зерттеулер: XXV Халықаралық ғылыми конференция, (мамыр 2017 ж.), Переяслав-Хмельницкий, Украина;

2 «Сейфуллин оқулары-14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру – дамудың жаңа кезеңі» республикалық ғылыми-теориялық конференциясы (сәуір, 2018 ж.), Астана қ.;

3 Өлшеу техникасы бойынша Халықаралық конфедерацияның XXII Дүниежүзілік конгресі - XXII World Congress of the International Measurement Confederation IMEKO 2018 (қыркүйек, 2018 ж.) Белфаст қ., Англия.

Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері төрт баспа басылымында жарияланды:

Дереккөзі	Журналдың жариялау күнгі рейтингі
Atyaksheva A. et al. On the Issue of an Ash Microsphere Application as a Framework Forming Filler in Composite Materials //Key Engineering Materials. – Trans Tech Publications Ltd, 2018. – Т. 781. – С. 176-181.	CiteScore 0.33 SJR 0.180 Процентиль 14% (Q4)
Niyazbekova R. K. et al. Ash Deposits CHP–as an Additional Source of Raw Material for Construction Production //Chemical Engineering Transactions. – 2018. – Т. 70. – С. 649-654.	CiteScore 0.73 SJR 0.273 Процентиль 36% (Q3)
Niyazbekova R. et al. Investigation of the properties of composite materials based on cements containing micro-and nanoparticles from red mud //Technology. – 2018. – Т. 9. – №. 8. – С. 715-724.	CiteScore 2.76 SJR 0.250 Процентиль 40% (Q3)
Konkanov M. et al. Environment-Friendly, Self-Sensing Concrete Blended with Byproduct Wastes //Sensors. – 2020. – Т. 20. – №. 7. – С. 1925.	CiteScore 3.72 SJR 0.592 Процентиль 93% (Q1)

РСТ халықаралық патентін алуға өтінім берілді.

Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер

- оңтайландыру нәтижелері және сенсорлық цемент композиттерін алу әдістері;

- алюминий өндірісінің өнеркәсіптік қалдықтарының цемент композитінің электромеханикалық қасиеттеріне ықпалы;

- құрылымның микрокернеуін өлшеу кезінде өлшеулердің белгісіздігін бағалау бойынша практикалық әдісті әзірлеу.

Алынған нәтижелердің дұрыстығы статистикалық талдау мен есептеу әдістерін қолданумен және зерттеулерде өлшеулердің дәлдігі мен дұрыстығының талап етілетін деңгейін қамтамасыз ететін озық зертханалық және өлшеу жабдығын пайдаланумен қамтамасыз етіледі.

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Конканова Марата Джуматаевича по теме: «Разработка нормативно-технической документации для контроля микронапряжений при эксплуатации гидротехнических сооружений», представленную на соискание ученой степени доктора PhD по специальности: 6D073200 – «Стандартизация и сертификация»

Актуальность работы

По данным Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства в Казахстане более 35% напорных грунтовых гидротехнических сооружений, аккумулирующих огромные запасы водной энергии требуют капитального ремонта. В гражданском, промышленном, гидротехническом, теплоэнергетическом, дорожном и других видах строительства наиболее широко распространенным строительным материалом является бетон. Бетонные гидротехнические сооружения подвергаются постоянным разрушениям структур по следующим причинам: многолетним циклам замораживания и оттаивания, просачиванию вод, эрозии и выветривания, а также в результате протекания, называемых, «щелочно-кремниевых» реакций, т. е. коррозией бетона, вызванной реакцией диоксида кремния заполнителя со щелочами цемента. В этой связи вопрос мониторинга сооружений из железобетонных конструкций приобретает огромное значение, особенно при эксплуатации гидротехнических сооружений, находящихся под давлением воды и грунтовых вод, где наряду с прочностью требуется высокая водонепроницаемость. Даже микротрещины в структуре бетона являются концентраторами микронапряжений, которые в условиях климата многих регионов Казахстана, могут привести к более серьезным повреждениям. По этой причине необходимо проведение периодического контроля и мониторинга таких сооружений. Поэтому разработка комплексных мер по контролю микронапряжений при эксплуатации гидротехнических сооружений является весьма актуальной задачей, в связи с тем, что состояние строительных конструкций зданий и сооружений и безопасность их эксплуатации требуют систематического контроля технического состояния. Данное исследование позволит определить способы контроля и мониторинга зданий и сооружений и обеспечить решение задач государственного значения – безопасной эксплуатации зданий и сооружений различного назначения, уменьшение рисков техногенных катастроф. В данной работе выдвигаются новые рекомендации по контролю микронапряжений в процессе создания и эксплуатации гидротехнических сооружений в соответствии с международными нормами.

