

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ,
ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
МАРКАЗИ, ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ВА
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
16.07.2013.К/Т.14.01 РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

ЭШМЕТОВ ИЗЗАТ ДЎСИМБАТОВИЧ

**ЎЗБЕКИСТОН КЎМИРЛАРИ СУВЛИ ДИСПЕРСИЯЛАРИ АСОСИДА
ЯНГИ ТУРДАГИ ЁҚИЛҒИ ЯРАТИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.11-Коллоид ва мембрана кимёси
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент шаҳри – 2015 йил

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Content of the abstract of doctoral dissertation

Эшметов Иззат Дўсимбатович Ўзбекистон кўмирлари сувли дисперсиялари асосида янги турдаги ёқилғи яратиш технологияси.....	3
Эшметов Иззат Дусимбатович Создание технологии нового вида топлива на основе водных дисперсий углей Узбекистана.....	29
Echmetov Izzat Technology creation of water-coal fuel suspension based on Uzbekistan's coals.....	55
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	78

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ,
ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
МАРКАЗИ, ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ВА
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
16.07.2013.К/Т.14.01 РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

ЭШМЕТОВ ИЗЗАТ ДЎСИМБАТОВИЧ

**ЎЗБЕКИСТОН КЎМИРЛАРИ СУВЛИ ДИСПЕРСИЯЛАРИ АСОСИДА
ЯНГИ ТУРДАГИ ЁҚИЛҒИ ЯРАТИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.11-Коллоид ва мембрана кимёси
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент шаҳри – 2015 йил

Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида 30.09.2014/В2014.3-4.Т17 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.ionx.uz) ва «Ziynet» таълим ахборот тармоғида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Агзамходжаев Анварходжа Атаходжаевич
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Салимов Зокиржан
техника фанлари доктори, профессор,
Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси академиги

Аминов Собир Нигматович
кимё фанлари доктори, профессор

Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Фарғона политехника институти

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти, Полимерлар кимёси ва физикаси илмий-тадқиқот маркази, Тошкент кимё-технология институти ва Тошкент Давлат техника университети ҳузуридаги 16.07.2013.К/Т.14.01 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг «__» _____ 2015 йил соат ____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

Докторлик диссертацияси билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (__ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60).

Диссертация автореферати 2015 йил «__» _____ куни тарқатилди.
(2015 йил «__» _____ даги № _____ рақамли реестр баённомаси).

Б.С. Закиров

Фан доктори илмий даражасини берувчи
бир марталик Илмий кенгаш раиси, к.ф.д.

А.М.Реймов

Фан доктори илмий даражасини берувчи
бир марталик Илмий кенгаш котиби, т.ф.д.

С.С. Хамраев

Фан доктори илмий даражасини берувчи
бир марталик Илмий кенгаш ҳузуридаги илмий
семинар раиси, к.ф.д., профессор

Кириш (докторлик диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Нефть ва газ захираларининг доимий камайиши, шунингдек, жаҳон бозорида уларнинг нархининг ошиши туфайли Ўзбекистон ёқилғи-энергетик балансида қаттиқ кўмир ёқилғисининг роли ортиб бормоқда. Аммо, қаттиқ кўмир ёқилғи қўлланилганда вужудга келадиган экологик ва технологик муаммолар, кўмир асосида экологик жиҳатдан зарарсиз ёқилғилар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва уларни амалиётга жорий қилиш зарурияти келиб чиқмоқда. Ҳозирги кунда бу каби ишланмалардан бири – кўмирни сувли-кўмир ёқилғи суспензия (СКЁС) кўринишида ишлатишга асосланган дунё амалиётидаги ишлаб чиқилган технологияси истиқболли ҳисобланади. Кўмирни СКЁС кўринишида ёқиш чангсимон, айниқса, қатламли кўринишда ёқишга нисбатан иқтисодий, экологик ва фойдаланилиш жиҳатидан бир қанча афзалликларга эгадир. СКЁСни амалиётда қўллаш кўмирнинг ёниш самарадорлигини ошириш, кўмирли қолдиқлардан қайта фойдаланиш, энергетик қозонларда майин дисперсли кўмир чангларининг портлаш ҳавфини пасайтириш ҳамда азот ва олтингугурт оксидлари миқдорини атмосферага чиқишини камайитириш имконини беради. Таннархи бўйича нисбатан арзон ёқилғи – СКЁСни амалиётга жорий қилиш моддий ва энергетик ресурсларни тежаш, атроф-муҳит ифлосланишининг олдини олишга ёрдам беради.

СКЁСларнинг замонавий ёқилғилар билан солиштирганда афзаллигини, шунингдек, уларни ишлаб чиқишда арзон бўлган маҳаллий кўмир хомашёсини фойдаланиш мумкинлигини, яъни Ангрен кўнғир ва Шарғун тошкўмирлари асосида юқори турғунликка эга бўлган янги турдаги СКЁСлар олиш усулини ҳисобга олганда, ундан ташқари уларни мазут ва табиий газ ўрнида ҳар қандай турдаги ўчоқ қурилмаларида самарали ёндирилиши республика энергетика ва кўмир саноати ривожланишида истиқболли йўналишлардан бири бўлиб хизмат қилади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2010 йил 15 декабрдаги ПҚ–1442-сон «2011-2015 йилларда Ўзбекистон Республикаси саноатини ривожлантиришнинг устувор йўналишлари тўғрисидаги», шунингдек, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2013 йил 30 октябрдаги 292-сон «Кўмир саноати иқтисодиёти ва ишлаб чиқаришини бошқариш, кўмир маҳсулотларининг янги турларини ишлаб чиқариш соҳасида лойиҳа-қидирув ишларини ва илмий тадқиқотларни амалга ошириш» ва 2013 йил 6 июндаги 161-сон «2013-2018 йиллар давомида кўмир саноатининг аҳоли кўмир маҳсулотларига бўлган эҳтиёжини қондиришга йўналтирилган устувор инвестицион лойиҳаларни амалга ошириш» тўғрисидаги қарорларидан келиб чиққан ҳолда, саноат тармоқларида замонавий фан ютуқларини ва Ўзбекистон кўмирлари асосида самарадор ёқилғилар ишлаб чиқаришнинг илғор технологияларини жорий қилиш борасида белгиланган вазифаларни ҳал этишга ушбу диссертация иши хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига боғлиқлиги. Диссертация иши ИТД-13 «Ёқилғи минерал хом ашё ресурсларини комплекс қайта ишлаш, ўрганиш, баҳо бериш, тоғ-кон саноати чиқиндиларидан самарали фойдаланиш» Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мос равишда бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи.

СКЁСни олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича Department of Aerospace Engineering and Mechanics, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota and Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of California, Irvine (АҚШ), School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangdong Provincial Laboratory of Green Chemical Technology, South China University of Technology (Хитой), Canada coal inc (Канада), Center for Mineral and Coal Technology (Индонезия), Chemical Engineering Department University of Rome, Commission of the European Communities (Италия), Institute of Applied Energy (Япония) каби илмий марказлар ва олий таълим муассасалари томонидан олиб борилмоқда.

Сўнгги йилларда дунё миқёсида, суяқ кўмир ёқилғисини олиш ва уни қўллаш бўйича бир қатор илмий ютуқларга эришилган, жумладан, Institute of Applied Energy ва School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangdong Provincial Laboratory of Green Chemical Technology, South China University of Technology илмий марказларида ёқилғи суспензияси турғунлиги ва кўмир заррачалари седиментацион хоссаларига модификацияланган лигнин ва нафталин таъсири ўрганилиб, сувли-кўмир-суспензияларида (СКС) кўмирдан тўлиқ фойдаланиш мумкинлиги аниқланган; Department of Aerospace Engineering ва Mechanics, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota ва Department of Mechanical ва Aerospace Engineering, University of California, Irvine ва Canada coal inc илмий марказларида сувли суспензияларда кўмир заррачаларини 15 микронгача майдалаш орқали янги турдаги СКЁС олишнинг ҳавфсиз технологияси яратилиб, унда олтингугуртли ёқилғини ёқишда ажраладиган олтингугурт ва азот оксидлари ҳосил бўлишини камайиши, бу эса ўз навбатида атроф-муҳит экологиясини яхшилашга олиб келиши исботланган.

Кўнғир ва тошкўмирлар асосида ҳар томонлама такомиллаштирилган юқори даражали иссиқлик, силжувчанлик ва турғунлик хусусиятларига эга бўлган СКЁСни олиш усуллари ишлаб чиқиш бўйича устувор йўналишларда фаол илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Илмий-техник адабиётларида дисперс системаларни яратиш, уларнинг коллоид-кимёвий хоссаларини ўрганиш ва бошқариш масалалари кенг кўламда кўриб чиқилмоқда. Ўзбекистонда академик К.С.Ахмедов раҳбарлигида коллоид кимё мактаби яратилган бўлиб, унинг вакиллари Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекель, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамходжаев, У.К.Ахмедов, Г.У.Рахматқариев, С.З.Муминов, И.К.Сатаев, О.К.Бейсенбаев ва бошқалар коллоид фанининг

ривожи учун салмоқли ҳисса қўшганлар, етакчи олимлар Д.Т.Забрамний, А.Т.Гаджиев, С.Н.Насритдинов, Р.Х.Гумаров ва бошқалар Ўзбекистон кўмирларини кенг миқёсда ўрганишган. Таъкидлаш лозимки, ҳозирги кунгача юқорида келтирилган олимларнинг илмий-тадқиқот ишларида Ўзбекистон кўмирлари сувли дисперсиялари асосида янги турдаги ёқилғи олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича изланишлар ўтказилмаган.

Хориж олимлари (Деягин Г.Н., Баранова М.П., Кулагин В.А., Луценко С.В., Петраков А.П., Головин Г.С., Горлов Е.Г., Зеков В.М., Ходаков Г.С., Детков С.П., Борзов А.И., Мурко В. И., Зайденварг В.Е., Морозов А.Г., Мосин С.И., Борук С.Д., Seong Y.K., Usui H. Ymasaki, Sunggyu Lee., James G. S., Sudarshan K. L., Hashimoto N., Мацумото Осаму, Цуруи Масаи, Ercolani D., Grinzi F., Nagata K. I., Yano N., Nagamori S. ва бошқалар) томонидан турли хил кўнғир ва тошкўмир конлари асосида СКЁСни олиш технологияларини яратиш ва хоссаларини аниқлаш ҳамда уларни саноатда қўллаш йўналишида жадал ишлар олиб борилмоқда. Аммо, Ангрэн ва Шарғун кўмирлари сувли дисперсиялари асосида янги турдаги ёқилғи олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича илмий-тадқиқотлар олиб борилмаган.

Мазкур диссертация ишида илк мартаба Ўзбекистон кўмирлари асосида экологик хавфсиз ва энергия жиҳатидан самарадор сувли кўмирли ёқилғини олиш, ўрганиш ва қўллаш муаммолари жуда ҳам ўз вақтида ечилган, натижалар назарий ва амалий нуқтаи назардан аҳамиятга моликдир.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация иши ФА-А13-Т159 рақамли «Техноген чиқитлар ва технологик эритмалардан рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологияси» мавзусидаги Давлат илмий-амали гранти (2012-2014 й.й.) ва 2ФА-О-73747 рақамли «Ўзбекистон кўмирлари сувли дисперсиялари асосида янги турдаги ёқилғи олиш ва амалиётда қўллаш» (2014-2015 й.й.) инновацион лойиҳасига мос равишда бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Ўзбекистон кўмирлари асосида СКЁСларни олиш ва уларни саноат корхоналарининг ўчоқли қурилмаларида қўллаш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Мақсадга эришиш учун қуйидаги **тадқиқот вазифалари** қўйилган:

ишлатиладиган кўмирларнинг физик-кимёвий хосса ва таркибларининг (намлик, кул миқдори, учувчан моддалар миқдори, карбоксил ва гидроксил гуруҳлар, иссиқлик чиқариш қобилияти) олинаётган СКЁСларнинг технологик кўрсаткичлари билан ўзаро боғлиқлигини аниқлаш;

кўмирларни майдалашнинг мақбул даражасини ва дисперсион муҳитнинг рН ини аниқлаш;

СКЁСларнинг мақбул таркибини: кўмир ва сув компонентларининг, шунингдек, турғунлаштирувчи ва юмшатувчи қўшимчаалар - $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH , сирт-фаол моддалар (СФМ) ва мазут миқдорларини аниқлаш;

олинган СКЁСларнинг реологик хоссалари, турғунлиги ва оқувчанлигини аниқлаш;

СКЁСни олиш технологиясининг рационал шароитларини (каттик фаза миқдори, реологик хоссалар, турғунлик ва оқувчанлик) аниқлаш;

Ўзбекистон кўнғир ва тошкўмирларидан ёқилғи суспензиясини тайёрлаш технологиясини ишлаб чиқиш;

олинган СКЁС намуналарининг технологик тавсифларини аниқлаш ва уларни тегишли ишлаб чиқариш ўчоқ қурилмаларида ёқиш мумкинлигини тадқиқ қилиш;

СКЁСни ишлаб чиқаришда қўллашнинг иқтисодий самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида маҳаллий Ангрен кўнғир ва Шарғун тошкўмирлари, улар асосидаги олинган СКЁСлар, СКЁСни турғунлаштирувчи ва юмшатувчи қўшимчалар - NaOH, Ca(OH)₂, СФМ ва мазут ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети маҳаллий кўнғир ва тошкўмирлар асосида турғунликка эга СКЁС намуналарини олиш жараёнини, уларнинг реологик хоссалари ва ёқиш жараёнини тадқиқ этишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Ишда физик ва коллоид-кимёвий таҳлил усуллари мажмуаси – реологик, адсорбцион, аналитик ва термик усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қўйидагилардан иборат:

Ангрен кўнғир ва Шарғун тошкўмирларининг физик-кимёвий хоссалари (намлик, кул миқдори, учувчан моддалар миқдори, карбоксил ва гидроксил гуруҳлар, иссиқлик чиқариш қобилияти) аниқланган, улар асосида олинган СКЁСларнинг коллоид-кимёвий – реологик хусусиятлари аниқланган ҳамда юқори ва паст кулли Ангрен ва Шарғун тошкўмирлари асосида СКЁСлар олинган;

СКЁСга қўшиладиган турғунлаштирувчи ва юмшатувчи қўшимчаларнинг (NaOH, Ca(OH)₂, СФМ) мақбул миқдорлари топилган. Ёқилғига NaOH ва Ca(OH)₂ турғунлаштирувчилар миқдорини унинг массасидан 0,5-2,0% оралиғида қўшганда, СКЁСнинг қовушқоқлиги ортган, силжишнинг динамик кучланиши эса камайган, ҳарорат 20⁰С дан 60⁰С гача оширилганда СКЁС қовушқоқлиги 1,5-2,0 баробар камайган, силжишнинг динамик кучланиши эса 2 баробар ортган;

кўнғир кўмир асосида олинган СКЁС қовушқоқлиги тошкўмир асосида олинган СКЁС қовушқоқлигига нисбатан бирмунча юқорилиги аниқланган, масалан, агарда ушбу қиймат 2БПК маркадаги кўнғир кўмир асосида олинган СКЁС учун 2,52 Па·с ни ташкил этган бўлса, унда 1ССКОМ маркадаги тошкўмир асосидаги СКЁС учун 1,84 Па·с га тенг эканлиги аниқланган;

СКЁС таркибидаги кўмир заррачалари ўлчами 50 мкм гача бўлган (80%) фракциялардан ташкил топган ёқилғининг структуравий қовушқоқлик, турғунлик, оқувчанлик ва ёнувчанликга таъсири аниқланган. 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 ва 1ССКОМ маркалардаги кўмирлар асосида олинган СКЁСлар учун қаттик фазалар миқдори мос равишда 38-40%, 44-46%, 49-51% ва 52-55% ни ташкил этган;

2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 маркалардаги Ангрен кўнғир кўмирларини мазут билан модификациялаш (ёқилғи массасидан 4-16%) орқали турғун ва юқори иссиқлик чиқариш қобилятига эга СКЁСлар олинган. 2БПК марқадаги кўмир асосида олинган СКЁС учун мақбул шароитда ёқилғининг иссиқлик чиқариш қобиляти 2900 ккал/кг ташкил этиши кўрсатилган;

ёндириш ўчоқларида ёқилғи ҳамда ҳавони олдиндан иситиб берадиган янги факел горелкасини қўллаш асосида СКЁСнинг мўътадил ва тўлиқ ёниш технологиясининг оптимал режимлари аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қўйидагилардан иборат:

нормал реологик хоссаларга эга бўлган СКЁС намуналарини олишда нафақат қаттиқлиги 2,5 мг-экв/л бўлган ичимлик суви, балки арзон ва иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ рухсат этилган концентрация (РЭК) меъёрларига жавоб берадиган (4,4 мг-экв/л) ишлаб чиқариш оқава сувларидан фойдаланиш мумкин;

олинган СКЁС намуналарини янги аланга горелкасини ишлатиш орқали ўчоқ қурилмаларида ёқиш мумкинлиги аниқланди ва уларни ёқиш жараёнида кўмирнинг тўлиқ ёниши (98,0÷99,7%) кўрсатилди;

паст ва кўп миқдорда кул тутган Ангрен кўнғир ва Шарғун тошкўмирлари асосида СКЁСлар олинди ва янги аланга горелкасини ишлатиш асосида ёқилғи суспензияларини бир маромда ва тўлиқ ёқиш технологиясининг мақбул режимлари ишлаб чиқилди.

