

8-15-2019

## METHOD OF ACTIVATION OF CEMENT MIXTURE COMPONENTS BY ULTRASONIC FIELD

U.A. Yokubov

*Military Technical Institute of the National Guard of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan,  
Ulugbek799@yandex.ru*

O.V. Trunilina

*Institute of ion-plasma and laser technologies of the Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan*

V.N. Avdievich

*Institute of ion-plasma and laser technologies of the Academy of Sciences of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan)*

S.Z. Mirzaev

*Institute of ion-plasma and laser technologies of the Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan*

S.E. Kurbanbaev

*Institute of Fire Safety of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit>



Part of the [Transportation Engineering Commons](#)

### Recommended Citation

Yokubov, U.A.; Trunilina, O.V.; Avdievich, V.N.; Mirzaev, S.Z.; and Kurbanbaev, S.E. (2019) "METHOD OF ACTIVATION OF CEMENT MIXTURE COMPONENTS BY ULTRASONIC FIELD," *Journal of TIRE*: Vol. 15 : Iss. 2 , Article 4.  
Available at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit/vol15/iss2/4>

УДК (UDC) 666.946

## METHOD OF ACTIVATION OF CEMENT MIXTURE COMPONENTS BY ULTRASONIC FIELD

Ёкубов У.А.<sup>1</sup>, Трунилина О.В.<sup>2</sup>, Авдиевич В.Н.<sup>2</sup>, Мирзаев С.З.<sup>2</sup>, Курбанбоев Ш.Э.<sup>3</sup>  
Yokubov U.A.<sup>1</sup>, Trunilina O.V.<sup>2</sup>, Avdievich V.N.<sup>2</sup>, Mirzaev S.Z.<sup>2</sup>, Kurbanbaev S.E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – Военно-технический институт Национальной гвардии РУз (Ташкент, Узбекистан)

<sup>2</sup> – Институт ионо-плазменных и лазерных технологий АН РУз  
(Ташкент, Узбекистан)

<sup>3</sup> – Институт пожарной безопасности МВД РУз (Ташкент, Узбекистан)

<sup>1</sup> – Military Technical Institute of the National Guard of the Republic of Uzbekistan  
(Tashkent, Uzbekistan)

<sup>2</sup> – Institute of ion-plasma and laser technologies of the Academy of Sciences of Uzbekistan  
(Tashkent, Uzbekistan)

<sup>3</sup> – Institute of Fire Safety of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Uzbekistan  
(Tashkent, Uzbekistan)

**Abstract:** The theoretical and experimental methods of increasing the efficiency of cement disperse systems by the action of a low-energy ultrasonic field are given in the article, as well as a technique providing highly efficient treatment of mixing water with a minimum energy expenditure.

**Key words:** cement, ultrasound, ultrasonic field, ultrasonic waves, activation of cement systems, electrochemical processes.

## МЕТОД АКТИВАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ЦЕМЕНТНОЙ СМЕСИ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ

**Аннотация:** В статье приведены теоретические и экспериментальные методы повышения эффективности цементных дисперсных систем воздействием низкоэнергетического ультразвукового поля, а также методика, обеспечивающая высокоэффективную обработку воды затворения при минимальном расходе энергии.

**Ключевые слова:** цемент, ультразвук, ультразвуковое поле, ультразвуковые волны, активация цементных систем, электрохимические процессы.

## ЦЕМЕНТ КОМПОНЕНТЛАРИ АРАЛАШМАЛАРИНИ УЛЬТРАТОВУШ МАЙДОНИДА ФАОЛЛАШТИРИШ УСЛУБИ

Цемент боғловчилар асосида курилиш материаллари ва ишланмаларини ишлаб чиқариш ва қўллаш ҳажми йилдан-йилга ошиб бормоқда. Анъанавий хомашё ва энергетик ресурслар заҳирасининг камайиб бориши ишлаб чиқаришнинг хомашё ва энергия сарфини доимий камайтириб боришни талаб этмоқда. Белгиланган вазифаларни бажариш хомашё ва энергетик воситаларнинг кам сарфи билан юқори эксплуатацион тавсифларга эга материалларни олишни таъминловчи илғор технологияларни яратиш билан боғлиқ.