Цель и задачи исследований

Целью диссертационной работы является разработка нормативно-технической документации по контролю микронапряжений в гидротехнических сооружениях, обеспечивающих мониторинг их безопасности.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- определение условий и закономерностей образования электропроводящей «сети» внутри цементных композитов на основе использования различных материалов – продуктов добывающей промышленности;

- разработать составы и способы получения цементных композитов применяемых в строительстве гидротехнических сооружений;

- исследовать влияние промышленных отходов на механические и электрические свойства композита;

- разработать рекомендации по производству сенсорных цементных композитов;

- разработать методику оценки неопределенности измерений, которая может быть использована испытательными лабораториями в качестве стандартизованных методов.

Научная новизна

- научно обоснованы и экспериментально подтверждены составы и способы получения цементных композитов с улучшенными механическими свойствами, которые возможно применять в качестве строительного материала для гидротехнических сооружений;

- изучено и объяснено улучшение электропроводных свойств получаемых цементных композитов на основе промышленных отходов при замещении цемента от 10% до 20%;

- экспериментально подтверждено, что полученные оптимальные составы цементных композитов пригодны к применению в качестве многофункциональных строительных материалов;

- впервые использованы отходы бокситов (красный шлам) в сочетании с волокнами поливинилалкоголя, при этом полученный цементный композит обладает улучшенными электромеханическими свойствами по сравнению с контрольным образцом;

- разработана методика оценки неопределенности измерений, которая может применяться для сопоставления результатов измерений электрического сопротивления сенсорных цементных композитов;

- построена модель условий электропроводности с гетерогенной системе (волокно-частица).

Практическая ценность и реализация работы

- разработаны оптимальные составы и способы получения эффективных цементных композитов;

- предложен простой и эффективный метод смешивания красного шлама в составе цементного композита;

- улучшены технические свойства цементного композита;

- предложен метод оценки неопределенности, который апробирован в испытательной и калибровочной лаборатории;

- эффект по уменьшению вредного воздействия на окружающую за счет использования промышленных отходов производства алюминия и сжигания топлива на тепловых энергоцентралях.

Структура и объем работы: диссертационная работа состоит из введения, шести разделов, выводов по разделам, заключения, списка использованных источников. Работа изложена на 126 страницах, 28 рисунков и 20 таблиц, список источников из 120 наименований.

В первом разделе рассмотрены стандартизированные методы структурного мониторинга состояния конструкций, а также имеющиеся нормативно-правовая и техническая база, регламентирующая проведение мониторинга состояния конструкций.

Во втором, третьем и четвертых разделах описаны методы проведения исследования, нормативные документы по их проведению, а также описаны применяемые материалы и способы приготовления образцов и методы измерений электрических свойств цементных композитов.

В пятом и шестом разделах показаны результаты исследования механизмов структурообразования и управление качеством композитов описана микроструктура и микромеханика получения цементных композитов, представлен разработанный метод измерения электрического сопротивления цементных композитов и практические рекомендации по его применению.

В седьмом разделе оптимизация составов композитов и микроструктуры и факторы влияющие на результаты исследований

В восьмом разделе показаны алгоритмы и результаты численного моделирования композитов.

В шестом разделе: произведена оценка ожидаемого экономического эффекта.