Олинган СКЁСлар альтернатив ёқилғи сифатида республиканинг бир қатор иссиқлик ва энергетик агрегатларида, қишлоқ хўжалиги ва коммунал соҳаларида кенг қўламда фойдаланишга тавсия этилди.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилигига Тадқиқотнинг асосий мазмуни, хулосалар ва тавсияларнинг асосланганлиги ҳеч қандай шубҳа туғдирмайди, чунки улар тадқиқотнинг замонавий коллоид-кимёвий ва физик-кимёвий усуллари асосида шакллантирилган, ундан ташқари ишлаб чиқилган СКЁСларни ёқиш технологияси тажриба-саноат синовдан ўтказилган ва ишлаб чиқаришга жорий этиш учун тавсия этилган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, асосий коллоид-кимёвий параметрлар – СКЁСнинг реологик тавсифининг кўмирларнинг физик-кимёвий хоссаларига (кул миқдори, намлик сифими, иссиқлик чиқариш, учувчан моддалар миқдори, карбоксил ва гидроксил гуруҳлар), уларнинг ёқилғи суспензиясида миқдорий таркиби, кўмир заррачаларининг дисперслик даражаси, турғунлаштирувчи ва юмшатувчи қўшимчалар (NaOH, Ca(OH)₂, СФМ) миқдори ва дисперсион муҳитнинг рН ига корреляцион боғлиқлиги аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, илк бор Ўзбекистондаги Ангрен кўнғир ва Шарғун тошкўмирлари асосида СКЁСлар олинган. Ёқилғи ва сиқилган ҳавони олдиндан қиздиришни амалга оширишга имкон берувчи янги аланга горелкасини ишлатиш натижасида СКЁС

наъмуналарини ўчоқ қурилмаларида бир маромда ва тўлиқ ёқиш технологиясининг мақбул режими ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ўзбекистон кўнғир ва тошқўмирлари асосида СКЁС олиш ва уни ёқиш жараёнида анъанавий суяқ нефть ёқилғиси ўрнига қўллаш бўйича ишлаб чиқилган технологик регламент Олмалик кон-металлургия комбинати томонидан тасдиқланган. СКЁСни олиш ва ёқиш технологиялари саноат миқёсида Олмалик кон-металлургия комбинатида 2013-2014 йилларда тажриба-саноат синовларидан ўтказилиб, ўчоқни реконструкциялаш асосида амалиётга жорий қилинган (Олмалик кон-металлургия комбинатининг 2013 йил 21 июль ва 2014 йил 20 ноябридаги далолатномалари ҳамда 2015 йил 24 мартдаги 1818-сон маълумотномаси). Мазут ўрнига тавсия этилган СКЁС ёқилганда, йиллик иқтисодий самара 291,6 млн. сўмни ташкил этади.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари қуйидаги Халқаро ва Республика илмий-амалий анжуманларда: Кимёвий технология Халқаро анжуманида, ХТ12 (Тошкент, 2012); «Новые композиционные материалы на основе органических и неорганических ингредиентов» Республика илмий-техник анжуманида (Тошкент, 2012); V, VI ва VII Республика инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар ярмаркаларида (Тошкент, 2012, 2013, 2014); «Современные проблемы высшего образования и науки в области химии» Халқаро Симпозиумида (Алмати, 2013); «Каталитические процессы нефтепереработки, нефтехимии и экологии» Халқаро анжуманида (Тошкент, 2013); «Ресурсо- и энергосберегающие экологически безвредные композиционные материалы» Халқаро илмий-техникавий анжуманида (Тошкент, 2013); «Ингредиенты из местного и вторичного сырья для получения новых композиционных материалов» Республика илмий-техникавий анжуманида (Тошкент, 2014); «Состояние и перспектива развития коллоидной химии и нанохимии в Узбекистане» Республика илмий-техникавий анжуманида (Тошкент, 2014); International scientific conference «European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences. 4th Халқаро илмий анжуманида (Vienna, 2014); «Проблемы утилизации отходов быта и промышленного производства» IV-Халқаро экологик илмий анжуманида (Краснодар, 2015); «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них» Республика илмий-техникавий анжуманида (Тошкент, 2015); «Химия и экология - 2015» Халқаро илмий-амалий анжуманида (Салават, 2015); Фан доктори илмий даражасини берувчи 16.07.2013. К/Т.14.01 рақамли бир марталик Илмий кенгаш қошидаги бир марталик Илмий семинарда (22 май 2015й.) муҳокамасидан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 43 та илмий иш, жумладан, 1 та монография, 17 та илмий мақола хорижий ва республика илмий журналларида, 24 та мақола ва тезис материаллари халқаро ва республика анжуманлари тўпламларида чоп этилган ва ЎзР патентини олиш учун 1 та талабнома олинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, 255 номдаги фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган. Иш 174 бет саҳифа матнида баён қилиниб, 41 та жадвал ва 29 та расми ўз ичига олади.

Диссертациянинг асосий қисми

Кириш қисмида муаммонинг долзарблиги ва мавзусининг зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари аниқланган, диссертация ишининг илмий янгилиги ва амалий аҳамияти шакллантирилган.

Диссертациянинг биринчи боби **«Сувли кўмир ёқилғи суспензияларини олиш усуллари, хоссалари ва самарали ёқишнинг замонавий ҳолати ҳақида»** мавзусига бағишланган адабиётлар шарҳи бўлиб, унда СКЁСлар олиш технологиялари ва уларни ўчоқ қурилмаларида ёқиш мумкинлигининг замонавий ҳолати кўриб чиқилган. СКЁСлар таркиби, уларнинг реологик хоссалари ва ёқиш усуллари, шунингдек, уларни лаборатория ва саноат шароитларида ёқиш учун қўллаш мумкинлиги кўриб чиқилган. Адабиёт манбаларини таҳлил қилиш натижалари мавзусининг долзарблигини, диссертацияда кўрилатган муаммоларнинг қўйилишини ва уларни назарий ва тажриба усуллари билан босқичма-босқич ечиш лозимлигини тасдиқлайди.

Диссертациянинг иккинчи боби **«Кўмирларнинг физик-кимёвий хоссалари ва тадқиқот усуллари»** мавзусида бўлиб, ўрганилаётган кўмирларнинг физик-кимёвий ва иссиқлик бериш хоссалари тадқиқ этилган, тажрибаларни ўтказиш ва олинган СКЁСларнинг хоссаларини аниқлаш усуллари баён этилган.

Маълумки, Ўзбекистон кўмирнинг катта захираларига (1900 млн тонна) эгадир, жумладан, 1853 млн. тонна қўнғир кўмир, 47 млн тонна тошкўмир захираси мавжуд. Биз СКЁСни олиш, хоссаларини ва ёқишини аниқлаш бўйича тажриба ишлари учун ундаги кул ва йўлдош минераллар миқдорини ҳисобга олган ҳолда, 2БПК маркадаги (кул миқдори 12,8%) Ангрен қўнғир кўмири, 2БОМСШ-Б1 ва 2БОМСШ-Б2 маркалардаги (кул миқдори мос равишда 34,7% ва 50,7%) кондицион товар кўринишидаги Ангрен кўмирлари ва 1ССКОМ (кул миқдори 10,3 %) маркадаги Шарғун тошкўмири намуналари танлаб олинди. Кўмир намуналари «Ўзбеккўмир» АЖ томонидан тақдим этилган.

СКЁС олиш учун яроқли кўмирлар сифатига қўйиладиган талабларга мувофиқ, асосан қуруқ кулсиз ҳолатга ҳисоблаганда учувчан моддаларнинг чиқими 40,8% гача ва кул миқдори 15-35% гача бўлган кўмирлардан фойдаланилди. Шу нуқтаи назардан, 2БПК маркадаги Ангрен қўнғир кўмири ва 1ССКОМ маркадаги Шарғун тошкўмирлари нисбатан мос келади. Ундан ташқари, СКЁСни кенг миқёсда қўлланилиш мумкинлигини ҳисобга оғанда, кондицион товар кўринишидаги 2БОМСШ-Б1 ва 2БОМСШ-Б2 маркалардаги Ангрен қўнғир кўмирлари ҳам ўрганилди. Танлаб олинган кўмирларнинг физик-кимёвий тавсифлари 1-жадвалда келтирилган. Унга кўра, 2БПК,

2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2, 1ССКОМ маркалардаги кўмир намуналари таркиби кўйидагича тавсифланади: СООН ва ОН гуруҳлари миқдорининг суммаси мос равишда 1,72; 1,81; 1,66; 0,56 мг-экв/г, ва учувчан компонентлар миқдори 40,2; 34,2; 50,7; 40,8%.

1-жадвал

**Ангрен кўнғир ва Шарғун тошкўмирларининг тавсифлари
(1 – 2БПК маркали Ангрен кўнғир кўмири, 2 – 2БОМСШ-Б1 маркали
кондицион товар кўринишидаги Ангрен кўмири, 3 – 2БОМСШ-Б2
маркали кондицион товар кўринишидаги Ангрен кўмири, 4 –1ССКОМ
маркали Шарғун тошкўмири)**

Кўмир намуналари рақамлари	Техник таҳлил				Учувчан моддаларнинг чиқиши (ёниш массасидан), %	Кимёвий таҳлил			Ёниш иссиқлиги, ккал/кг; (МЖ/кг)	
	Намлик, %		Кул, %			Кўмир ёниш массасидаги миқдор мг-экв/г				
	Ишчи ёқилғи, W ^p	Аналитик намуна, W ^A	Аналитик намуна, A ^л	Куруқ масса, A ^c		СООН гуруҳ	ОН гуруҳ	СООН+ОН умумий миқдори	Куйи	Юқори
1	40,0	10,0	11,5	12,8	40,2	0,32	1,4	1,72	3200 (15,3)	8160 (34,28)
2	40,0	11,6	30,9	34,7	34,2	0,21	1,6	1,81	2700 (11,34)	7040 (29,6)
3	40,0	16,7	47,4	50,7	33,1	0,16	1,5	1,66	2300 (9,66)	6290 (26,43)
4	10,0	10,2	1,0	10,5	40,8	0,36	0,2	0,56	6200 (26,05)	8720 (36,34)

2БПК ва 1ССКОМ маркадаги кам кул миқдори тутган кўмирлар учун энг паст ёниш иссиқлиги мос равишда 3200 ва 6200 ккал/кг (15,3 ва 26,05 МДж/кг), 2БОМСШ-Б1 ва 2БОМСШ-Б2 маркадаги юқори кул миқдори тутган кўмирлар учун эса 2700 ва 2300 ккал/кг (11,34 ва 9,66 МДж/кг) ни ташкил этади. Юқорида келтирилган 2БПК, 1ССКОМ, 2БОМСШ-Б1 ва 2БОМСШ-Б2 маркалардаги кўмирлар учун энг юқори ёниш иссиқлиги мос равишда 8160, 8720, 7040 ва 6290 ккал/кг (34,28; 36,34; 29,6; ва 26,43 МДж/кг) ни ташкил этади. Кул миқдордаги қийматга сезиларли миқдорда гил кўшимчалари билан тавсифландиган 2БОМСШ-Б2 эга бўлди.

Диссертациянинг учинчи боби «Сувли кўмир ёқилғи суспензияларини олиш технологияси ва уларнинг коллоид-кимёвий хоссаларини ўрганиш» мавзусига бағишланиб, унда СКЁСларни олиш технологияси ишлаб чиқилган ва уларнинг коллоид-кимёвий хоссалари ўрганилган.

Сувли кўмир ёқилғи суспензиялари – бу икки фазадан ташкил топган микрогетероген дисперс системалардир. Бунда фазалардан бири узлуксиз бўлиб дисперсион муҳит сифатида хизмат қилади, унинг хажмида бошқа

дисперсион фазани намоён қилувчи кўмир заррачалари тақсимланган. Заррачалар ўлчами бир неча нанометрдан 100 гача ва ундан ортиқ мкм гача ўзгариши мумкин. Барча дисперс системалар учун фундаменталь физик-кимёвий белгилар умумийдир: гетерогенлик, яъни фазалар қатламида чегара сиртлари мавжудлиги ва дисперслик (майдаланганлик) ҳисобланади. Бу омилларнинг майин дисперс системалар агрегат ва седиментацион барқарорлигини намоён қилишдаги ўрни, заррачалар ўлчамларининг ва уларнинг суюқ муҳитдаги миқдори камайиши билан вужудга келади. Шунга мос равишда эркин фазалар оралиғи энергияси ҳам ортади. Коагуляция жараёни айниқса агрегатив беқарор лиофобли дисперс системаларда жадал кетади ва суюқ муҳитда дисперс фаза зарралари критик миқдорга етганда, ҳажмли бўшлиқда структуравий тўрнинг ўз-ўзидан вужудга келиши рўй беради, бунда асосий элементлар заррачалар ўртасидаги боғланиш ҳисобланади, умумий олганда дисперс системанинг бутун ҳажмига оид ячейкаларни ҳосил қилади, у бунда структуравий шаклланади, яъни мутлақо янги ҳолатга ўтади. Фазовий тузилишларнинг вужудга келиши, яъни эркин дисперс ҳолатдан боғланган дисперс (агрегатли) ҳолатга ўтиш дисперс системаларнинг тузилишли-механик хоссаларини тубдан ўзгартиради. Бунда, улар агрегатли барқарорлигини тўлиқ йўқотади ва седиментацион барқарор ҳолатга ўтади, чунки структуравий тўрнинг мавжудлиги чўкишда қайд қилинган дисперс фаза заррачаларини ушлаб туради. Шу билан биргаликда, бундай системалар оқувчанликни, енгил ҳаракатчанликни йўқотади, уларнинг қовушқоқликлари дисперсликнинг ўсиши ва шунга мос равишда заррачалар ўлчамининг ва дисперс муҳитда улар миқдорининг камайиши билан ортиб боради.

Кўмир асосида қозон агрегатли ўчоқларда тўғридан-тўғри ёқиш учун яроқли бўлган турғун сувли кўмир суспензиясини олиш учун аввалом бор мазкур технологик жараёнда асосий кўрсаткичлардан бири бўлган кўмирнинг майдаланиш хоссасини тадқиқ қилиш лозим. Маълумки, кўмир заррачаларининг майдаланиш даражасини кўмир майдасининг умумий массасига нисбатан тахминан 50% миқдоргача, яъни 50 микрондан кичик бўлиши, сувли кўмир суспензияларнинг реологик хоссаси, седиментацион турғунлиги ва ёниш ҳарорати каби муҳим хусусиятларига боғлиқ бўлади.

Шарли лаборатория тегирмонида эзиб, майдаланган кўмир намуналарининг фракция таркиби таҳлилнинг элаш усулида 0,16-0,05 мм (50-160 мкм) ўлчам оралиғида аниқланди. Кўмирнинг майдалаш вақти, майин фракциянинг (>50 мкм) максимал чиқими бўйича аниқланди. Бундан ташқари, СКЁСнинг реологик хусусияларига майдалаш жараёнининг давомийлиги ва сақлаш ҳароратининг таъсири бўйича тадқиқотлар ўтказилди. 2-жадвалда майдалаш жараёни давомийлигининг Ангрен қўнғир кўмири (2БПК, 2БОМСШ-Б-1, 2БОМСШ-Б2 маркалари) ва Шарғун тошкўмирининг (1ССКОМ маркаси) фракцион таркибига таъсир этиш натижалари келтирилган. Майдалаш давомийлигининг ортиши билан кўмирнинг 0,05 мм кам ўлчамдаги фракция чиқими ортади, бу ўз навбатида

СКЁСнинг қовушқоқлик ва турғунликларининг ортишига имкон беришини кўрсатди. Кўмирнинг таркибида 78-80% тутган 50 мкм дан кам ўлчамли фракциядаги СКЁСни олишда Ангрен кўмири учун 240 дақиқа, Шарғун тошкўмири учун эса 360 дақиқа давомида майдалаш етарли бўлиши аниқланди. 1000 г масса атрофида олинган намуналар 25°С да сақланди.

2-жадвал

Майдаланган Ангрен кўнғир кўмири (2БПК, 2БОМСШ-Б-1, 2БОМСШ-Б-2 маркалари) ва Шарғун тошкўмири (1ССКОМ маркаси) фракцион таркибларининг майдалаш давомийлигига боғлиқлиги

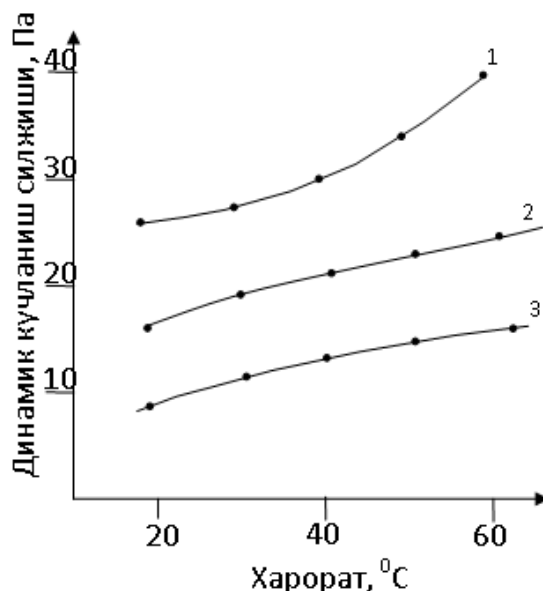
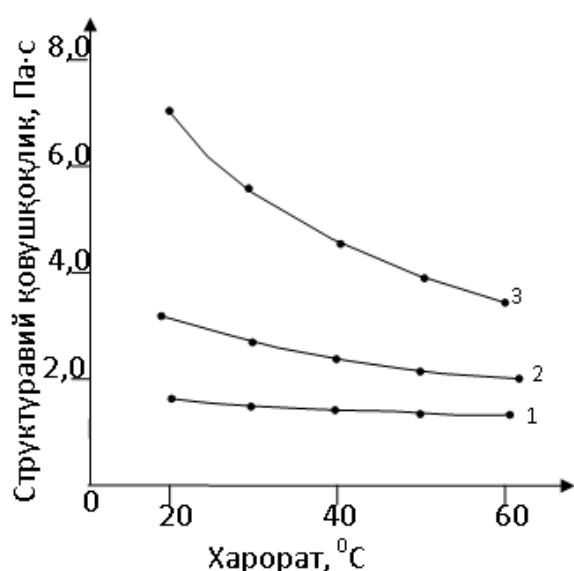
Майдалаш давомийлиги, мин	Фракцион таркиб, %			
	0,05 мм дан кичик	0,1-0,05 мм	0,16-0,1 мм	0,16 мм дан катта
2БПК маркали Ангрен кўнғир кўмири				
20	21	24	28	27
40	27	33	24	16
60	31	40	19	10
240	78	22	0	0
2БОМСШ-Б1 маркали Ангрен кўнғир кўмири				
60	26	16	10	48
120	30	15	15	40
240	34	32	17	17
360	49	29	12	10
480	78	17	3	2
2БОМСШ-Б2 маркали Ангрен кўнғир кўмири				
60	22	14	12	52
120	26	18	15	41
240	31	29	19	21
360	43	23	16	18
480	66	23	7	4
600	80	11	5	4
1ССКОМ маркали Шарғун тошкўмири				
20	11	21	26	42
40	14	28	22	36
60	22	32	18	28
240	52	28	15	5
360	82	18	0	0

Қайд қилинган ҳароратда сақлашга қўйилган вақтдан кейин СКЁСнинг реологик хоссалари аниқланди. Сақлаш жараёнида натрий ва кальций гидроксиди қўшимчалари қўллаш орқали олинган суспензияларда реологик кўрсаткичлар кам ўзгариши кузатилди.