Ҳозирги вақтда цемент боғловчиларга таъсир этиш бўйича самарали услублардан бири сифатида турли органик ва ноорганик қўшимчаларни қўшиш қўлланилмоқда. Бироқ қўлланилаётган қўшимчалар анча юқори нархларга эга. Шу сабабли бугунги кунда цемент тизимларини қотиш жараёнини фаоллаштиришнинг альтернатив услубларини ишлаб чиқиш

масалалари долзарб ҳисобланади. Қориш сувини тайёрлаш ҳолати ва услуги цемент тизимларининг гидратацияси ва структура ҳосил қилиши жараёнларининг тавсифини белгилаб беради. Сув бу цемент тизимидаги турли реакцияларни қўзғатувчи цемент композитларидаги ягона компонент ҳисобланади. Шунинг учун замонавий технологияда олинган материалнинг технологик ва эксплуатацион хусусиятларини асосан белгилаб берувчи қориш суюқлигининг бошланғич ҳолатига катта эътибор қаратилади.

Қориш сувининг физик-кимёвий хусусиятларига таъсир этишнинг мавжуд услублари цемент тизимларининг физик-механик тавсифларини яхшилашга ёрдам беради ва асосий технологик жараённинг ўзгаришини деярли талаб этмайди. Маълумки, ташқи физик майдонларнинг (электр, магнит, электромагнит, иссиқлик, радиацион, механик, товуш ва б.) йўналтирилган таъсирида сув ўзининг хусусиятларини ўзгартиради [1]. Аксарият ҳолатларда кимёвий жараёнларни фаоллаштириш, тизимда реакцияларни тезлаштириш ва синтезнинг қатор янги йўллари амалга оширишда кичик интенсивликдаги ультратовуш тебранишларни қўллаш мақсадга мувофиқ ҳисобланади [2]. Лекин, ишлаб чиқаришнинг турли соҳаларида физик-кимёвий жараёнларни фаоллаштиришда ультратовуш тебранишларга бўлган катта қизиқишларга қарамадан қурилиш материалшунослиги технологиясида паст энергияли ультратовуш майдондан фойдаланиш масаласи кам ўрганилган йўналиш ҳисобланади.

Ультратовуш бу интенсив илмий ва технологик изланишларнинг соҳаси бўлиб ҳисобланади. Ультратовуш бўйича биринчи ишлар XIX асрда ўтказилган эди. Француз олими Ф.Савар (1830) инсон қулоғи эшитишининг частотаси бўйича юқори чегарани ўрнатишга ҳаракат қилган эди. 1880 йилларда ака-ука Кюрилар пьезоэлектрни кашф этишди. Гальтон (1883) акустик спектрни ўрганаётган вақтда хуштак сигналида ультратовуш мавжудлигини аниқлаган. Гальтон хуштаги инсон томонидан тайёрланган биринчи ультратовуш генераторларидан ҳисобланади.

Шундан сўнг ультратовушни генерация қилиш ва аниқлаш соҳасида қатор изланишлар ўтказилди. XX асрнинг бошларида ультратовуш технологиясини тижоратлашиши билан боғлиқ бўлган катта ишланмалар мустақам асосга эга бўлди. Вуд ва Лумис 1920 йилларнинг охирида тижорат нуқтаи назаридан биринчи марта суюқликларни чанглатиш, қотишни назорат қилиш, суюқ эмульгация ва тирик тўқималар билан ўзаро таъсир учун ультратовушни қўллашди. Файрстон (1940) ультратовуш дефектоскопия учун биринчи тижорий инструмент яратди. Бугун ультратовуш илмий, технологик, саноат, тиббиёт ва илмнинг бошқа соҳаларининг кенг спектрини ўз ичига олади.

Ультратовуш моҳиятан модда билан ўзаро таъсирлашувчи механик тўлқин ҳисобланади. Кўндалангдан юзакигача бўлган тўлқинларнинг турли туманлиги ультратовушни ҳар қандай жабҳаларда қўллаш имконини беради. Сенсорлар, электрон инструментария, компьютерлар соҳасидаги тараққиёт, физик ўзаро таъсир ҳақидаги билимларнинг такомиллашиши – буларнинг барчаси экспериментал ультратовушнинг ривожланишига ёрдам берди.

Физикада ультратовуш-товушнинг таянч тушунчасидан бошлаб кенг мустақил соҳани ифодалайди. Тиббиёт, сув ости акустикаси, молекуляр ўзаро таъсир соҳасида фандаги ультратовуш технологиясидаги сўнгги ишланмалар уларни янгидан-янги йўналишларда қўллаш учун катта имкониятларни очиб беради [3, 4].

Ультратовуш қўланишининг турли-туманлиги шартли равишда унинг учта йўналишига бўлиниши мумкин. Биринчиси ультратовуш тўлқинлар ёрдамида ахборот олиш билан боғлиқ, иккинчиси моддага фаол таъсир ўтказиш билан ва учинчиси сигналларни қайта ишлаш ва узатиш билан боғлиқ (йўналишлар уларнинг тарихий яралиши тарзида келтирилган). Ҳар бир аниқ қўлланилишда ультратовушнинг маълум бир частота диапазони ишлатилади.