Апробация работы и публикации

Основные результаты работы доложены на следующих конференциях:

1 Актуальные научные исследования в современном мире: XXV Международная научная конференция, (май 2017 г.), Переяслав – Хмельницкий, Украина;

2 Республиканская научно-теоретическая конференция «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития» (апрель, 2018 г.), г. Астана;

3 XXII Всемирный конгресс Международной конфедерации по измерительной технике – XXII World Congress of the International Measurement Confederation IMEKO 2018 (сентябрь, 2018 г.) г. Белфаст, Англия.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в четырех печатных изданиях:

Источник	Рейтинг журнала на дату публикации
Atyaksheva A. et al. On the Issue of an Ash Microsphere Application as a Framework Forming Filler in Composite Materials //Key Engineering Materials. – Trans Tech Publications Ltd, 2018. – Т. 781. – С. 176-181.	CiteScore 0.33 SJR 0.180 Процентиль 14% (Q4)
Niyazbekova R. K. et al. Ash Deposits CHP–as an Additional Source of Raw Material for Construction Production //Chemical Engineering Transactions. – 2018. – Т. 70. – С. 649-654.	CiteScore 0.73 SJR 0.273 Процентиль 36% (Q3)
Niyazbekova R. et al. Investigation of the properties of composite materials based on cements containing micro-and nanoparticles from red mud //Technology. – 2018. – Т. 9. – №. 8. – С. 715-724.	CiteScore 2.76 SJR 0.250 Процентиль 40% (Q3)
Konkanov M. et al. Environment-Friendly, Self-Sensing Concrete Blended with Byproduct Wastes //Sensors. – 2020. – Т. 20. – №. 7. – С. 1925.	CiteScore 3.72 SJR 0.592 Процентиль 93% (Q1)

Подана заявка на получение международного патента PCT.

Основные положения, выносимые на защиту

- результаты оптимизации и способы получения сенсорных цементных композитов;

- влияние промышленных отходов производства алюминия на электромеханические свойства цементного композита;

- разработка практического метода по оценке неопределенности измерений при проведении измерений микронапряжений конструкции.

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением методов статистического анализа и расчетов и использованием в исследованиях передового лабораторного и измерительного оборудования, обеспечивающих требуемый уровень точности и достоверности измерений.

The ABSTRACT

**of the thesis of Marat Dzhumatayevich KONKANOV on the topic:
“Development of regulatory and technical documentation for the control of
microstresses when operating hydraulic structures”, submitted for the
Ph.D. degree in the specialty: 6D073200 – “Standardization and Certification”**

Relevance of the work

According to the Kazakh Scientific Research Institute of Water Economy, more than 35% of pressurized ground hydraulic structures in Kazakhstan, which accumulate huge reserves of water power, require major repairs. In civil, industrial, hydraulic, heat and power, road, and other types of engineering construction, concrete is the most widely used construction material. Concrete hydraulic structures are exposed to continuous structural deterioration for the following reasons: multi-year cycles of freezing and thawing, water seepage, erosion, and weathering, as well as due to the course of so-called ‘alkali-silica’ reactions, i.e. concrete corrosion caused by the reaction of silicon dioxide aggregate with alkalis of the cement. In this regard, the issue of monitoring structures made of reinforced concrete acquires great importance, especially during the operation of hydraulic structures under water and groundwater pressure, where, along with strength, high water resistance is required. Even microfractures in the structure of concrete are concentrators of microstresses, which, under the climate conditions of many regions of Kazakhstan, may result in more severe damage. This is the reason why periodic control and monitoring of such structures is necessary. Therefore, the development of complex measures for the control of microstresses when operating hydraulic structures is a highly relevant task since the state of the building constructions of buildings and structures and the safety of their operation requires systematic monitoring of the technical condition. This study will help to determine the ways to control and monitor buildings and structures and ensure the solution of tasks of national significance, namely, the safe operation of buildings and structures designed for various purposes, and the reduction of risks of man-made disasters. This work proposes new recommendations for the control of microstresses in the process of creation and operation of hydraulic structures in accordance with international norms.

Purpose and objectives of the research

The purpose of this thesis is the development of regulatory and technical documentation for the control of microstresses in hydraulic structures, which ensures the monitoring of their safety.

In accordance with the purpose, the following tasks were defined:

- determination of conditions and regularities of formation of electrically-conductive ‘network’ inside cement composites on the basis of use of various materials - products of the extractive industry;
- to develop compositions and methods of obtaining cement composites used in the construction of hydraulic structures;

- to study the influence of industrial waste on mechanical and electrical properties of the composite;
- to elaborate recommendations for the production of sensor cement composites;
- to develop a methodology for estimating measurement uncertainty, which can be used by testing laboratories as standardized methods.