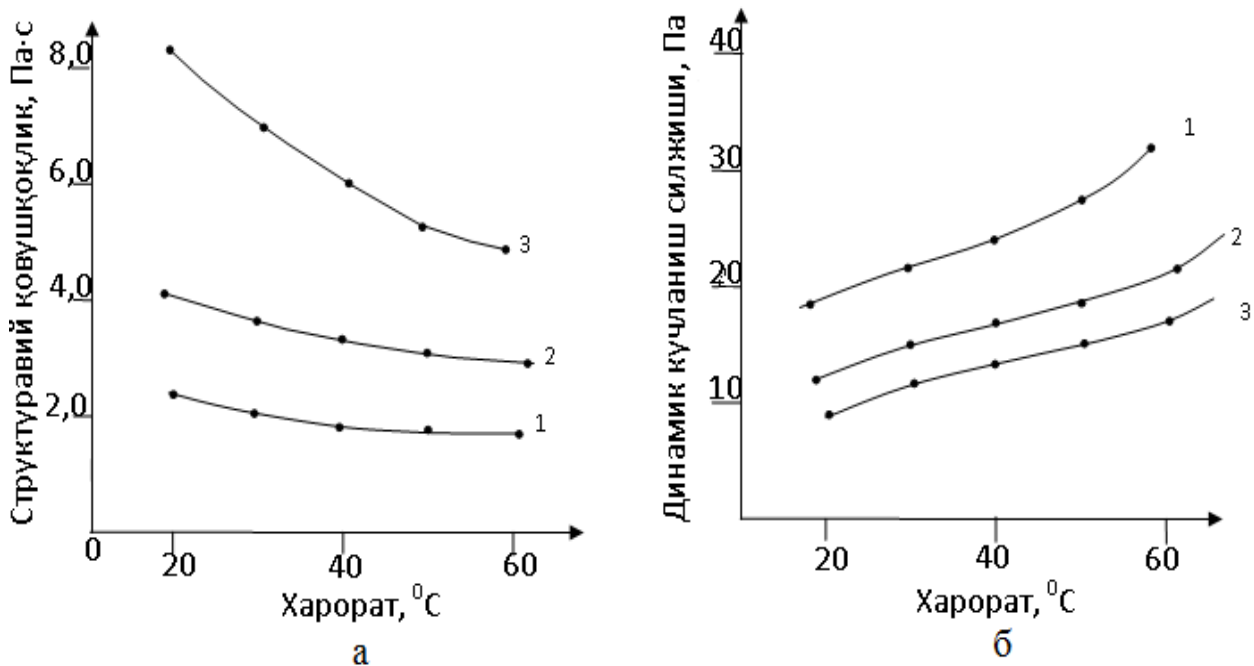
Ҳароратнинг СКЁС қовушқоқлигига ва силжиш кучланишига таъсири. СКЁСларнинг реологик хусусиятлари уларнинг технологик яроқлилигини белгиловчи асосий кўрсаткич ҳисобланади. Улар системанинг қаттиқ ва суюқ фазалар орасида содир бўладиган физик-кимёвий жараёнлари билан аниқланади, демак, уларни қўллашнинг муайян шароитларига мувофиқ ҳолда баҳоланади. Тошкўмирдан олинган суспензияларнинг реологик

хусусиятларига ҳароратнинг таъсири ўрганилган бир қатор илмий ишлар мавжуд. Аммо, ҳозирги кунгача, қўнғир кўмир асосида олинган суспензиялар учун бу каби тадқиқотлар баъзи ишлардан (Баранов М.П. ва бошқалар) ташқари амалий жиҳатдан ўтказилмаган. Шу сабабдан, қўнғир кўмир асосида олинган СКЁСнинг реологик хусусиятлари 20⁰С - 60⁰С ҳарорат оралиқларида ўрганилди. Уни танлаш ёқилғини фойдаланиш параметрларининг ўзгариши мумкинлиги билан асосланади. СКЁСнинг қаттиқ фазаси сифатида 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 ва 1ССКОМ маркалардаги кўмирлар фойдаланилди. Суспензияларнинг реологик хоссаларига қаттиқ фаза миқдорининг таъсирини бартараф қилиш учун олинган СКЁСларнинг фракцион таркиби доимий сақланди ва бу қўйидаги қийматларга мос келади: 0-50 мкм – 78-82 %; 50-100 мкм – 15-19 %; >1 мм – 1 % гача. Қаттиқ фаза миқдори 36-55 % ни ташкил этди.

Тажрибаларда, кимёвий қўшимчаларсиз ва турғунлаштирувчи ҳамда юмшатувчи қўшимчалар NaOH, Ca(OH)₂ ва СФМ билан олинган суспензиялар тадқиқ қилинди. СКЁСлардаги қаттиқ фаза миқдори назорати уларнинг реологик параметрларини аниқлашдан олдин ва кейин амалга оширилди. Ҳар хил ҳароратларда реологик хусусиятларни аниқлаш учун суспензия намуналари ВСН-3 ускунасининг улчагич бўшлиғига жойлаштирилди ва 15 дақиқа давомида ўлчагич тизими билан биргаликда термостатга қўйилди. 1- ва 2-расмларда СКЁСнинг структуравий қовушқоқлигининг ва силжишдаги динамик кучланишнинг ҳароратга боғлиқлиги кўрсатилган. Ҳароратнинг 20⁰С дан 60⁰С гача кўтарилишида турғунлаштиргич қўшилмалари ва улар қўшилмаганда СКЁСнинг структуравий оқувчанлиги 1,5-2 баробар камаяди.



1-расм. Таркибида 35% кўмир ва NaOH қўшилмалари бўлган 2БПК маркали Ангрен қўнғир кўмири асосида олинган СКЁС қовушқоқликнинг (а) ва динамик кучланиш силжишининг (б) ҳароратга боғлиқлиги: NaOH %: 1 - 0,5 ; 2 - 1,0; 3 - 2,0



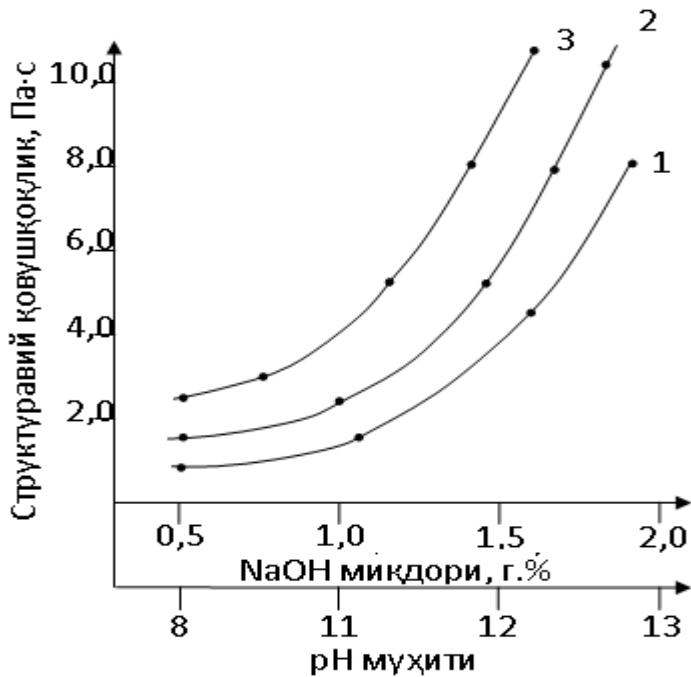
2-расм. Таркибида 35% кўмир ва $\text{Ca}(\text{OH})_2$ қўшилмалари бўлган 2БПК маркали Ангрен қўнғир кўмири асосида олинган СКЁС қовушқоқликнинг (а) ва динамик кучланиш силжишининг (б) хароратга боғлиқлиги: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ %: 1 - 0,5 ; 2 - 1,0; 3 - 2,0;

Бунда, турғунлаштиргичларни фойдаланиш суспензияларнинг структуравий қовушқоқлигини сезиларли пасайтиради, бу ўз навбатида уларда қаттиқ фаза миқдорини ошириш имконини берди.

Суспензияларнинг силжишдаги динамик кучланиши харорат 60°C гача ошиши билан 2 баробар ортади.

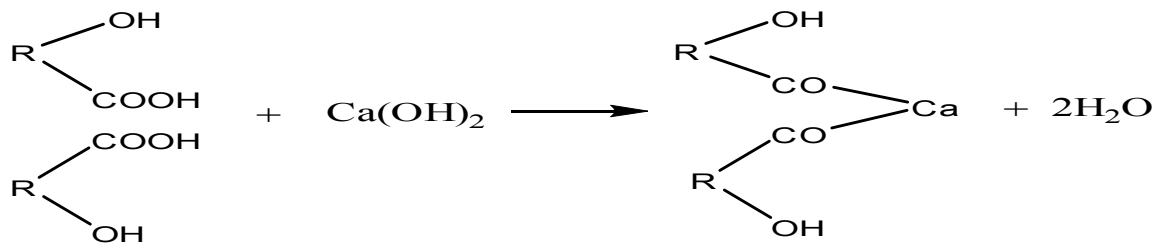
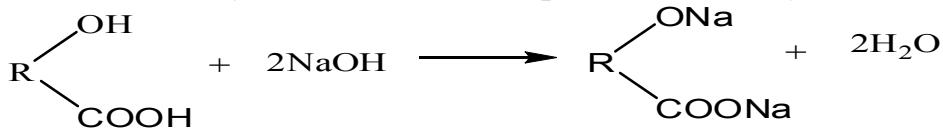
Турғунлаштурувчи сифатида NaOH қўллаш силжишнинг динамик кучланишини бир маромда ошириб борди, масалан, NaOH ни 2,0% миқдорда қўшиш СКЁС силжишдаги динамик кучланиш қиймати 20°C хароратда 9,0 Па дан 60°C хароратда 16,0 Па гача ортади. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ қўшилган ёқилғи суспензияларда ҳам силжишда динамик кучланиш харорат кўтарилиши билан ортади, масалан, 2,0% миқдорда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ қўшилганда силжишдаги динамик кучланиш қиймати 20°C хароратда 8,5 Па дан 60°C хароратда 14,5 Па гача ортади.

СКЁСнинг қовушқоқлиги ва турғунлигига дисперсион муҳитнинг рН и таъсири. 3-расмда СКЁС қовушқоқлигининг киритилган натрий гидроксиди миқдори ва муҳит рН ига боғлиқлиги кўрсатилган. 3-та турда ўрганилаётган кўмир наъмунаси учун СКЁС қовушқоқлиги NaOH нинг 0,5 концентрациясида ва муҳит рН 8-9 да минимал қийматга эга бўлади. Шунга ўхшаш ҳолат $\text{Ca}(\text{OH})_2$ билан кузатилади. Ишқорларнинг сувли эритмалари кўмир билан таъсирлашган ҳолда биринчи босқичда гумин кислоталарни, уларнинг натрийли ва кальцийли тузларига ўтказди ва бунда суспензиянинг рН и ўзгармайди.



3-расм. СКЁС қовушқоқлигининг натрий гидроксидининг миқдорига ва рН муҳитига боғлиқлиги: 1 – 35% 2БПК маркали Ангрен бўлакли кўмир; 2 – 45% 2БОМСШ-Б1 маркали кондицион товар кўмири; 3 – 50% 2БОМСШ-Б2 маркали кондицион товар кўмири.

Паст концентрациядаги ишқорнинг кўмир билан таъсирлашувининг биринчи босқичи қуйидаги тенглама орқали намоён бўлади:

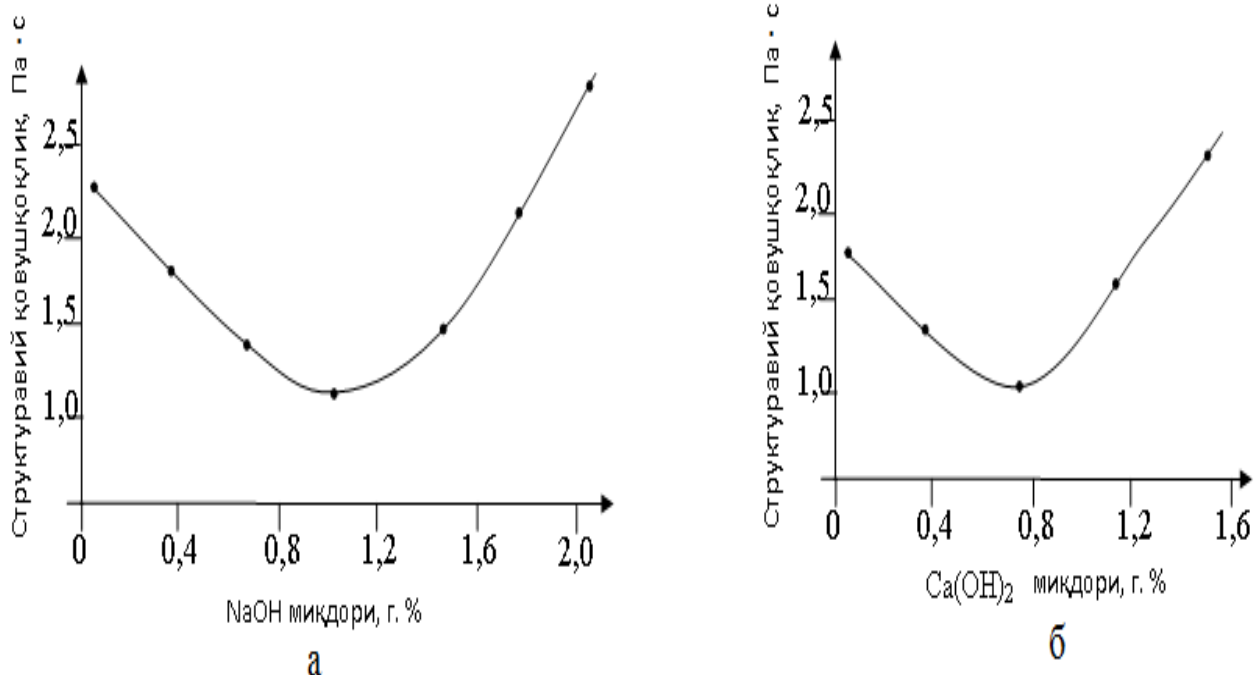


бу ерда, (R(OH)COOH) – кўмирнинг гумин кислотаси.

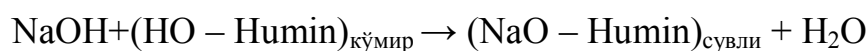
Кейинчалик, NaOH ва Ca(OH)₂ миқдорларининг кўпайиши билан гумин кислоталарнинг эритмага ўтиши кузатилади. Na ва Ca гуматлари СКЁСни турғунлаштиради ва унинг қовушқоқлигини оширади. Қовушқоқлик ва силжишдаги динамик кучланиш суспензиянинг таранглик хоссасини белгилайди ва суюқ фазада қаттиқ заррачаларнинг ўзаро таъсирлашиш характерига боғлиқ бўлади.

Турғунлаштирувчи кўшимчаларнинг (лигносульфонатлар, кўмирли ишқорий реагент – КИР, NaOH, Ca(OH)₂ ва бошқалар) аксарияти ишқорий муҳитга эгадир. СКЁСнинг структуравий қовушқоқлигининг киритиладиган ишқор миқдорига боғлиқлиги унинг концентрацияси 0,2% дан 2,0 % гача бўлган оралиқларда минимал қийматдаги экстремал хусусиятга эга бўлади (4-расм). Ишқор миқдорини 1% гача ошириш сарик чўкма ҳосил қилиш орқали суспензиянинг қатламланишига олиб келади. Адабиётларда ушбу асосга қуйидагича изоҳ берилган: биринчи босқичда, сувли ишқор кўнғир

кўмир билан таъсирлашиб, гумин кислоталарини сувли фазада уларнинг натрийли тузларига ўтказди:



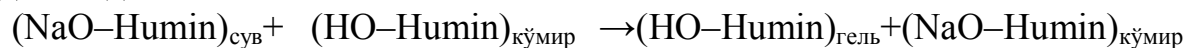
4-расм. Турли маркали Ангрен кўмирлари асосида олинган СКЁС структуравий қовушқоқлигининг кўшилаётган натрий ва кальций гидроксиди стабилизаторларининг миқдорига боғлиқлиги.



бу ерда $(\text{HO} - \text{Humin})_{\text{кўмир}}$ – кўмирдаги гумин кислоталари, $(\text{NaO} - \text{Humin})_{\text{сувли}}$ – эриган гумин кислотанинг натрийли тузлари ҳосил бўлади.

Гумин кислоталарнинг натрийли тузлари сувда ҳақиқий эритма ҳолатида бўлади ва айнан гумин кислоталарни унинг тузларига тўлиқ ўтишини таъминлайдиган ишқорнинг юқори концентрацияларида СКЁС шундай ҳолатга эга бўлади (0,2-2,0% дан юқори 4-расм).

Ишқорнинг паст концентрацияларида унинг кўмир билан таъсирлашишининг биринчи босқичи юқорида келтирилган тенглама билан ифодаланади:



кейин эса гумин кислоталари тузларининг гидролизи босқичи кетади ва эритмадан натрий ионлари кўмирнинг қаттиқ фазасига кўчиб ўтади. Ушбу жараён айнан ишқорнинг паст концентрацияларида кетади ва сувли кўмир суспензиясини турғунлаштирадиган ва қовушқоқлигини камайтирувчи гумин кислоталарининг коллоид-гель ҳолатига ўтадиган ҳақиқий эритма, гумин кислоталарининг коагуляциясига олиб келади.

Шундай қилиб, СКЁС қовушқоқлигининг киритилаётган ишқор миқдорига боғлиқлиги, ишқор концентрациясининг 0,75% дан 1,0 % гача оралиқдаги минимал қийматларида экстремал хусусиятга эгадир. 3-жадвалда майдалаш давомийлигининг СКЁСларнинг майдаланиш даражаси ва хоссаларига таъсир қилишини ўрганиш натижалари келтирилган. Жадвалдан

кўришиб турибдики, кўмирни майдалаш давомийлигининг ортиши билан кўмир заррачаларининг 50 мкм (R_{50}) дан кам фракциясининг чикими кўпаяди ҳамда шунга боғлиқ равишда СКЁСнинг қовушқоқлиги ва унинг турғунлиги ортади. Кўмирнинг заррачалар ўлчами 50 мкм дан (R_{50}) кам бўлган фракцияси 80% тутган СКЁСни олиш учун МБЛ типигаги шарли тегирмонни ишлатишда 50-60 дақиқа майдалаш етарли эканлиги аниқланди.