Аралашма/қоришмаларни тадқиқ қилишда ультратовушни қўллашга қадар молекуляр ўзаро таъсир кучларини ва табиатини тадқиқ этишнинг ягона инструменти спектроскопик ва диэлектрик услублар бўлган.

Бироқ ультратовушни қўллаш нафақат аралашма/қоришмаларнинг физик-кимёвий хусусиятларини баҳолаш имконини берди, балки молекуляр ўзаро таъсирларни изоҳлаш ишончилигини ҳам оширди. Ультратовуш ёрдамида молекуляр ўзаро таъсир тадқиқотлари ўзининг паст таннарҳи, фойдаланиш жараёнларининг оддийлиги ва кенг имкониятлари туфайли бутун дунёда оммалашиб кетди.

Микроструктураларда нуқсонлар борлигини билиш материал/компонентнинг хизмат муддатини баҳолашда катта аҳамият касб этади. Фойдаланиш жараёнида материаллар қаришини, масалан чарчашини кузатиб бориш, силжувчанликда шикастланишни баҳолаш ва қолдиқ кучланишни ўлчаш учун махсус услубият ва процедура ишлаб чиқиш зарур. Сўнгги 40 йил давомида ўрганиш объекти структурасини бузмайдиган қурилмалар мажмуининг ривожланишидаги ютуқлар ҳайратда қолдирмоқда. Уларнинг оқибатида эса бутун дунё тадқиқотчилари ва технологлари томонидан қатор услуб, қонун ва меъёрлар қабул қилинди.

Ультратовушнинг айрим ютуқлари ҳақида фақат конференциялар ҳужжатлари, ички ҳисоботлар, журналлар ва шу қабиладан ҳабар топиш мумкин.

1960 ва 1970 йилларда ёзилган китобларда асосий эътибор тўлқинлар назариясига ва уларнинг тарқалишига қаратилган. 80 йиллардаги китоблар асосан ўрганиш объекти структурасини бузмайдиган тадқиқотларга, тиббиётга, геофизикага ва бошқа соҳаларга бағишланган. Бу ультратовушнинг тижорат нуқтаи назаридан аҳамиятли бўлгани билан боғлиқ.

Қурилиш материалларини ишлаб чиқаришда ультратовуш асосан қотувчи ва шакланган тизимларни структурасини бузмайдиган назорати услуби сифатида ишлатилади [3, 5].

Суюқликдаги технологик жараёнларнинг жадаллашиши ультратовушнинг электрокимёвий жараёнларга таъсири ва ультратовушнинг кимёвий релаксацияси билан белгиланади. Аксарият ҳолларда кимёвий реакцияларни юз бериши кавитация жараёни билан боғлиқ. Кавитация таъсирида сув молекулаларининг радикалларга парчаланиши, ионизацияси ва ш.к. юз беради. Қатор кимёвий технологик жараёнлар турли ультратовуш эффектлари таъсирида суюқликларда жадаллашади: эмульсия ҳосил қилиши, дисперсияланиш, дегазация, махаллий қизиш. Ультратовуш таъсирининг турли кўринишларининг бундай боғлиқлиги аксарият ультратовушли технологик жараёнлар учун хосдир.

Биз цемент тизимларини физик-кимёвий фаоллаштиришда ультратовуш тебранишларни қўллаш бўйича чет эл ва махаллий тадқиқотларни таҳлилини ўтказдик. Бундан фақатгина кам сонли ишларгина ультратовуш майдонларининг цемент қоришмалари хусусиятига кучли таъсири тадқиқ этишга бағишланганлиги аён бўлди [6,7,8,9].

Украинада 2001 йилда фаоллашаётган цемент тизимида ривожланган кавитация юзага келтирилишида бетонларнинг хусусиятлари ўзгариши ўрганилган [8]. Аралашма компонентларини фаоллаштириш ишлаб чиқилган реактор-фаоллаштиргичда амалга оширилади. Бунда цемент ҳамирига органи-минерал комплекс киритилган. Кавитацион ҳолатлар боғловчининг янги ҳосил бўлувчилари ва микротўлдиргичнинг юзаси орасидаги ўзаро кимёвий таъсири таъминлайди.