Scientific novelty

- the compositions and methods of obtaining cement composition with improved mechanical properties that can be used as a construction material for hydraulic structures were scientifically substantiated and experimentally confirmed;
- the improvement of the electroconductive properties of the obtained cement composites based on industrial waste with 10% to 20% replacement of cement was studied and explained;
- it was confirmed experimentally that the obtained optimum compounds of cement composites are suitable for use as versatile building materials;
- for the first time, bauxite wastes (red mud) combined with polyvinyl alcohol fibers were used, with the obtained cement composite having improved electromechanical properties as compared to the control sample;
- a methodology of estimating measurement uncertainty, which can be used for comparing the results of measurements of electrical resistance of sensor cement composites, was elaborated;
- a model of electrical conduction conditions with a heterogeneous system (fiber particle) was developed.

Practical value and implementation of the work

- optimal compositions and methods of obtaining effective cement composites were developed;
- a simple and efficient method of mixing red mud in cement composite was proposed;
- technical properties of cement composite were improved;
- a method for estimating uncertainty was suggested, which was tested in the testing and calibration laboratory;
- the effect on reducing the harmful impact on the environment through the use of industrial waste of aluminum production and combustion of fuel at thermal power plants.

Structure and scope of work: the thesis consists of an introduction, six sections, findings on the sections, a conclusion, list of references. The work is presented on 126 pages, with 28 figures and 20 tables, and a list of references consisting of 120 titles.

Section one considers standardized methods of structural monitoring of the state of structures, as well as the existing regulatory-legal and technical framework that regulates the monitoring of the state of structures.

Sections two, three, and four present the methods of research, and regulatory documents for their conduct, as well describes the materials used and the methods of preparing samples and methods for measuring the electrical properties of cement composites.

Sections five and six demonstrate the results of studies of the mechanisms of structure formation and management of quality of composites, they describe the microstructure and micromechanics of obtaining cement composites, present the developed method of measuring the electrical resistance of cement composites, and practical recommendations for its application.

Section seven describes the optimization of composite formulations and microstructure and the factors that affect the results of the research

Section eight shows the algorithms and results of numerical simulation of composites.

Section six assesses the expected economic effect.

Approbation of the work and publications

The basic results of the work were made public at the following conferences:

1 The relevant scientific research in the modern world: XXV International Scientific Conference, (May 2017), Pereiaslav - Khmelnytsky, Ukraine;

2 The Republican Scientific and Theoretical Conference “Seifullin readings-14: The youth, science, innovations: digitalization - a new stage of development” (April 2018), Astana;

3 The XXII World Congress of the International Measurement Confederation IMEKO 2018 (September 2018), Belfast, England.

The fundamental tenets of the thesis were published in four printed sources:

Source	Rating of the journal as of the date of publication
Atyaksheva A. et al. On the Issue of an Ash Microsphere Application as a Framework Forming Filler in Composite Materials //Key Engineering Materials. – Trans Tech Publications Ltd, 2018. – T. 781. – C. 176-181.	CiteScore 0.33 SJR 0.180 Percentile 14% (Q4)
Niyazbekova R. K. et al. Ash Deposits CHP–as an Additional Source of Raw Material for Construction Production //Chemical Engineering Transactions. – 2018. – T. 70. – C. 649-654.	CiteScore 0.73 SJR 0.273 Percentile 36% (Q3)
Niyazbekova R. et al. Investigation of the properties of composite materials based on cements containing micro-and nanoparticles from red mud //Technology. – 2018. – T. 9. – No. 8. – C. 715-724.	CiteScore 2.76 SJR 0.250 Percentile 40% (Q3)

Konkanov M. et al. Environment-Friendly, Self-Sensing Concrete Blended with Byproduct Wastes //Sensors. – 2020. – T. 20. – No. 7. – C. 1925.	CiteScore 3.72 SJR 0.592 Percentile 93% (Q1)
--	--

An application for an international PCT patent was made.

The fundamental tenets put to the defense

- results of optimization and methods of obtaining sensor cement composites;
- influence of industrial wastes of aluminum production on the electromechanical properties of cement composite;
- development of a practical method for estimating measurement uncertainty in conducting measurements of microstresses of the structure.

The reliability of the results is ensured through the application of methods of statistical analysis and calculations and the use of advanced laboratory and measuring equipment in the research, thus providing the required level of accuracy and reliability of measurements.