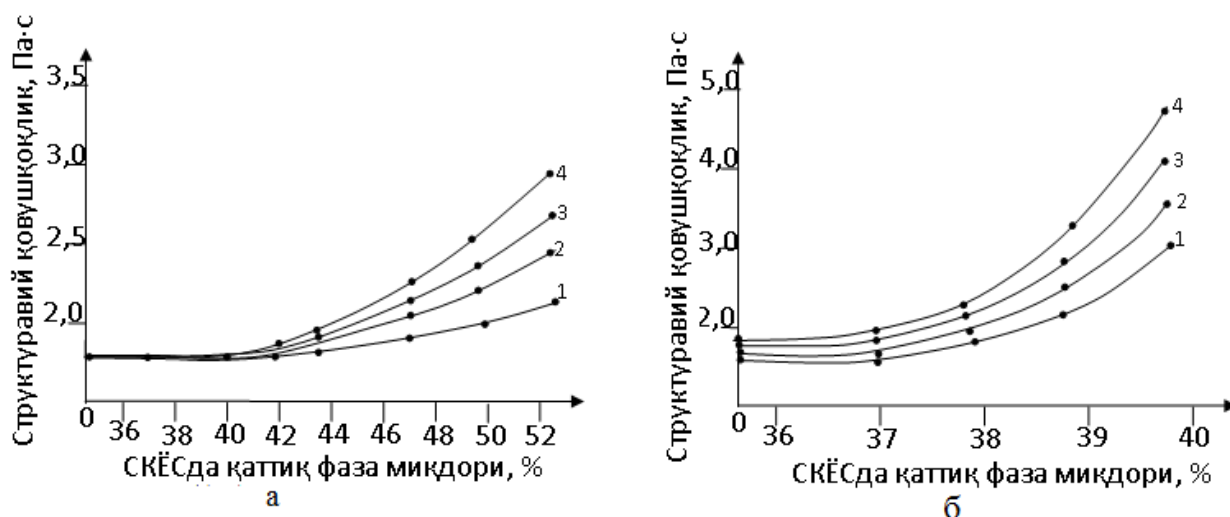
3-жадвал

Майдалаш давомийлигининг 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 ва 1ССКОМ кўмирлари асосида олинган СКЁС хоссалари ва майдаланиш даражасига майдалаш давомийлигининг таъсири *

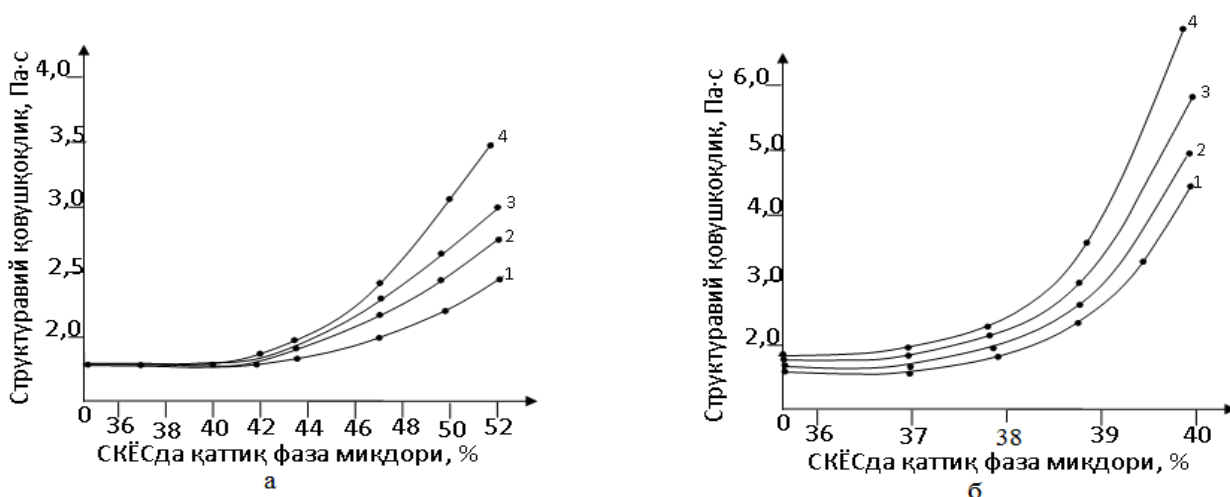
Майдалаш вақти давомийлиги, мин	Элакдаги қолдиқ, %		Реологик тавсифлар		
	R_{50}	R_{200}	$\mu_{стр}$, Па с	τ_0 , Па	Турғунлик, кун
2БПК маркали Ангрен кўнғир кўмири					
10	46-44	3-4	1,87	29	1
20	30-32	1-2	1,89	28	2
30	18-20	~ 1,0	2,03	24	5
40	15-17	~ 0,7	2,52	15	20
50	12-14	~ 0,3	2,58	14	30
60	8-10	~ 0,1	2,58	14	40
2БОМСШ-Б1 маркали кондицион товар Ангрен кўмири					
10	48-46	3-4	1,88	28	1
20	34-32	2-3	1,90	26	2
30	22-23	2-1,5	1,92	26	4
40	18-20	~ 0,75	2,03	24	17
50	14-16	~ 0,5	2,2	20	25
60	10-12	~ 0,2	2,3	18	35
2БОМСШ-Б2 маркали кондицион товар Ангрен кўмири					
10	52-53	4-5	1,86	29	1
20	36-38	2-3	1,90	26	2
30	24-27	1-2	1,94	25	3
40	22-25	~ 1,0	2,0	23	15
50	18-20	~ 0,5	2,1	22	20
60	15-16	~ 0,3	2,1	22	30
1ССКОМ маркали Шарғун тошкўмири					
10	47-45	3-4	1,75	36	1
20	33-35	2-2,5	1,78	34	2
30	20-22	1,5-1,0	1,82	32	4
40	16-19	~ 0,75	1,84	27	18
50	12-13	~ 0,4	1,89	28	26
60	9-11	~ 0,1	1,90	26	36

*2БПК маркали Ангрен кўнғир кўмири учун СКЁС қаттиқ фазаси микдорининг умумий массаси 38,8-40,0%, 2БОМСШ-Б1 маркали учун 43,6-45,0%, 2БОМСШ-Б2 маркали учун - 47,8-49,2%, 1ССКОМ маркали Шарғун тошкўмири учун – 51,8-53,6% ни ташкил этади.

Ангрен кўнғир кўмири ва Шарғун тошкўмири асосида олинган СКЁСнинг реологик хоссаларига ҳар хил қаттиқликдаги сувнинг таъсири ўрганилди. СКЁСни тайёрлаш учун ҳар хил қаттиқликдаги сув ишлатилди: 1 – дистилланган сув (0,0 мг-экв/л); 2 – ичимлик суви (2,5 мг-экв/л); 3 – ишлаб чиқариш оқава суви (4,4 мг-экв/л); 4 – артезиан суви (6,4 мг-экв/л). Юқорида келтирилган СКЁСларнинг структуравий қовушқоқликларининг сув ва қаттиқ фаза миқдорига боғлиқлиги аниқланди. 5-расмда келтирилганидек, кўшиладиган сувнинг умумий қаттиқлиги ортиши билан СКЁСнинг структуравий қовушқоқлиги ошади.



5-расм. Шарғун (а) ва 2БПК маркали Ангрен (б) кўмирлари асосида олинган СКЁС структуравий қовушқоқлигининг ишлатиладиган сув турига (1 – дистилланган; 2 – ичимлик суви; 3 – саноат оқава; 4 – артезиан ва уларнинг мос равишда умумий қаттиқликлари 0; 2,5; 4,4 ва 6,4 мг-экв./л.) ва қаттиқ фаза – кўмир миқдорига боғлиқлиги.



6-расм. Шарғун (а) ва 2БПК маркали Ангрен (б) кўмирлари асосида олинган СКЁС структуравий қовушқоқлигининг ишлатиладиган сув турига (1 – дистилланган; 2 – ичимлик суви; 3 – саноат оқава; 4 – артезиан ва уларнинг мос равишда умумий қаттиқликлари 0; 2,5; 4,4 ва 6,4 мг-экв./л.), ва юмшатувчи NaOH ҳамда қаттиқ фаза – кўмир миқдорига боғлиқлиги

Ишлаб чиқаришнинг оқова сувини ишлатиш мақсадга мувофиқ, чунки унинг умумий қаттиқлиги (РЭК) меъёрларига жавоб беради ва бу иқтисодий жиҳатдан афзалдир. Ҳар хил турдаги сувларда тайёрланган СКЁСнинг реологик хусусиятларига NaOH юмшатувчисининг таъсири ҳам ўрганилди (6-расм). 1% гача бўлган NaOH ни фойдаланиш СКЁСнинг қовушқоқлигини 1,5-2 баробар камайтиради, бу эса кўп миқдорда қаттиқ фаза тутган СКЁСни олиш мумкинлигини беради.

Тадиқиотларнинг таҳлил натижалари (5 ва 6-расм) шуни кўрсатдики, СКЁСни олишда энг мақбул қовушқоқлик қиймати дистилланган ва ичилик сувини фойдаланганда эришилади, аммо бу иқтисодий жиҳатдан афзал эмас, шунинг учун СКЁСни тайёрлаш учун ишлаб чиқари оқова сувини фойдаланиш тавсия этилди.

Ангрен ва Шарғун кўмирларини мазут билан модифицирлаб СКЁС олинди. СКЁСнинг ёниш иссиқлиги ва турғунлигини ошириш мақсадида уни мазут билан модифицирлаш ишлари олиб борилди. Ангрен кўмирларини мазут ва NaOH (оғирлик нисбатларида, г: кўмир – сув – мазут – NaOH – СФМ = 120 ÷ 130 - 165 ÷ 12-48 ÷ 1,2 ÷ 2,5-3,3) ёрдамида модифицирлашда 2БПК маркали кўмир учун – 42,10 %; 2БОМСШ-Б1 маркали кўмир учун – 46,15%; 2БОМСШ-Б–2 маркали кўмир учун – 48,0% концентрацияли қаттиқ дисперс фазали системалар олинди. 4-жадвалда келтирилган маълумотларга кўра, мазут билан модифицирлаб олинган СКЁС тизими учун, 2БОМСШ-Б1 ва 2БОМСШ-Б2 маркали кўмир асосида олинган СКЁСнинг қовушқоқлиги қийматлари 2БПК маркали кўмир асосида олинган СКЁСнинг қовушқоқлиги билан солиштирилганда сезилмас даражада ошган. Ўрганилган тизимда седиментацион турғунлик, модификатор – мазут миқдори ошиши билан ортиб боради. Олинган тизим қовушқоқлигининг ўзгариши дисперс фаза заррачалари юзасида адсорбцион қаватларнинг ҳосил бўлиши ҳисобига модифицирланиши, шунингдек, модификатор молекулаларининг ҳам заррачалар юзасига, ҳам ички ғовакларга тушишида дисперсион муҳитнинг ўзгариши ҳисобига содир бўлган.

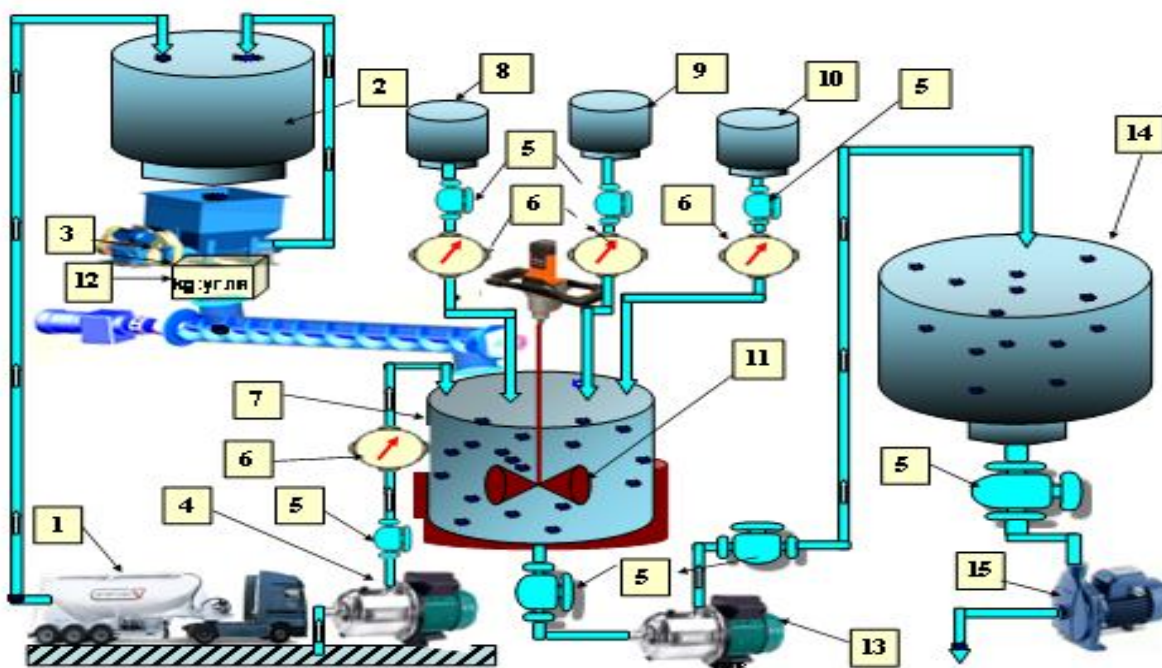
Шуни таъкидлаш жоизки, сувда эриши чекланган модификатор - (мазут)ни кўллашда эмульсия ҳосил бўлади. Заррачалар юза қатлами тавсифларини ва дисперс муҳити хоссаларининг ўзгариши, заррачалар ва тизимнинг таркибий даражаси орасида ўзаро таъсирлашувнинг жадаллигига ва ниҳоят олинадиган тизим қовушқоқлигига таъсир қилади. Модификатор – мазутни кўллаш СКЁСнинг турғунлигига ва кейинчалик уларнинг ёнишдаги энергетик самарадорлигининг ошишига олиб келади.

Кам кулли кўмирлардан олинган СКЁСнинг турғунлиги ва оқувчанлигини ошириш мақсадида ёқилғига ҳар хил турғунловчи ва юмшатувчи кўшилмалар, яъни кўшиладиган куруқ кўмир массасига нибатан кальций ва натрий гидроксидлари 0,75–1,0 %, СФМ (0,05 % ли МПК-1 полимери) 1,0 %, мазут 4-16 % миқдорида кўшилди. Шуни айтиб ўтиш лозимки, NaOH ва Ca(OH)₂ кўшилмалари ёқилғининг турғунлигини, СФМ эса қувурлар орқали бериладиган ёқилғи оқувчанлигини оширишга ёрдам

**Ангрен кўнғир кўмиридан олинган, NaOH ва мазут билан
модифицирланган СКЁСнинг тавсифлари**

СКЁСнинг таркиби (г)	Қаттиқ фаза концентрацияси, %	Ёқилғини ташкил қилувчиларнинг концентрацияси %	Қовушқоқлик, Па.с., 80 ⁰ С да	Қовушқоқлик, Па.с., 40 ⁰ С да	Сақлашиш давомийлиги
2БПК – 120 ; Сув – 165 ; NaOH – 1,2; СФМ – 2,86	42,10	36,80	1,61	1,73	20-25 кун
2БПК -120 ; Сув –165 ; NaOH – 1,2; СФМ – 3,0; Мазут–12	42,10	41,01	1,63	1,82	ойдан ошиқ
2БПК -120; Сув –165; NaOH – 1,2; СФМ – 3,1; Мазут –24	42,10	45,22	1,73	2,11	ойдан ошиқ
2БПК -120; Сув –165; NaOH – 1,2; СФМ – 3,2; Мазут – 36	42,10	49,43	2,81	3,12	ойдан ошиқ
2БПК –120; Сув –165; NaOH – 1,2; СФМ – 3,3; Мазут – 48	42,10	53,64	3,72	4,65	ойдан ошиқ
2БОМСШ–Б1–120; Сув – 140; NaOH – 1,2; СФМ – 2,6	46,15	30,00	1,54	1,75	20-25 кун
2БОМСШ–Б1–120; Сув – 140 NaOH – 1,2; СФМ – 2,7; Мазут – 12	46,15	34,62	1,62	1,84	ойдан ошиқ
2БОМСШ–Б1 –120; Сув – 140; NaOH – 1,2; СФМ – 2,8; Мазут – 24	46,15	39,24	1,66	1,86	ойдан ошиқ
2БОМСШ–Б1 –120; Сув – 140; NaOH – 1,2; СФМ – 3,0; Мазут – 36	46,15	43,86	1,81	1,98	ойдан ошиқ
2БОМСШ–Б1 –120; Сув – 140; NaOH – 1,2; СФМ – 3,1; Мазут – 48	46,15	48,48	2,02	2,22	ойдан ошиқ
2БОМСШ–Б2 –120; Сув – 130; NaOH – 1,2; СФМ – 2,5	48,0	20,64	1,46	1,37	20-25 кун
2БОМСШ–Б2 –120; Сув – 130; NaOH– 1,2; СФМ – 2,6; Мазут – 12	48,0	25,44	1,50	1,64	ойдан ошиқ
2БОМСШ–Б2 –120; Сув – 130; NaOH – 1,2; СФМ – 2,7; Мазут – 24	48,0	30,24	1,66	1,79	ойдан ошиқ
2БОМСШ–Б2 –120; Сув – 130; NaOH – 1,2; СФМ – 2,9; Мазут – 36	48,0	35,04	1,70	1,94	ойдан ошиқ
2БОМСШ–Б2 –120; Сув – 130; NaOH – 1,2; СФМ – 3,0; Мазут – 48	48,0	39,84	1,95	2,07	ойдан ошиқ

беради. СКЁСни анъанавий технология бўйича ишлаб чиқаришнинг асосий схемаси 7-расмда келтирилган. Ўтказилган таҳлиллар барқарорлаштирувчи кўшилма қўлланилмаган СКЁСнинг асосий камчилиги унинг турғунлигини пастлиги бўлиб, «суюқлик – қаттиқ фаза» тизимининг етарлича бўлмаган мустаҳкамлиги билан тушунтирилади. СКЁСнинг турғунлигини фаоллаштириш учун мазут ва ишқор кўшилмалари – NaOH ва Ca(OH)₂ қўлланилди. Натижада физик-кимёвий тизим хоссалари бузилмаган, 1-2 ойга сақлашга яроқли бўлган ёқилғи олинди. Олинган СКЁС энергетик қурилмаларда иссиқлик таъминоти тизимини деярли ўзгартирмай туриб мазут ва табиий газ ўрнини боса олиш хусусиятига эга.



1-кўмир юкланган юк машинаси; 2- шарли тегирмон; 3-элак; 4-шнекли транспортер; 5-винтилар; 6- сарфлагичлар; 7- аралаштиргичли ҳажмий идиш; 8-мазут учун ҳажмий идиш; 9- ишқор эритмаси учун ҳажмий идиш; 10-ПАВ (0,05 % ли МПК-1 полимер) эритмаси учун ҳажмий идиш; 11- аралаштиргич; 12 тарози; 13- винтли насос; 14-СКЭС тайёр маҳсулотлар сақланадиган идиш; 15-винтли насос.

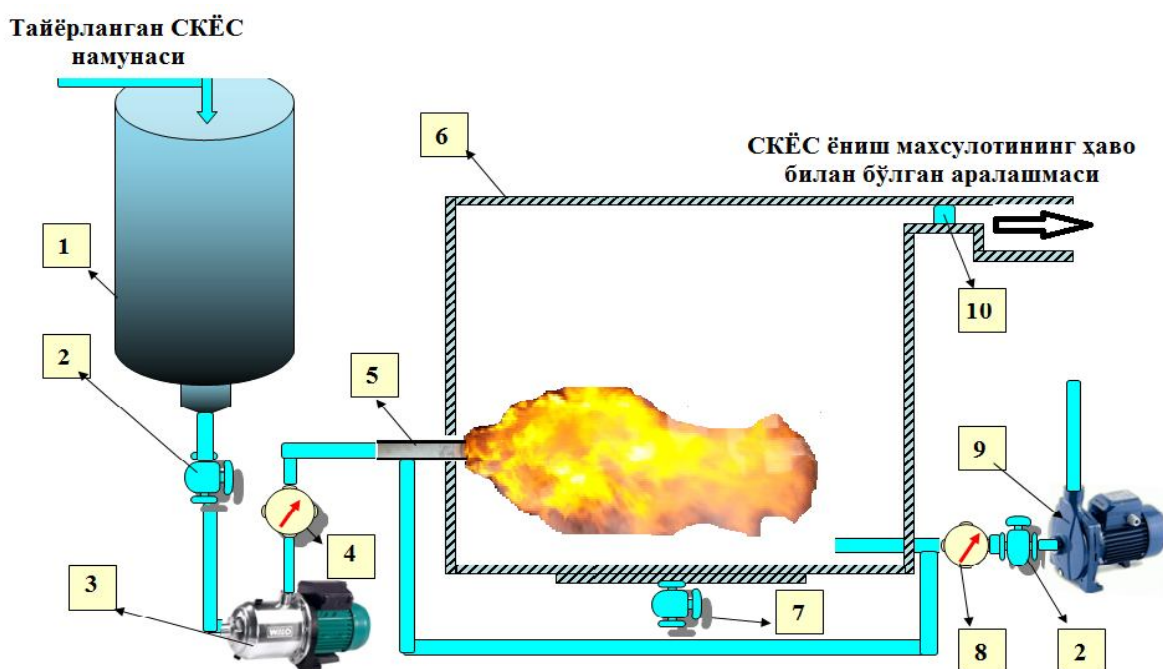
7-расм. СКЭСни тайёрлашга оид асосий технологик схемаси

Шундай қилиб, қаттиқ фазаси 45-52 % миқдорида ўзгариб турган ҳамда солиштирма ёниш иссиқлиги 2900 ккал/кг (12,2 МЖ/кг) бўлган Ангрен кўнғир кўмири ва Шарғун тошкўмирларидан олинадиган СКЭС тавсифларининг технологик кўрсаткичлар билан ўзаро боғлиқлиги аниқланган. СКЭС технологик тавсифлари ҳароратнинг 20⁰С дан 60⁰С гача бўлган ўзгаришларининг таъсири топилган.