Фаоллаштирилган боғловчи асосидаги бетоннинг қатор физик-механик ва эксплуатацион тавсифлари ўзгариши аниқланган. Умумий ғоваклилик қиймати 3,7...4,4% бўлади. Мустаҳкамликнинг интенсив равишда 2,1...2,4 марта ортиши кузатилади. Фаоллаштирилган боғловчи асосида бетоннинг деформация хусусиятларини тадқиқ этишда анча такомиллашган фазовий тузилиши ҳисобига юқори деформациялилик ҳудуди йўқлиги аниқланди. Бетонларнинг эксплуатацион тавсифларини ошириш цемент тошида оҳакнинг (унинг паст асосли гидросиликат кальцийларга боғланиши ҳисобига) 3...4% га қадар камайиши билан таъминланади.

Рус олимларининг ишларида [6] ўз ичига сув тизимини деаэрациясини ва уни кейинчалик магнитлашни оладиган сувни тайёрлаш технологияси кўриб чиқилган. Ишлаб чиқилган сувни тайёрлаш технологияси Харьков ДСК-1 да текширилган ва вибропрокат услуби билан оғир бетондан ишланмаларни ишлаб чиқаришда жорий этилган. Сувнинг деаэрацияси УЗГ-10, УЗГ-14 ультратовуш генераторлари ёрдамида бажарилади. Унинг чиқиш кучланиши 280-320 В, магнитлаш ток кучи 20 А, тўрли ток кучи 0,1-0,15А, анод токи кучи 1,1-1,4 А. Сувли қоришманинг магнитли қайта ишланиши ЭМА-10 электромагнит аппарати ёрдамида амалга оширилади. Газсизлантирилган сувли қоришмани ДСК-1 шароитларида магнитлаш БСП-6 вибропрокат станларида қўлланиладиган бетон аралашмаларининг қаттиқлигини 50 дан 25-30 сониягача пасайишини ва тайёр ишланмаларнинг распалубка мустаҳкамлигини 30-40 % га ошишини таъминлайди.

Муаллифлар [6] томонидан мазкур қоришма сувини фаоллаштириш услуги самарадорлиги бошланғич сувнинг тузли таркибига ва унинг мўтадиллигига боғлиқлиги аниқланган. Қоришма суви таркибини йўналтирилган ўзгариши ва сув қоришмаларининг кимёвий бирикмалар билан тўйинганлик даражаси ультратовуш ва магнит майдонида қайта ишланган кам концентрацияланган (0,5-2,5%) сув-цемент суспензияларини мақсадга мувофиқ қўллаш имконини беради. Бу иссиқлик-нам ишлов бериш давомийлигини 20-25% қисқартириш ёки цемент сарфини 10-12% га камайтириш имконини беради.

И.А.Рыбев ўз ишида [9] цемент ҳамирини ультратовуш билан фаоллаштиришда айтиб ўтилган уч кальцийли силикатларнинг ( $C_3S$ ) ва  $\beta$ -икки кальцийли силикатларнинг ( $\beta C_2S$ ) гидратациясида юзага келадиган янги ҳосил бўлувчилар асосан  $C_2SH_2$ ,  $CSH(B)$ ,  $C_2SH(D)$  лардан ташкил топишини аниқланган. Маълумки, юқорида биринчи санаб ўтилган икки бирикманинг кристалл қоялари юқори мустақамликка эга ва бу барча санаб ўтилган цемент тошига юқори мустақамлик беради. Юқори даражадаги гидратацияни (99-100% гача) учкальцийли алюминатни ва қоришмалардан юқори дисперсликка эга кубик ҳамда гексагонал (кристалл) кальций гидроалюминатларнинг ( $C_3AH_6$ ) тушиб қолиши билан бўладиган  $C_4AF$  ни ультратовушли фаоллаштириш беради. Бу эса айтиб ўтилган тошнинг кристалл структурасининг турувчанлигини, зичлигини ва мустақамлигини оширади.

Ўтказилган адабиётлар таҳлили цемент тизимларининг структура ҳосил бўлишини жадаллаштириш учун ультратовуш тебранишларни қўллаш самарали эканлиги ҳақида далолат бермоқда. Бироқ сувда, шу билан бирга цемент ҳамирида ёки қоришмасида ривожланган кавитациянинг ҳосил бўлиши катта миқдорда энергия сарфини талаб этади.

Хулоса ўрнида шуни айтиш мумкинки, цемент аралашмаси қориш сувининг хусусиятларига, ҳосил қилинган структуранинг физик-механик ва эксплуатацион тавсифларига паст энергияли ультратовуш тебранишларнинг таъсирини тадқиқ этиш қурилиш материалларини ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишда, унинг таннарҳини камайтириш ва юқори мустақамликка эга материалларни олишда муҳим аҳамият касб этади.