Диссертациянинг тўртинчи бобида «**Олинган сувли кўмир ёқилғи суспензияси намуналарини ёқиш технологик тизимини яратиш ва саноат синовидан ўтказиш**» СКЭС ни ёқиш ва унинг тажриба-саноат синов натижалар келтирилган. Диссертациянинг ушбу бўлимида Ўзбекистоннинг Ангрен кўнғир ва Шарғун тошкўмирларининг СКЭС кўринишида ёқиш жараёни, шунингдек, ёқиш усулининг уни ёниш жараёни турғунлигига таъсирига тегишли тадқиқот натижалари келтирилган. Кўмир шарли тегирмонда заррачаларининг ўлчами 50 мкм бўлганга қадар майдаланди. Заррачаларнинг максимал катталиги 1 мм дан ошмади. 0,05 мм ўлчамли майда заррачалар 78-80 % ни ташкил этди. Олинган ёқилғи қуйидаги тавсифларга эга: СКЭС таркибидаги қаттиқ фаза миқдори 36 %; мазут қўшилмаси концентрацияси 6,0 %; СФМ – 1,0 %; Ca(OH)₂ – 0,75 %; таркибий қовушқоқлик – 2,19 Па·с, динамик кучланиш оқувчанлиги – 24 Па, турғунлик

– 30 суткагача; суспензиянинг юқори ёниш иссиқлиги – 2900 ккал/кг (12,2 МЖ/кг).

СКЁС намуналарини ёқиш жараёни технологик схемаси 8-расмда, факел горелкаси ёрдамида ёқиш жараёни 9- расмларда келтирилган. Ёқилғи СКЁС маҳсулоти сақланадиган идишдан(1), дозатор (3) орқали факел горелкасида(5) ёндирилиб ўтхона камерасига (6) узатилади. Компрессор (9) орқали ёқилғи сиқилган ҳаво ёрдамида пуркалади. Ёниш жараёнида ҳосил бўлган газ миқдори газоанализатор (10) орқали ва ўчоқ ҳарорати платина-платинародийли термопара орқали ҳамда ёқилғи ва сиқилган ҳаво датчик (4) ва манометрлар (8) орқали текшириб борилади. Аввалига СКЁСни ёқиш 100 кВт/с ли факел горелкасида (5), газ (ёки мазут) ёрдамида 1100-1150 °С гача қиздирилиб, сўнгра СКЁС газ (ёки мазут) билан биргаликда берилиб, кейинчалик СКЁС нинг ўзи мустақил ёқишга узатилади.



1-СКЁС сақланадиган идиш; 2 – вентил; 3-СКЁСни ёқишга узатадиган дозатор; 4-ўлчагич; 5- факель горелкаси; 6 – ўтхона ёниш камераси; 7 – кул ажратиш олиш вентили; 8-манометр; 9-ҳаво компрессори; 10-газоанализатор.

8-расм. СКЁСни ёқиш жараёни технологик схемаси

Ёқилғи намуналарини ёқиш горелкаси ўрнатилган пилот ускунасида СКЁСнинг олиниш технологияси зарур таркибли ёқилғи олиш имконини беради. Маълумки, тошкўмрдан олинган СКЁСнинг ёниш иссиқлиги 3500 ккал/кг ни, таркибида 40-52 % қаттиқ фаза бўлган кўнғир кўмрдан олинган суспензияли ёқилғиники эса – 2900 ккал/кг (12,2 МЖ/кг) ташкил этади. Муҳими, ҳар қандай таркибли ва хоссали СКЁС ишлаб чиқариш технологияси, кўмир ва сувга кимёвий ҳамда термик усуллар билан ишлов беришни кўзда тутмайди ҳамда охириги маҳсулотни, нафақат, суюқ ва газсимон ёқилғилар билан, балки анъанавий усулда ёндириладиган кўмир билан ҳам рақобатбардош бўла оладиган нархни белгилайди. СКЁСни қозон

ва ўчоқларда бевосита қўллашда уни ёқишдан олдин махсус тайёрлов ишларини ўтказиш талаб қилинмайди; ташланма газлар билан иссиқликнинг йўқотилиши ўчоқда нисбатан паст ҳароратли газлар ва узатиладиган ҳавонинг камлиги ҳисобига, шунингдек кимёвий тўлиқ ёнмасликдан пайдо бўладиган иссиқлик йўқотилишининг тўлиқ олдини олиниши ҳисобига камаяди; энергетик қурилмаларда ёқилғининг ёнишини турғунлиги ва барқарорлиги ошиши кузатилади. Ўтказилган тажриба натижаларига кўра Ўзбекистон Ангрэн кўнғир ва Шарғун тошкўмирлари асосида олинган барқарор СКЁС намуналарини амалда ишлатиш имкониятлари саноат ўчоқ-қурилмаларида янги факел горелкасини ўрнатилиши боғлиқ эканлиги исботланди ва ёқилғининг ушбу ёниш жараёнида кўмирнинг тўлиқ ёниши (98,0-99,7%) аниқланди. Бу ҳолат ёнишнинг барча босқичларида дисперсланган ёқилғи муҳитида кислород деярли оралиқ оксидловчи агент ролини ўйнаши билан тушунтирилади шу билан бир қаторда у ёқилғининг қаттиқ фаза юзасини фаоллаштириш натижасида ёқилғининг пуркалган томчилари алангаланиши учувчан моддаларнинг ёниши билан эмас, балки уларнинг юзасида гетероген реакциялар содир бўлиши билан боғлиқ эканлиги кўрсатилган.



9-расм. Олмалиқ КМКнинг нодир металлар концентратларини қуриш цехи ўчоғида 100 кВт/с ли факел горелкаси ёрдамида СКЁС ёқилғисини ёниш жараёни

СКЁСни ёқиш бўйича тажриба-саноат синовлари ўтказилди. Ангрэн кўнғир кўмири ва Шарғун тошкўмирлари асосида олинган СКЁС намуналарини ёқиш бўйича тажриба-синовлари «Олмалиқ КМК» АЖнинг Ангрэн олтин ажратиш олиш фабрикасининг нодир металлар концентратини қуриш цехи ўчоғида 2013 йил июль ва 2014 йил ноябрь ойларида олиб борилди. Ёқилғи суспензиясининг сарфланиш миқдори – 30 кг/соат. Тажриба-синов натижаларига кўра, мазутга нисбатан СКЁС намуналари мўътадил ёниши исботланди. Таққосланган сарф ҳисоблари, жумладан, фойдаланиладиган ёқилғи нархи ва сарфи шуни кўрсатдики, мазутнинг нархи 748410 сўм/т ва сарфи 1,62 т/сутка ҳамда янги СКЁС ёқилғисининг нархи 78000 сўм/т ва сарфи 5,3 т/сутка бўлганда, ундан кутилаётган йиллик иқтисодий самарадорлик 291,6 млн.сўмни ташкил этади (5-жадвал).

5-жадвал

«Олмалик КМК» АЖнинг Ангрен олтин ажратиб олиш фабрикасининг қуритиш цехи ўчоғида анъанавий фойдаланилиб келинаётган мазут ўрнига янги олинган СКЁС намуналарини қўллашдан келиб чиқадиган иқтисодий самарадорлик

№	Номланиши	Ўлчов бирлиги	Кўрсаткич
А. мавжуд технология бўйича дастлабки маълумотлар			
Мазут сарфи ва баҳоси			
1	Суткалик сарф	т	1,62
	Йиллик сарф	т	591,3
2	1 тонна мазутнинг баҳоси	сўм	748410
3	Мазут сотиб олишга кетган йиллик сарф $591,3 \cdot 748410 = 442534833$ сўм	млн.сўм	442,5
Б. таклиф этилаётган технологиянинг дастлабки маълумотлари			
1	Суткалик сарф	т	5,3
	Йиллик сарф	т	1934,5
2	Янги турдаги СКЁС ёқилғиси 1 тоннасининг нархи	сўм	78000
3	СКЁС сотиб олишга кетган йиллик сарф $1934,5 \cdot 78000 = 150891000$ сўм	млн.сўм	150,9
Мазутнинг СКЁСга алмашишидаги йиллик иқтисодий самарадорлиги $442,5 - 150,9 = 291,6$ млн сўм			

Агар «Олмалик КМК» АЖ ташкилотлари ва кейинчалик кенг миқёсда «Ўзбекэнерго» ДАК корхоналарида ҳозирги вақтда қўлланилиб келинаётган мазут ва табиий газ СКЁСга алмаштирилса ундан келиб чиқадиган иқтисодий самарадорлик сезиларли даражада ошади.

ХУЛОСА

1. Илк бор Ўзбекистоннинг паст ва юқори қулли Ангрен қўнғир ва Шарғун тошқўмирларини хом ашё сифатида ишлатиб самарали қўлланиладиган, суюқ нефть ёқилғиларининг альтернативи – сувли қўмир ёқилғиси суспензиясининг (СКЁС) олиниш имкониятлари илмий асосланган ва СКЁСнинг мўътадил ва тўлиқ ёниш технологиясининг энг мақбул режимлари ишлаб чиқилган.

2. 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 маркали Ангрен қўнғирларини турғунловчи ва юмшатувчи қўшилмалар- NaOH, Ca(OH)₂, СФМ ва мазут билан модификация қилинди. 2БПК маркали қўмир асосида олинган СКЁС учун унинг иссиқлик бериш миқдори 2900 ккал/кг (12,2 МЖ/кг) эканлиги ҳамда ёқилғини мазут, турғунловчи ва юмшатувчи қўшилмалар билан мадификацирлашда унинг турғунлиги ва оқувчанлигининг ошиши олиб келиши кўрсатилган.

3. СКЁСнинг асосий коллоид-кимёвий кўрсаткичларидан бири бўлган унинг реологик хусусиятлари олинган қўмирнинг физик-кимёвий хоссалари (кул миқдори, намлиги, иссиқлик бериши ҳамда учувчи моддалар, карбоксил ва гидроксил группалари миқдори) ва унинг ёқилғидаги миқдори, дисперслик даражаси, дисперсиясига турғунлик ва оқувчанлик берувчи қўшилмалар

миқдори ва дисперсион муҳитнинг рНи каби кўрсаткичлари билан корреляцион боғлиқлиги аниқланган; қўшиладиган турғунловчи ва юмшатувчи қўшилмаларининг (NaOH, Ca(OH)₂, СФМ) энг мақбул миқдорлари билан ишлов берилганда ёқилғи суспензиясининг турғунлик, қовушқоқлик ва оқувчанлик кўрсаткичлари деярли ўзгармасдан бир хил қолиши кўрсатилган.

4. Қўнғир кўмир асосида олинган СКЁС нинг таркибий қовушқоқлиги тошкўмир асосида олинган СКЁСнинг қовушқоқлигига нисбатан бирмунча юқорилиги кўрсатилган, жумладан, ушбу қиймат 2БПК маркали қўнғир кўмир асосида олинган СКЁС учун 2,52 Па·с бўлса, 1ССКОМ маркали тош кўмир асосида олинган СКЁС учун 1,84 Па·с ни ташкил этади. Ушбу фарқ қўнғир кўмир макромолекуласида гидроксил ва карбоксил гуруҳларининг бирмунча юқорилигидан далолат беради.

5. Ёқилғи массасига нисбатан 0,5 % дан 2,0 % гача қўшиладиган NaOH ва Ca(OH)₂ турғунловчилари СКЁСнинг реологик кўрсаткичларининг вақт бирлиги ичида ўзгармасдан деярли бир хил бўлишини, ҳароратни 20⁰С дан 60⁰С гача оширилишида таркибий қовушқоқлигини 1,5-2,0 мартагача камайиши ва динамик кучланишнинг оқувчанлик кўрсаткичлари 2,0 мартагача ошириши аниқланган.

6. Заррачаларининг ўлчами 50 мкм дан кичик бўлган қаттиқ фаза фракциялари ва улар асосида олинаётган СКЁСнинг таркибий қовушқоқлиги ҳамда турғунлиги ўртасида боғлиқлик борлиги ҳамда ушбу фракциялар миқдори кўмирнинг умумий массасига нисбатан ошиши билан кўрсаткичлар қийматларини ҳам ошиб бориши исботланган. Ёқилғи суспензияларининг таркибий қовушқоқликлари ва турғунликларининг энг мақбул қийматлари кўрсатилган фракцияларнинг кўмир умумий массасида 80% дан ортиқ бўлишида ва бунга кўмирни майдалаш вақтини бошқариш билан эришиш мумкинлиги аниқланган. 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 ва 1ССКОМ маркали кўмирлар асосида олинган СКЁСларда қаттиқ фазалар миқдори уларга мос равишда 38-40 %, 44-46 %, 49-51 % ва 52-55 % ни ташкил этиши кўрсатилган.

7. Олинган барқарор СКЁС намуналарини амалиётда қўллаш имкониятлари саноат ўчоқ-қурилмаларида янги факел горелкасини ишлатилиши билан боғлиқ эканлиги исботланди ва ёқилғининг ушбу ёниш жараёнида кўмирнинг тўлиқ ёниши (98,0-99,7 %) аниқланди, бу ҳолат ёнишнинг барча босқичларида дисперсланган ёқилғи муҳитида кислород деярли оралик оксидловчи агент ролини бажариши билан тушунтирилиб, шу билан бир қаторда у ёқилғининг қаттиқ фаза заррачалари сиртини фаоллаштириши натижасида ёқилғининг пуркалган томчиларининг алангаланиши, учувчан моддаларнинг ёниши билан эмас, балки уларнинг юзасида гетероген реакциялар содир бўлиши билан боғлиқ эканлиги кўрсатилган; керакли реологик хусусиятларга эга бўлган СКЁС намуналарини олишда қаттиқлиги 2,5 мг-экв/л бўлган ичимлик суви ўрнига РЭЖ талабларига жавоб бераоладиган қаттиқлиги 4,4 мг-экв/л бўлган саноат

оқава сувини ишлатиш мумкинлиги аниқланган, бу ўз навбатида, оқава сувининг ишлатилиши арзон ва иқтисодий жихатдан мақсадга мувофиқлигини тасдиқлайди.

8. Ўзбекистон кўнғир ва тошкўмирлари асосида олинган СКЁС намуналарининг олиниш ва ёқиш жараёнларининг технологик регламенти ва инструкцияси ишлаб чиқилган. СКЁС намуналари 2013 йил июль ва 2014 йилнинг ноябрь ойлари Олмалиқ кон-металлургия комбинати Акционерлик жамиятининг Ангрен олтин ажратиб олиш фабрикасида мазут ўрнига ёндирилиб, тажриба-саноат синовларидан ўтказилди ва ижобий натижаларга эришилди. Мазут ўрнига тавсия этилган СКЁС ёндирилганда, биргина Ангрен фабрикаси учун йиллик иқтисодий самара 291,6 млн. сўмни ташкил этади. Агар Олмалиқ кон-металлургия комбинати ташкилотлари ва кейинчалик кенг миқёсда «Ўзбекэнерго» Давлат акционерлик уюшмаси корхоналарида ҳозирги вақтда қўлланилиб келинаётган мазут ва табиий газни СКЁСга алмаштирилса ундан келиб чиқадиган иқтисодий самарадорлик сезиларли даражада ошади. Олинган СКЁС ёқилғиларини альтернатив ёқилғи сифатида республикамизнинг бир қатор саноат иссиқлик-ва энергоагрегатларида, қишлоқ хўжалик ва коммунал корхоналарида кенг қўламда қўллаш тавсия этилади.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ 16.07.2013.К/Т.14.01 ПРИ
ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ, НАУЧНО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ЦЕНТРЕ ХИМИИ И ФИЗИКИ
ПОЛИМЕРОВ, ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ
ИНСТИТУТЕ И ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ЭШМЕТОВ ИЗЗАТ ДУСИМБАТОВИЧ

**СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ВИДА ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ
ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ УГЛЕЙ УЗБЕКИСТАНА**

**02.00.11-Коллоидная и мембранная химия
(технические науки)**

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

город Ташкент – 2015 год

Тема докторской диссертации зарегистрирована под номером 30.09.2014/В2014.3-4.Т17 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице по адресу www.ionx.uz и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz

Научный консультант:

Агзамходжаев Анварходжа Атаходжаевич
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Салимов Зокиржан
доктор технических наук, профессор, академик
Академия наук Республики Узбекистан

Аминов Собир Нигматович
доктор химических наук, профессор

Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

Защита состоится «__» _____ 2015 г. в «__» часов на заседании разового Научного совета 16.07.2013.К/Т.14.01 при Институте общей и неорганической химии, Научно-исследовательском центре химии и физики полимеров, Ташкентском химико-технологическом институте и Ташкентском государственном техническом университете по адресу: 100170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: ionxanruz@mail.ru

Докторская диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № __, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2015 года.
(протокол рассылки № _____ от _____ 2015 г).

Б.С.Закиров

Председатель разового Научного совета по
присуждению учёной степени доктора наук, д.х.н.

А.М.Реймов

Учёный секретарь разового Научного совета по
присуждению учёной степени доктора наук, д.т.н.

С.С.Хамраев

Председатель разового Научного семинара при Научном совете
по присуждению учёной степени доктора наук, д.х.н., проф.

Введение (аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В связи постоянным уменьшением запасов нефти и газа, а также ростом их стоимости на мировом рынке возрастает роль твердого топлива в топливно-энергетическом балансе Узбекистана. Однако, экологические проблемы, возникающие при использовании твердого угольного топлива, требуют разработки и внедрения новых экологически чистых угольно-топливных технологий. Такой является разработанная в последнее время в мировой практике перспективная технология, связанная с использованием угля в виде водоугольных топливных суспензий (ВУТС). Сжигание угля в форме ВУТС обладает рядом экономических, экологических и эксплуатационных преимуществ по сравнению с пылевидным и, особенно, слоевым сжиганием. Применение ВУТС позволяет увеличить эффективность сжигания угля, утилизировать угольные шламы, уменьшить взрывоопасность тонкодисперсной угольной пыли в энергетических котлах, снизить количество выбросов оксидов азота и серы в атмосферу. Внедрение относительно дешевого по себестоимости топлива – ВУТС в практику способствует сбережению энергетических и материальных ресурсов, ограничению загрязнения окружающей среды.

С учетом преимуществ ВУТС по сравнению с современными видами топлива, а также возможности использования для их создания дешёвого местного угольного сырья, разработка способа получения новых устойчивых ВУТС на основе бурых Ангренских и каменных Шаргунских углей, а также их рациональное сжигание в различного вида топочных устройствах взамен мазута и природного газа может служить одним из перспективных направлений развития энергетики и угольной промышленности республики.

Настоящая диссертационная работа ориентирована на реализацию постановлений Президента Республики Узбекистан ПП-1442 от 15 декабря 2010 г. «О приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан в 2011-2015 годах», а также Кабинета Министров Республики Узбекистан от 30 октября 2013 г., № 292 «Развитие экономики и управление производством угольной промышленности, повышение качественного уровня разрабатываемой новой продукции за счет проектно-разведовательских и научно-исследовательских работ», от 6 июня 2013 г., №161 «Развитие угольной промышленности за счет реализации приоритетных инвестиционных проектов направленных на удовлетворение растущей потребности населения в угольной продукции на период 2013-2018 годы», которые направлены на ускорение внедрения в отраслях промышленности современных научных достижений и прогрессивных инновационных технологий производства ВУТС на основе углей Узбекистана.

Связь исследований с основными приоритетными направлениями развития науки и технологии в республике. Настоящая работа выполнена в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан ППИ-13 – «Разработка эффективных методов поиска,

разведки, оценки, добычи и комплексной переработки топливно-минерально-сырьевых ресурсов, утилизации и использования отходов горно-промышленного комплекса».

Обзор иностранных научных исследований по теме диссертации.

По вопросу технологии получения ВУТС проводятся исследовательские работы в Department of Aerospace Engineering and Mechanics, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota and Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of California, Irvine (США), School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangdong Provincial Laboratory of Green Chemical Technology, South China University of Technology (Китай), Canada coal inc (Канада), Center for Mineral and Coal Technology (Индонезия), Chemical Engineering Department University of Rome, Commission of the European Communities (Италия), Institute of Applied Energy, Shinbashi (Японии) и других научных центрах и высших учебных заведениях.

В последние годы в мировом масштабе имеется ряд научных достижений по получению и применению ВУТС, например, в научных центрах Institute of Applied Energy, Shinbashi и School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangdong Provincial Laboratory of Green Chemical Technology, South China University of Technology, изучено влияние модифицированного лигнина и нафталина на стабильность ВУТС и седиментационные характеристики частиц углей; в научных центрах Department of Aerospace Engineering and Mechanics, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota and Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of California, Irvine и Canada coal inc водно-угольная суспензия подвергалась измельчению до значения размеров частиц угля менее 15 микрон и полученный новый материал - ВУТС дает возможность для создания экологически безопасной технологии, что связано с возможностью более простого решения вопроса связывания серы, образующейся при сжигании сернистых топлив, и уменьшения образования оксидов азота, что дает не только экономическую выгоду, но и позволит улучшить экологию окружающей среды.

Продолжается проведение научно-исследовательских работ по приоритетному направлению получения и использования ВУТС на основе каменных и бурых углей, всесторонне оптимизированных по свойствам, обладающих высокой степенью теплотворности, устойчивости и текучести.

Степень изученности проблемы. В литературе широко рассматриваются вопросы создания, изучения и регулирования коллоидно-химических свойств дисперсных систем. В Узбекистане под руководством К.С.Ахмедова создана коллоидно – химическая школа, представители которой Арипов Э.А., Глекель Ф.Л., Хамраев С.С., Аминов С.Н., Агзамходжаев А.А., Ахмедов У.К., Рахматкариев Г.У., Муминов С.З., Сатаев И.К., Бейсенбаев О.К и др. – внесли весомый вклад в развитие коллоидной науки, а ведущие ученые Забрамний Д.Т., Таджиев А.Т., Насритдинов С.Н., Гумаров Р.Х и др. широко исследовали угли Узбекистана. Следует отметить,

что в исследовательских работах вышеуказанных ученых поиски по созданию технологии получения нового вида топлива на основе водных дисперсий углей Узбекистана до настоящего времени не проводились.

Известно, что учеными ближнего зарубежья (Делягин Г.Н., Баранова М.П., Кулагин В.А., Луценко С.В., Петраков А.П., Головин Г.С., Горлов Е.Г., Зеков В.М., Ходаков Г.С., Детков С.П., Борзов А.И., Мурко В. И., Зайденварг В.Е., Морозов А.Г., Мосин С.И., Борук С.Д., Seong Y.K., Usui H. Ymasaki, Sunggyu Lee., James G. S., Sudarshan K. L., Hashimoto N., Мацумото Осаму, Цуруи Масаи, Ercolani D., Grinzi F., Nagata K. I., Yano N., Nagamori S. и др.) проводятся интенсивные работы в направлении создания технологий получения и изучения свойств ВУТС с использованием каменных и бурых углей различных месторождений и их промышленного применения. Но исследования по созданию технологии получения нового вида топлива на основе водных дисперсий Ангренских и Шаргунских углей Узбекистана не проводились.

В настоящей диссертационной работе впервые решена проблема получения, изучения и применения энерго-эффективного и экологически безопасного водоугольного топлива на основе углей Узбекистана, что весьма своевременно и значимо как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Связь тема диссертации с научно - исследовательскими работами, выполняемыми в организации, где выполняется диссертация.

Диссертационная работа проекта ФА-А13-Т159 «Технология переработки техногенных отходов и технологических растворов для доизвлечения цветных и благородных металлов» (2012-2014 г.г.) и инновационного гранта 2ФА-О-73747 «Получение и практическое применение нового вида топлива на основе водных дисперсий углей Узбекистана» (2014-2015 г.г.).

Цель исследования заключается в разработке технологии получения ВУТС на основе углей Узбекистана и их применения в топочных устройствах промышленных предприятий.

В соответствии с поставленной целью решались **следующие задачи:**

определение взаимосвязи физико-химических свойств и состава (влажность, зольность, содержание летучих веществ, а также карбоксил и гидроксильных групп, теплотворность) используемых углей с технологическими показателями получаемых ВУТС;

определение оптимальных степеней измельчения углей и рН дисперсионной среды;

определение оптимального состава ВУТС: содержания основных компонентов угля и воды, а также стабилизирующих и пластифицирующих добавок $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH , поверхностно-активные вещества (ПАВ) и мазута;

определение реологических свойств, устойчивости и текучести полученных ВУТС;

определение рациональных условий (содержание твердой фазы, реологические свойства, устойчивости и текучесть) технологии получения ВУТС;

разработка технологии приготовления топливных суспензий из бурых и каменных углей Узбекистана

исследование технологических характеристик полученных ВУТС и возможности их сжигания в топочных устройствах соответствующих производств;

оценка экономической эффективности применения ВУТС на производстве.

Объекты исследования местные бурые Ангренские и каменные Шаргунские угли, полученные на их основе ВУТС, стабилизирующие и пластифицирующие добавки к ВУТС: NaOH, Ca(OH)₂, ПАВ и мазут.

Предметы исследования - является процесс получения устойчивых ВУТС на основе местных бурых и каменных углей, исследование их реологических свойств и процесса сжигания.

Методы исследования. Для выполнения работы использован комплекс физико- и коллоидно-химических методов исследования – реологические, адсорбционные, аналитические и термические.

Научная новизна исследования: установлено физико – химические свойства (влажность, зольность, содержание летучих веществ, карбоксильных и гидроксильных групп, теплотворность) Ангренских бурых и каменных Шаргунских углей, определены реологические свойства ВУТС, полученных на основе низко - и высокозольных Ангренских бурых и каменных Шаргунских углей;

найжены оптимальные количества стабилизирующих и пластифицирующих (NaOH, Ca(OH)₂, ПАВ) добавок к ВУТС. При добавлении стабилизаторов NaOH и Ca(OH)₂ в пределах 0,5-2,0% от массы топлива, его вязкость увеличивается, а динамическое напряжение сдвига уменьшается, так при увеличении температуры с 20⁰ до 60⁰С вязкость ВУТС уменьшается в 1,5-2,0 раза, а динамическое напряжение сдвига увеличивается в 2 раза;

выявлено, что вязкость ВУТС, полученных на основе бурых углей несколько выше, чем полученных на основе каменных углей, например, если эта величина для ВУТС, полученной на основе бурого угля марки 2БПК составляет 2,52 Па·с., то для ВУТС, полученной на основе каменного угля марки 1ССКОМ, составляет 1,84 Па·с;

для топлива, дисперсная фаза которого состоит из частиц с размерами до 50 мкм (80%), найдено влияние содержания дисперсной фазы на показатели структурной вязкости, устойчивости, текучести и сгораемости. Для ВУТС, полученных на основе углей марки 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 и 1ССКОМ, количество твердой фазы составляет 38-40 %, 44-46 %, 49-51 % и 52-55%, соответственно;

мадифицированием Ангренских бурых углей марки 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 мазутом (4-16 % от массы топлива), получены устойчивые и высокотеплотворные ВУТС. Показано, что для ВУТС, полученной на основе угля марки 2БПК в оптимальных условиях, её теплотворность составляет 2900 ккал/кг;

на основании использования новой факельной горелки, позволяющей подачу предварительно нагретого топлива и сжатого воздуха в топочные устройства, отработаны оптимальные режимы технологии равномерного и полного сгорания ВУТС.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

Найдено, что ВУТС с нормальными реологическими свойствами можно получить при использовании не только пресной воды с жесткостью 2,5 мг-экв/л, но также с привлечением отвечающей нормам ПДК производственной сточной воды (4,4 мг-экв/л), которая более доступна и экономически целесообразна в применении;

установлена возможность сжигания полученных ВУТС в топочных устройствах с использованием новой факельной горелки и показано, что процесс их горения характеризуется высокой полнотой выгорания угля (98,0-99,7%);

на основе низко- и высокосольных бурых Ангренских и каменных Шаргунских углей получена водоугольно-топливная суспензия и на основе использования новой факельной горелки разработан оптимальный режим технологии равномерного и полного сгорания топливных суспензий;

полученные ВУТС рекомендованы как альтернативные топлива для широкого применения в ряде тепло- и энергоагрегатах промышленных, сельско-хозяйственных и коммунальных сфер Республики.

Достоверность полученных результатов обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений, так как они установлены на основе современных методов коллоидно-химического и физико-химического исследования, технология производства и сжигания разработанных ВУТС апробирована в опытно-промышленных испытаниях и рекомендована к внедрению в производство.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. Теоретическая значимость результатов исследований заключается в установлении корреляционной зависимости основных коллоидно-химических параметров – реологических характеристик ВУТС от физико-химических свойств углей (зольность, влагоёмкость, теплотворность, содержание летучих веществ, карбоксильных и гидроксильных групп), их количественного содержания в топливной суспензии, степени дисперсности частиц угля, содержания стабилизирующих и пластифицирующих добавок (NaOH, Ca(OH)₂ и ПАВ) и pH дисперсионной среды. Показано, что при обработке оптимальными количествами стабилизирующих и пластифицирующих добавок, такие показатели топливных суспензий как вязкость, стабильность и текучесть практически сохраняются постоянными.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что в работе впервые на основе бурых Ангренских и каменных Шаргунских углей Узбекистана получена водоугольно-топливная суспензия (ВУТС). На основе использования разработанной новой факельной горелки, позволяющей производить предварительный нагрев топлива и сжатого воздуха, разработан оптимальный режим технологии равномерного и полного сгорания образцов ВУТС в топочных устройствах.

Внедрение результатов исследования. Разработанный технологический регламент по получению ВУТС на основе бурых и каменных углей Узбекистана и их применению при сжигании взамен традиционных жидких нефтяных топлив, утвержден Алмалыкским горно-металлургическим комбинатом. Практическое внедрение работы осуществлено на Алмалыкском горно-металлургическом комбинате путем проведения опытно-промышленных испытаний ВУТС в 2013 и 2014 годах реконструкцией топочного устройства комбината (Акты испытаний от 21 июля 2013 г. и 20 ноября 2014 г. и справка АГМК на внедрение разработки №1818 от 24 марта 2015 г.). Экономический эффект при замене мазута на ВУТС составит 291,6 млн. в год.

Апробация результатов исследования. Результаты работы доложены, обсуждены и получили одобрение на Международной конференции по химической технологии ХТ12 (Ташкент, 2012); Республиканской научно-технической конференции «Новые композиционные материалы на основе органических и неорганических ингредиентов» (Ташкент, 2012); V, VI и VII Республиканских ярмарок инновационных идей, технологий и проектов (Ташкент, 2012, 2013, 2014); Международном Симпозиуме «Современные проблемы высшего образования и науки в области химии» (Алматы, 2013); Международной конференции «Каталитические процессы нефтепереработки, нефтехимии и экологии» (Ташкент, 2013); Международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие экологически безвредные композиционные материалы» (Ташкент, 2013); Республиканской научно-технической конференции «Ингредиенты из местного и вторичного сырья для получения новых композиционных материалов» (Ташкент, 2014); Республиканской научно-технической конференции НУ РУз «Состояние и перспектива развития коллоидной химии и нанохимии в Узбекистане» (Ташкент, 2014); International scientific conference «European Conference on 4th Innovations in Technical and Natural Sciences. Халқаро илмий анжуманида (Vienna, 2014), IV Межд. экологической научн. конф. «Проблемы утилизации отходов быта и промышленного производства» (Краснодар, 2015); Республ. научно-техн. конф. «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них» (Ташкент, 2015); Межд. научно-практ. конф. «Химия и экология - 2015». (Салават, 2015); разовом Научном семинаре разового Научного совета 16.07.2013.К/Т.14.01 от 22 мая 2015г.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 43 научных работ, в том числе 1 монография, 17 статей в

зарубежных и местных научных журналах, 24 статьи и тезисов в сборниках международных и республиканских конференций, подана 1 заявка на получение патента РУз.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 255 наименований. Содержит 174 страниц, включает 29 рисунков, 41 таблиц.

Основное содержание диссертации

Во введении обоснована актуальность и востребованность её темы, определены цель и задачи исследования, сформулированы научная новизна и практическая значимость диссертационной работы.

В первой главе **«Современные представления о свойствах, способах получения и эффективности сжигания водо-угольных топливных суспензий»** представлен литературный обзор, посвященный современному состоянию технологий получения ВУТС и возможности их сжигания в топочных устройствах. Рассмотрены составы ВУТС, их реологические свойства, способы сжигания, а также возможности их применения для сжигания в лабораторных и промышленных условиях. Результаты анализа литературных источников подтверждают актуальность темы, целесообразность постановки рассматриваемых в диссертации проблем и их поэтапного решения теоретическими и экспериментальными методами.

Во второй главе **«Физико-химические характеристики углей и методика эксперимента»** исследованы физико-химические и теплотехнические свойства изучаемых углей, описаны методы проведения экспериментов и определения характеристик получаемых ВУТС.

Известно, что Узбекистан располагает значительными запасами угля (1900 млн тонн), в том числе: бурого – 1853 млн тонн, каменного – 47 млн тонн. Для экспериментальных работ по получению, изучению свойств и сжиганию ВУТС с учетом зольности и сопутствующих минералов, были отобраны пробы бурых ангренских углей марки 2БПК (зольность 12,8%), кондиционных товарных ангренских углей марок 2БОМСШ-Б1 и 2БОМСШ-Б2 (зольности 34,7% и 50,7% ,соответственно) и каменных Шаргунских углей марки 1ССКОМ (зольность 10,3%). Пробы углей предоставлены АО «Узбекуголь».

В соответствии с требованиями к качеству углей, пригодных для получения ВУТС, могут быть, в основном, использованы угли с выходом летучих веществ на сухое беззольное состояние до 40,8% и зольностью 15-35%. Наиболее подходящими с этой точки зрения являются ангренские бурые угли марки 2БПК и Шаргунские каменные угли марки 1ССКОМ. Кроме того, с учетом возможности широко масштабного применения ВУТС, также были исследованы кондиционные товарные Ангренские бурые угли марок 2БОМСШ-Б1 и 2БОМСШ-Б2. Физико-химические характеристики отобранных проб углей представлены в табл. 1, из которой видно, что угли марок 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 и 1ССКОМ характеризуются

содержанием суммы СООН и ОН групп 1,72; 1,81; 1,66; 0,56 мг-экв/г, и, соответственно, содержанием летучих компонентов 40,2; 34,2; 50,7; 40,8 %. Низшая теплота сгорания для малозольных углей марок 2БПК и 1ССКОМ составляет 3600 и 6200 ккал/кг (15,3 и 26,05 МЖ/кг), а для высокозольных углей марок 2БОМСШ-Б1 и 2БОМСШ-Б2 – 2700 и 2300 ккал/кг (11,34 и 9,66 МЖ/кг), соответственно, а высшая теплота сгорания для вышеперечисленных углей марок 2БПК, 1ССКОМ, 2БОМСШ-Б1 и 2БОМСШ-Б2 составляет – 8160, 8720, 7040 и 6290 ккал/кг (34,28; 36,34; 29,6; и 26,43 МЖ/кг), соответственно. Наибольшее значение зольности имел уголь марки 2БОМСШ-Б2, характеризующийся значительным содержанием глинистых примесей.

Таблица 1

Характеристики Ангренских бурых и Шаргунских каменных углей (1 – Ангренский 2БПК; 2 – Ангренский товарный 2БОМСШ-Б1; 3 – Ангренский товарный 2БОМСШ-Б2; 4 – Шаргунский 1ССКОМ)

Номер пробы угля	Технический анализ				Выход летучих веществ (из горной массы), V _г %	Химический анализ			Теплота сгорания, ккал/кг (МЖ/кг)	
	Влага, %		Зольность, %			Содержание в горючей массе угля мг-экв/г			Низшая	Высшая
	Рабочее топливо, W ^p	Аналитическая проба, W ^A	Аналитическая проба, A ⁿ	Сухая масса, A ^c		СООН групп,	ОН групп,	СуммаСООН +ОН групп		
1	40,0	10,0	11,5	12,8	40,2	0,32	1,4	1,72	3600 (15,3)	8160 (34,28)
2	40,0	11,6	30,9	34,7	34,2	0,21	1,6	1,81	2700 (11,34)	7040 (29,6)
3	40,0	16,7	47,4	50,7	33,1	0,16	1,5	1,66	2300 (9,66)	6290 (26,43)
4	10,0	10,2	1,0	10,5	40,8	0,36	0,2	0,56	6200 (26,05)	8720 (36,34)

Третья глава диссертации «Технология получения водо-угольно топливной суспензии и изучение их коллоидно-химических свойств» посвящена разработке технологии получения ВУТС и изучению их коллоидно-химических свойств.