#### Адабиётлар

1. Characterization of Liquids, Nano- and Microparticulates, and Porous bodies using Ultrasound. by A.S. Dukhin, P.J. Goetz, Elsevier, 2 edition, 2010, 518 pages.
2. Handbook on Applications of Ultrasound: Sonochemistry for Sustainability. D. Chen, S. K. Sharma, A. Mudhoo 2011, CRC Press, 739 Pages.
3. Балдев, Радж. Применения ультразвука/ Радж Балдев, В.Раджендран, П.Паланичами: - Москва: Техносфера, 2006 - 576 с.
4. В.Н.Хмелев. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности, сельском и домашнем хозяйстве / В.Н.Хмелев, Г.В.Леонов, Р.В.Барсуков, С.Н.Цыганок, А.В.Шалунов: -Барнаул, АлтГТУ, 2007.- 400 с.
5. Г.А.Фокин. Акустика в строительстве/ Г.А.Фокин, В.А.Смирнов. -Пенза: ПГУАС, 2006.-360 с.
6. И.М.Грушко. Повышение прочности и выносливости бетона /И.М.Грушко, А.Г.Ильин, Э.Д.Чихладзе - Х: Виш. шк. Изд-во при Харьк. Ун-те, 1986.- 152 с.
7. В.Н.Пунагин. Проектирование составов бетона на активированном вяжущем [Текст] / В.Н.Пунагин, Н.Н.Руденко // Сб. науч. тр. "Строительство, материаловедение, машиностроение". - Днепропетровск: ПГАСА. - 1999. - Вып. 9. - Ч. 1. - С. 8-20.
8. Н.Н.Руденко. Физико-химические основы технологии бетонов с высокими эксплуатационными свойствами: Автореф. Дис... д-ра.т.н. -Киев: Киев. нац. ун-т буд-ва и архтг, 2001. - 39 с. укр.
9. И.А.Рыбьев. Строительные материалы на основе вяжущих веществ (искусственные строительные конгломераты): Учебн. пособие для вузов/ И.А.Рыбьев. - М.:Высш.школа,1978. - 309 с.

### References

1. Characterization of Liquids, Nano- and Microparticulates, and Porous bodies using Ultrasound. by A.S. Dukhin, P.J. Goetz, Elsevier, 2 edition, 2010, 518 pages.
2. Handbook on Applications of Ultrasound: Sonochemistry for Sustainability. D. Chen, S. K. Sharma, A. Mudhoo 2011, CRC Press, 739 Pages.
3. Baldev, Radzh. Primeneniya ul'trazvuka/ Radzh Baldev, V.Radzhendran, P.Palanichami: - Moskva: Tehnosfera, 2006 - 576 s.
4. V.N.Hmelev. Ul'trazvukovye mnogofunkcional'nye i specializirovannye apparaty dlja intensivatsii tekhnologicheskikh processov v promyshlennosti, sel'skom i domashnem hozjajstve / V.N.Hmelev, G.V.Leonov, R.V.Barsukov, S.N.Cyganok, A.V.Shalunov: -Barnaul, AltGTU, 2007.- 400 s.
5. G.A.Fokin. Akustika v stroitel'stve/ G.A.Fokin, V.A.Smirnov. -Penza: PGUAS, 2006.-360 s.
6. I.M.Grushko. Povyshenie prochnosti i vynoslivosti betona /I.M.Grushko, A.G.II'in, Je.D.Chihladze - X: Vish. shk. Izd-vo pri Har'k. Un-te, 1986.- 152 s.
7. V.N.Punagin. Proektirovanie sostavov betona na aktivirovannom vjzhashhem [Tekst] / V.N.Punagin, N.N.Rudenko // Sb. nauch. tr. "Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie". - Dnepropetrovsk: PGASA. - 1999. -Vyp. 9. - Ch . 1. - S. 8-20.
8. N.N.Rudenko. Fiziko-himicheskie osnovy tekhnologii betonov s vysokimi jekspluatsionnymi svojstvami: Avtoref. Dis... d-ra.t.n. -Kiev: Kiev. nac. un-t bud-va i arhgt, 2001. - 39 s. ukr.
9. I.A.Ryb'ev. Stroitel'nye materialy na osnove vjzhashhiih veshhestv (iskusstvennye stroitel'nye konglomeraty): Uchebn. posobie dlja vuzov/ I.A.Ryb'ev. - M.:Vyssh.shkola,1978. - 309 s.