Влияние влажности угля на его измельчение. Водо-угольные топливные суспензии – это микрогетерогенные дисперсные системы, состоящие из двух фаз. Одна из фаз является непрерывной и служит дисперсионной средой, в объеме которой распределены частицы угля, представляющие другую дисперсную фазу. Размеры частиц могут изменяться от нескольких нанометров до 100 и более мкм. Общими для всех дисперсных систем являются фундаментальные физико-химические признаки: гетерогенность, т.е. наличие поверхности раздела фаз, и дисперсность (раздробленность).

Роль этих параметров в проявлении агрегативной и седиментационной устойчивости тонкодисперсных систем становится более существенной по мере уменьшения размера частиц и их содержания в жидкой среде. Соответственно, увеличивается и удельная свободная межфазная энергия. Коагуляция особенно интенсивно протекает в агрегативно неустойчивых лиофобных дисперсных системах и при достижении некоторого критического содержания частиц дисперсной фазы в жидкой среде происходит спонтанное возникновение объемной пространственной структурной сетки, главными элементами которой являются контакты между частицами, в совокупности образующие пространственные ячейки во всем объеме дисперсной системы, которая при этом становится структурированной, т. е. переходит в совершенно новое состояние. Возникновение пространственных структур, т.е. переход от свободнодисперсного к связнодисперсному (агрегированному) состоянию кардинально изменяет их структурно-механические свойства дисперсных систем. При этом они полностью утрачивают агрегативную устойчивость, становясь седиментационно устойчивыми, т.к. наличие структурной сетки удерживает частицы дисперсной фазы, зафиксированные в ней, от осаждения. Вместе с тем, такие системы утрачивают текучесть, легкоподвижность, их вязкость непрерывно растет с ростом дисперсности и соответствующим уменьшением размера частиц и их содержания в дисперсионной среде.

Для получения устойчивых водных суспензий на основе углей, пригодных для непосредственного сжигания в топках котлоагрегатов, необходимо прежде всего исследовать их дробимость, которая является одним из основных показателей в данной технологической операции. Известно, что от степени измельчения угля до содержания примерно до 50% от общей его массы угольной мелочи, т.е. частиц менее 50 микрона, зависят такие важные характеристики водо-топливной суспензии, как её реологические свойства, седиментационная устойчивость и температура сгорания.

Фракционный состав измельченных проб углей, дробленных в фарфоровой шаровой мельнице периодического действия, был определялся методом ситового анализа в дипаназоне размеров в пределах 0,16-0,05 мм (50-160 мкм). Время измельчения определялось по максимальному выходу тонкой фракции (>50 мкм) угля. Кроме того, проводились исследования по влиянию продолжительности и температуры хранения ВУТС на её реологические характеристики. В табл.2 приведены результаты изучения влияния продолжительности помола на фракционный состав бурых Ангренинских (марки 2БПК, 2БОМСШ-Б-1, 2БОМСШ-Б-2) и каменного Шаргунского (марки 1ССКОМ) углей. Видно, что с увеличением продолжительности помола выход фракции угля с размером частиц менее 0,05 мм растет, что, в свою очередь, способствует увеличению вязкости ВУТС и её стабильности. Установлено, что для получения ВУТС с

содержанием 78-80% фракции угля с частицами менее 50 мкм, для бурых Ангренских углей достаточно 240 мин, а для каменных Шаргунских углей – 360 мин времени помола. Пробы полученных суспензий с массой в пределах 1000 г выдерживались при температуре 25°C.

Таблица 2

Фракционный состав измельченных бурых Ангренских (марки 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2) и каменного Шаргунского (марка 1ССКОМ) углей в зависимости от продолжительности помола

Продолжительность помола, мин.	Фракционный состав, %			
	< 0,05, мм	0,1-0,05, мм	0,16-0,1, мм	> 0,16, мм
Бурый Ангренский уголь марки 2БПК				
20	21	24	28	27
40	27	33	24	16
60	31	40	19	10
240	78	22	0	0
Бурый Ангренский уголь марки 2БОМСШ-Б1				
60	26	16	10	48
120	30	15	15	40
240	34	32	17	17
360	49	29	12	10
480	78	17	3	2
Бурый Ангренский уголь марки 2БОМСШ-Б2				
60	22	14	12	52
120	26	18	15	41
240	31	29	19	21
360	43	23	16	18
480	66	23	7	4
600	80	11	5	4
Каменный Шаргунский уголь марки 1ССКОМ				
20	11	21	26	42
40	14	28	22	36
60	22	32	18	28
240	52	28	15	5
360	82	18	0	0

После заданного времени хранения при фиксированной температуре определялись реологические характеристики ВУТС. У суспензий, полученных с использованием добавок гидроксидов натрия и кальция, реологические параметры при хранении изменяются незначительно.

Влияние температуры на вязкость и напряжение сдвига ВУТС. Реологические характеристики ВУТС являются основными показателями, обуславливающими их технологическую пригодность. Они определяются физико-химическими процессами, происходящими между твердой и жидкой фазами системы, следовательно, должны рассматриваться применительно к конкретным условиям их использования. Существует ряд работ, в которых

изучено влияние температуры на реологические характеристики суспензий из каменного угля. Для суспензий, полученных из бурых углей, такие исследования до настоящего времени практически не проводились, кроме отдельных работ (Баранов М.П. и др). Поэтому были изучены реологические характеристики ВУТС на основе бурых углей в диапазоне температур 20⁰С - 60⁰С, выбор которого обусловлен возможными изменениями эксплуатационных параметров топлива. В качестве твердой фазы ВУТС использовали угли марок 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 и 1ССКОМ. Для того, чтобы исключить влияние количества фракций твердой фазы на реологические характеристики суспензий, фракционный состав полученных ВУТС был сохранен постоянным и он соответствовал значениям: фракция 0–50 мкм – 78–82 %; фракция 50–100 мкм – 15–19 %; >1мм – до 1 %. Содержание твердой фазы составило 36–55 %.

Исследованы суспензии, полученные без химических добавок и с применением стабилизирующих и пластифицирующих добавок NaOH, Ca(OH)₂ и ПАВ. Контроль содержания твердой фазы ВУТС осуществлялся до и после измерений их реологических параметров. Для определения реологических характеристик при различных температурах, пробы суспензий помещались в измерительную полость прибора ВСН-3 и термостатировались в течение 15 минут вместе с измерительной системой. На рис. 1 и 2 представлены зависимости структурной вязкости и динамического напряжения сдвига ВУТС от температуры.

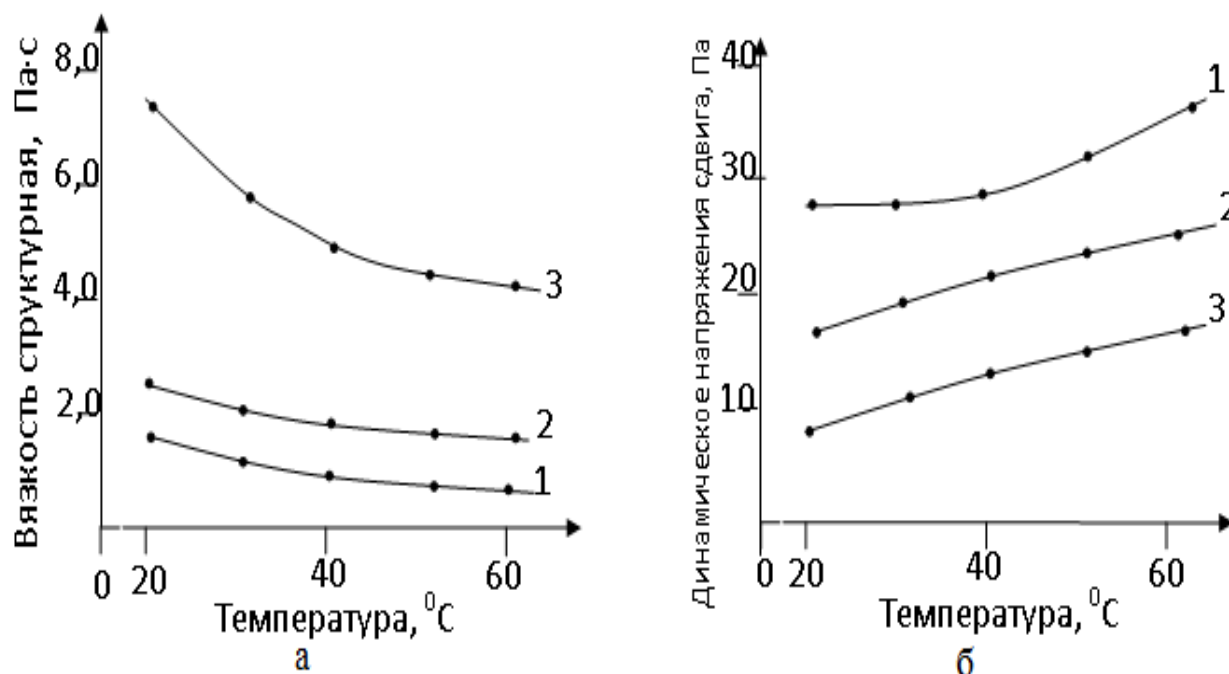


Рис. 1. Зависимость структурной вязкости (а) и динамического напряжения сдвига (б) от температуры ВУТС, полученных на основе ангреновского бурого угля марки 2 БПК с содержанием 35% угля и с добавками пластификатора NaOH, %: 1 - 0,5; 2 - 1,0; 3 - 2,0

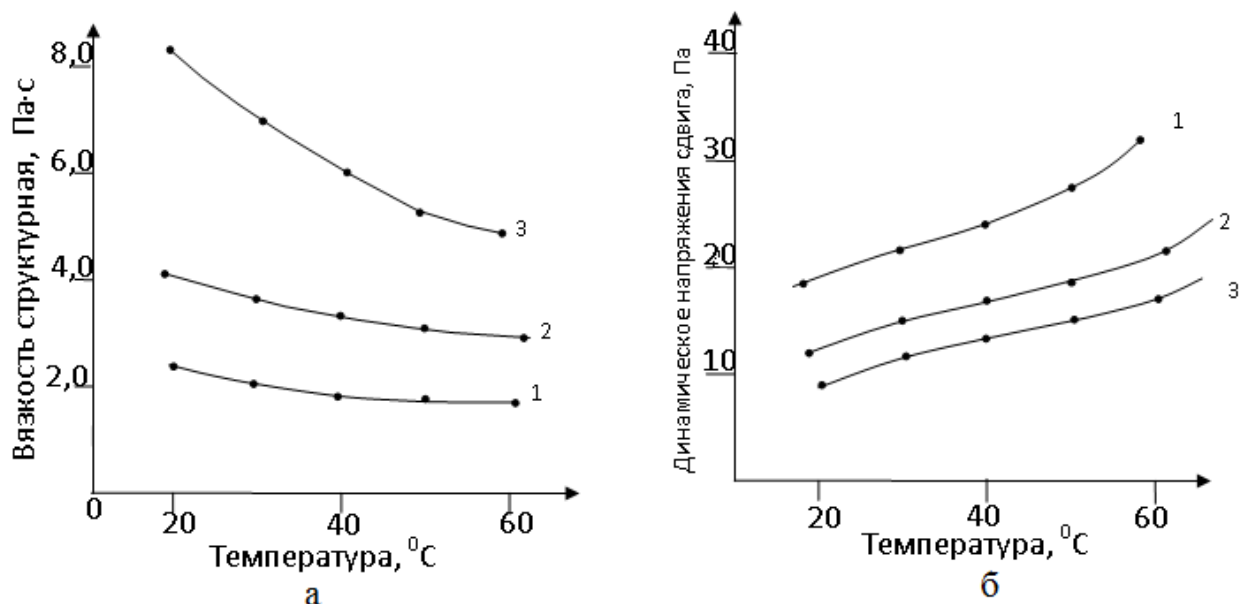


Рис. 2. Зависимость структурной вязкости (а) и динамического напряжения сдвига (б) от температуры ВУТС, полученных на основе ангреноского бурого угля марки 2 БПК с содержанием 35% угля с добавками пластификатора $\text{Ca}(\text{OH})_2$, %; 1 - 0,5; 2 - 1,0; 3- 2,0

При повышении температуры от 20 до 60°C их структурная вязкость как с добавками стабилизаторов, так и без них - уменьшалась практически в 1,5 – 2,0 раза. При этом применение стабилизаторов значительно снизило структурную вязкость суспензий, что в свою очередь дало возможность повысить в них количество твердой фазы. Динамическое напряжение сдвига суспензий с повышением температуры до 60°C увеличивалось в 2 раза.

При использовании в качестве стабилизатора NaOH динамическое напряжение сдвига монотонно увеличивалось, например, при добавлении NaOH в количестве 2,0% величина динамического напряжения сдвига увеличивается с 9,0 Па при температуре 20°C до 16,0 Па при 60°C. Динамическое напряжение сдвига у топливных суспензий с добавкой $\text{Ca}(\text{OH})_2$ также увеличивается с повышением температуры, например, при добавках $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в количестве 2,0% величина динамического напряжения сдвига увеличивается с 8,5 Па при температуре 20°C до 14,5 Па при 60°C.

Влияние pH дисперсионной среды на вязкость и стабильность ВУТС. На рис. 3 представлена зависимость вязкости ВУТС от концентрации вводимого NaOH и pH среды. Видно, что для всех 3-х изученных проб углей вязкость ВУТС имеет минимальное значение при концентрации NaOH в 0,5% и pH среды 8-9. Аналогичная картина наблюдается и при применении $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Водные растворы щелочей, реагируя с углем на первой стадии переводят гуминовые кислоты в их натриевые и кальциевые соли и pH суспензии при этом практически не изменяется. При малых концентрациях

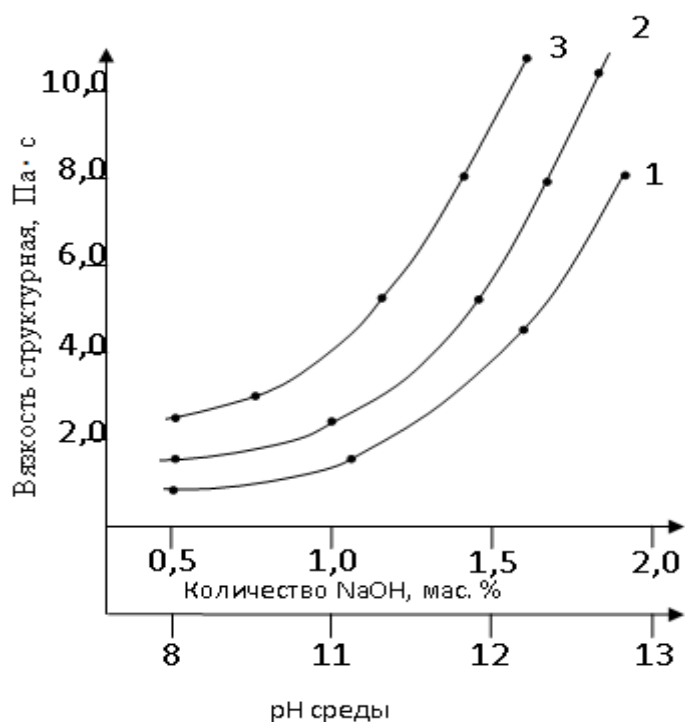
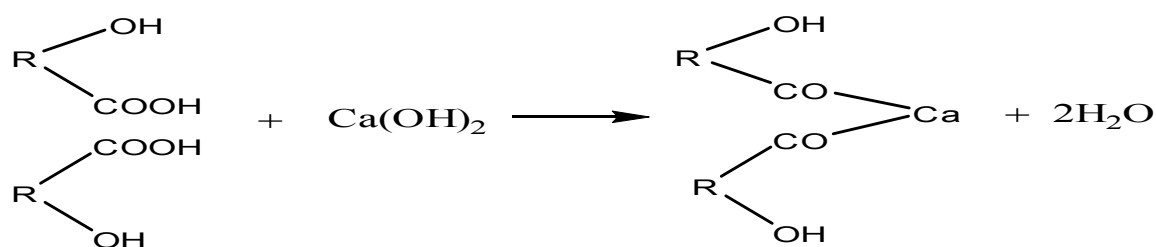
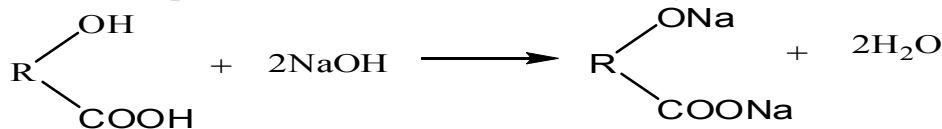


Рис. 3. Зависимость вязкости ВУТС от количества вводимого гидроксида натрия и pH среды: 1 – 35% суспензия Ангренского угля марки 2БК; 2 – 45% суспензия кондиционного товарного угля марки 2БОМСШ-Б1; 3 – 50% суспензия кондиционного товарного угля марки 2БОМСШ-Б2

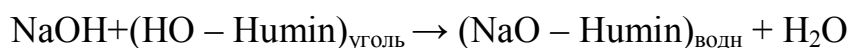
щелочи первый этап ее взаимодействия с углем описывается уравнениями:



где: (R(OH)COOH) – гуминовые кислоты угля.

Затем, с увеличением содержания NaOH и Ca(OH)₂, следует переход гуминов в раствор. Гуматы Na и Ca стабилизируют ВУТС и повышают ее вязкость. Вязкость и динамическое напряжение сдвига определяют упругие свойства суспензий и зависят от характера взаимодействия твердых частиц в жидкой фазе.

Значительная часть стабилизирующих добавок (лигносульфонаты, углещелочной реагент-УЩР, NaOH, Ca(OH)₂ и др.) имеет щелочную среду. Зависимость структурной вязкости ВУТС от количества вводимой щелочи имеет экстремальный характер с минимумом в интервале концентраций от 0,2 до 2,0% (рис.4). Увеличение содержания щелочи до 1% приводит к расслоению суспензии с образованием жесткого осадка. В литературе этому факту дано следующее объяснение: водная щелочь, реагируя с бурым углем на первой стадии переводит в водную фазу гуминовые кислоты в виде их натриевых солей:



где: $(\text{HO} - \text{Humin})_{\text{уголь}}$ – гуминовые кислоты в угле, $(\text{NaO} - \text{Humin})_{\text{водн}}$ – растворившиеся натриевые соли гуминовых кислот. Натриевые соли гуминовых кислот в воде находятся в виде истинного раствора и именно такое состояние имеет ВУТС при больших концентрациях щелочи (более 0,2-2,0%, рис.4), обеспечивающих полный переход гуминовых кислот в их соли. При малых концентрациях щелочи первый этап её взаимодействия с углем описывается вышеприведенным уравнением:

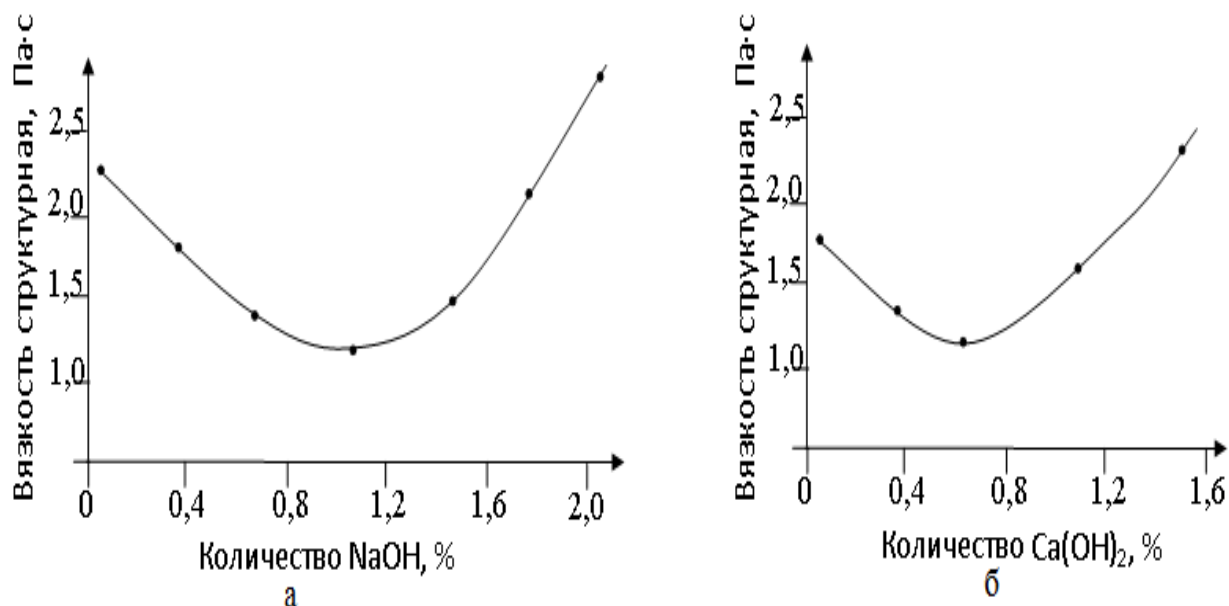
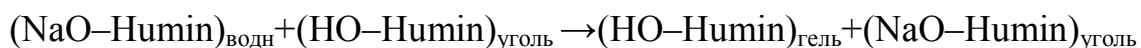


Рис.4. Зависимость структурной вязкости ВУТС на основе ангреноского угля марки 2БПК от количества вводимых пластификаторов – гидроксидов натрия (а) и кальция (б).



а затем следует стадия гидролиза солей гуминовых кислот и миграции ионов натрия из раствора в твердую фазу угля. Этот процесс протекает именно при малых концентрациях щелочи и приводит к коагуляции гуминовых кислот, переходу истинного раствора в коллоидный – гель гуминовых кислот, который стабилизирует водо-угольную суспензию и снижает её вязкость. Таким образом, показано, что зависимость вязкости ВУТС от количества вводимой щелочи имеет экстремальный характер с минимумом в интервале значений концентраций от 0,75 до 1,0%. В табл. 3 приведены результаты исследования влияния продолжительности помола на степень измельчения и свойства ВУТС. Из данных табл. 3 видно, что с увеличением продолжительности помола выход фракции частиц угля размером менее 50 мкм (R_{50}) растет и в связи с этим увеличивается вязкость ВУТС и ее стабильность. Установлено, что для получения ВУТС с 80% ным содержанием фракции частиц угля размером менее 50 мкм (R_{50}) достаточен 50-60 минут помола при использовании шаровой мельницы типа МБЛ.

Таблица 3

Влияние продолжительности помола на степень измельчения и свойства ВУТС*, полученных на основе углей 2БПК, БОМСШ-Б1, БОМСШ-Б2 и 1ССКОМ

Продолжительность помола, мин.	Остаток на сите, %		Реологические характеристики		
	R ₅₀	R ₂₀₀	μ _{стр} , Па с	τ ₀ , Па	Стабильность, сутки
Ангренский бурый уголь марки 2БПК					
10	46-44	3-4	1,87	29	1
20	30-32	1-2	1,89	28	2
30	18-20	~ 1,0	2,03	24	5
40	15-17	~ 0,7	2,52	15	20
50	12-14	~ 0,3	2,58	14	30
60	8-10	~ 0,1	2,58	14	40
Ангренский кондиционный товарный уголь марки 2БОМСШ-Б1					
10	48-46	3-4	1,88	28	1
20	34-32	2-3	1,90	26	2
30	22-23	2-1,5	1,92	26	4
40	18-20	~ 0,75	2,03	24	17
50	14-16	~ 0,5	2,2	20	25
60	10-12	~ 0,2	2,3	18	35
Ангренский кондиционный товарный уголь марки 2БОМСШ-Б2					
10	52-53	4-5	1,86	29	1
20	36-38	2-3	1,90	26	2
30	24-27	1-2	1,94	25	3
40	22-25	~ 1,0	2,0	23	15
50	18-20	~ 0,5	2,1	22	20
60	15-16	~ 0,3	2,1	22	30
Шаргунский каменный уголь марки 1ССКОМ					
10	47-45	3-4	1,75	36	1
20	33-35	2-2,5	1,78	34	2
30	20-22	1,5-1,0	1,82	32	4
40	16-19	~ 0,75	1,84	27	18
50	12-13	~ 0,4	1,89	28	26
60	9-11	~ 0,1	1,90	26	36

*Содержание твердой фазы ВУТС для бурых Ангренских углей марок 2БПК, 2БОМСШ-Б1 и 2БОМСШ-Б2 составляет,%; 38,8-40,0; 43,6-45,0; 2 47,8-49,2 соответственно, а для Шаргунских углей марки 1ССКОМ – 51,8-53,6%.

Влияние жесткости воды на величину вязкости ВУТС. Исследовано влияние воды различной жесткости на реологические свойства ВУТС, полученных на основе каменных Шаргунских и бурых Ангренских углей. Для приготовления ВУТС использовалась вода различной жесткости: 1 – дистиллированная (0,0 мг-экв/л); 2 – водопроводная (2,5 мг-экв/л); 3 – производственная сточная (4,4 мг-экв/л); 4 - артезианская (6,4 мг-экв/л). Определена зависимость структурной вязкости вышеуказанных ВУТС от содержания воды и твердой фазы. Из рис.5 видно, что с повышением общей жесткости добавляемой воды структурная вязкость ВУТС возрастает.

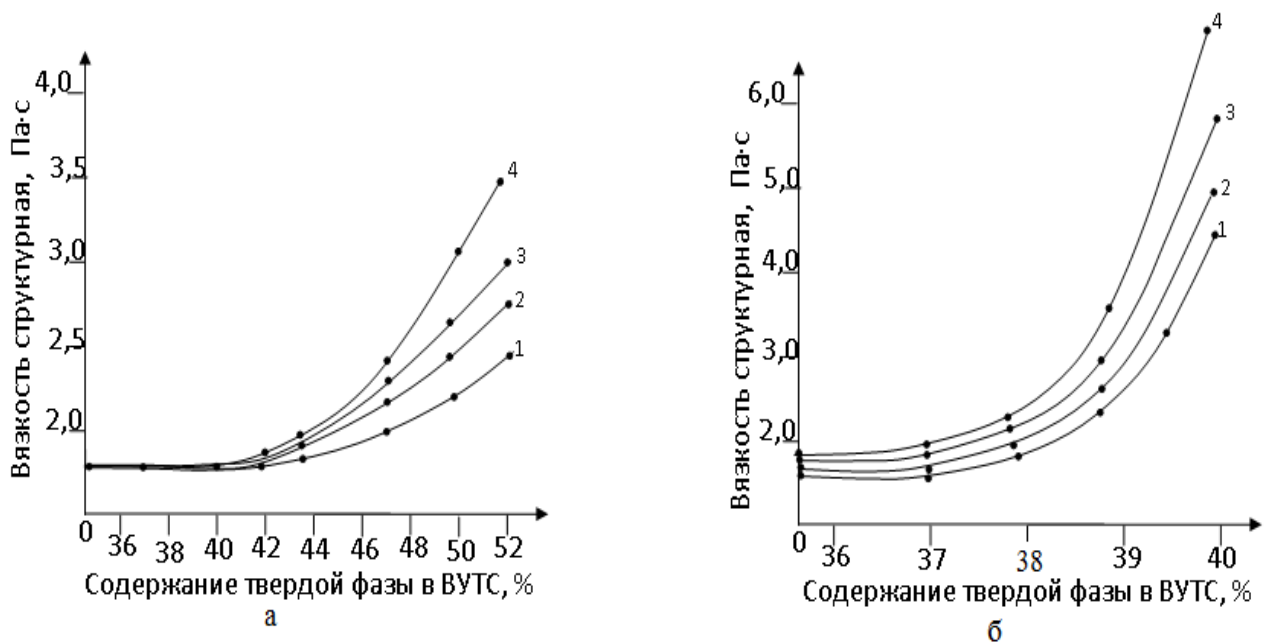


Рис.5. Зависимость структурной вязкости ВУТС, полученных на основе Шаргунского угля марки 1ССКОМ (а) и Ангреноского угля марки 2БПК (б) от содержания твердой фазы и пластификатора $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при использовании различных видов вод в качестве среды: 1 – дистиллированная, 2 – водопроводная, 3 – производственная - сточная; 4 – артезианская с общей жесткостью 0; 2,5; 4,4 и 6,4 мг-экв./л, соответственно.

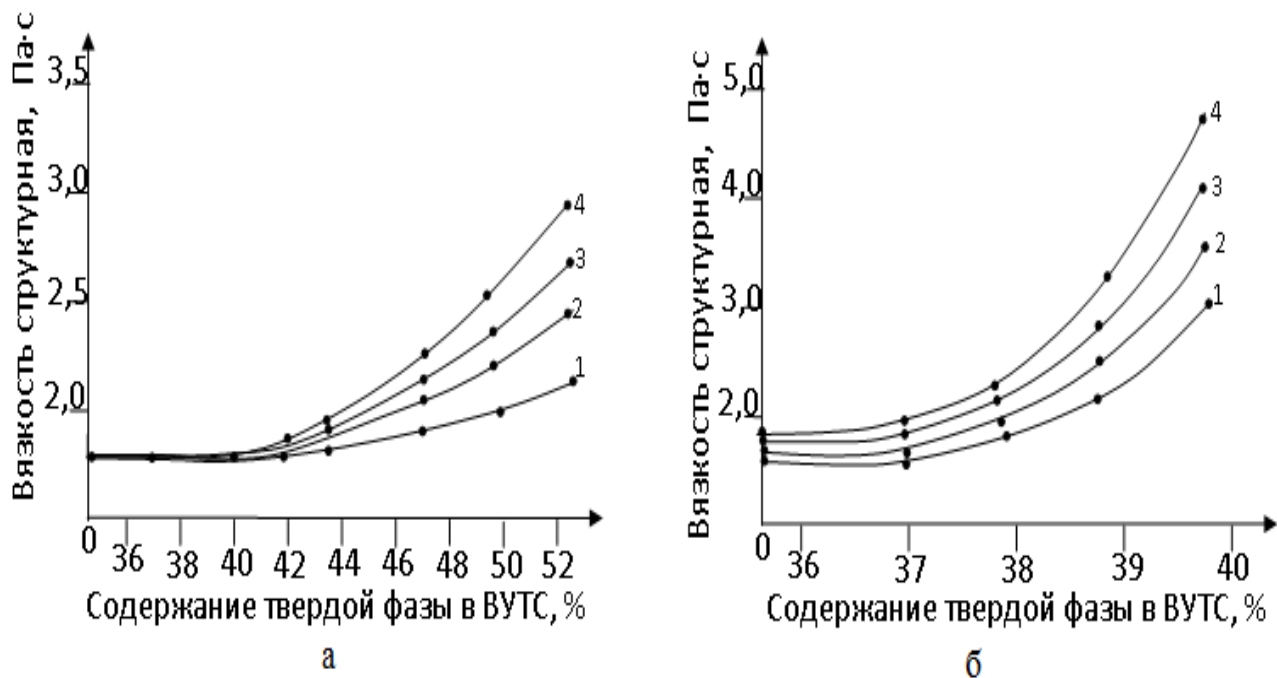


Рис.6. Зависимость структурной вязкости ВУТС, полученных на основе Шаргунского угля марки 1ССКОМ (а) и Ангреноского угля марки 2БПК (б) от содержания твердой фазы и пластификатора NaOH при использовании различных видов вод в качестве среды: 1 – дистиллированная, 2 – питьевая, 3 – производственно- сточная, 4 – артезианская с общей жесткостью 0; 2,5; 4,4 и 6,4 мг-экв./л, соответственно.

Целесообразно использование производственной сточной воды, т. к. её общая жесткость соответствует нормам ПДК и одновременно это экономически выгодно. Изучено также влияние стабилизатора NaOH на реологические характеристики ВУТС, приготовленных на разных видах вод (рис.6). Установлено, что применение NaOH до 1% позволяет снизить вязкость ВУТС в 1,5-2,0 раза, что дает возможность получить ВУТС с более высоким содержанием твердой фазы.

Анализ результатов исследований (рис.5 и 6) показал, что наиболее приемлемые величины вязкости ВУТС достигнуты при получении с использованием дистиллированной и питьевой воды, однако это экономически невыгодно, поэтому для приготовления ВУТС рекомендовано использование производственной сточной воды.

Получение ВУТС модификацией ангренских углей мазутом. Для повышения теплотворности и стабильности полученных ВУТС были проведены исследования по их модификации мазутом. На основе модификации Ангренских углей мазутом и NaOH (в массовых соотношениях: уголь – вода – мазут – NaOH. – ПАВ = 120 ÷ 130-165 ÷ 12-48 ÷ 1,2 ÷ 2,5-3,3) получены системы с концентрацией твердой дисперсной фазы для: угля марки 2БПК- 42,10 %; угля марки 2БОМСШ–Б1 – 46,15%; угля марки 2БОМСШ–Б2 – 48,0% (табл.4). Из приведенных в таблице данных видно, что для ВУТС, полученных на основе углей марок 2БОМСШ–Б1 и 2БОМСШ–Б2, при модификации мазутом величины их вязкости повышаются незначительно по сравнению с вязкостью ВУТС, полученных на основе угля марки 2БПК.

Седиментационная устойчивость изученных систем повышается с увеличением содержания модификатора - мазута. Изменение вязкости полученных систем вызвано как модификацией поверхности частиц дисперсной фазы за счет образования на них адсорбционных слоев, так и за счет изменения характеристик дисперсионной среды при попадании молекул модификаторов как на поверхность, так и во внутренние объемы частиц твердой фазы. Следует отметить, что при применении ограниченно растворимого в воде модификатора (мазута) происходит образование эмульсии.

Поверхностные характеристики угольных частиц и свойство дисперсионной среды влияют на интенсивность взаимодействия между частицами и на степень структурирования системы, следовательно, в конечном счете и на вязкость получаемых систем. Применение модификатора–мазута приводит к повышению седиментационной устойчивости ВУТС с последующим повышением энергетической эффективности их сгорания.

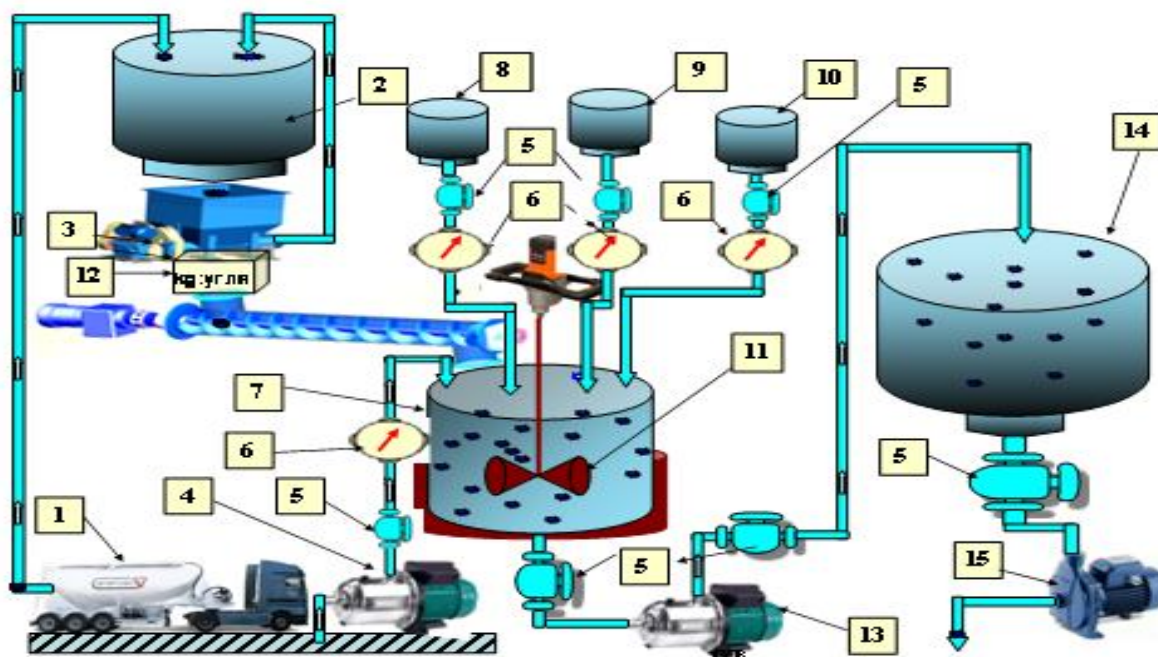
Таблица 4

**Характеристики ВУТС, полученных на базе Ангренских бурых углей
после их модификации добавками NaOH и мазута**

Состав ВУТС, г	Концентрация твёрдой фазы, %	Концентрация топливной составляющей, %	Вязкость, Па.с. при 80 ⁰ С	Вязкость, Па.с. при 40 ⁰ С	Седимента- ционная устойчивость
2БПК – 120 ; Вода – 165 ; NaOH – 1,2; ПАВ – 2,86	42,10	36,80	1,61	1,73	20-25 суток
2БПК -120 ; Вода–165 ; NaOH – 1,2; ПАВ – 3,0; Мазут–12	42,10	41,01	1,63	1,82	более одного месяца
2БПК -120; Вода –165; NaOH – 1,2; ПАВ – 3,1; Мазут –24	42,10	45,22	1,73	2,11	более одного месяца
2БПК -120; Вода–165; NaOH – 1,2; ПАВ – 3,2; Мазут – 36	42,10	49,43	2,81	3,12	более одного месяца
2БПК –120; Вода–165; NaOH – 1,2; ПАВ – 3,3; Мазут – 48	42,10	53,64	3,72	4,65	более одного месяца
2БОМСШ–Б1–120; Вода – 140; NaOH – 1,2; ПАВ – 2,6	46,15	30,00	1,54	1,75	20-25 суток
2БОМСШ–Б1–120; Вода – 140 NaOH – 1,2; ПАВ – 2,7; Мазут – 12	46,15	34,62	1,62	1,84	более одного месяца
2БОМСШ–Б1 –120; Вода – 140; NaOH – 1,2; ПАВ – 2,8; Мазут – 24	46,15	39,24	1,66	1,86	более одного месяца
2БОМСШ–Б1 –120; Вода – 140; NaOH – 1,2; ПАВ – 3,0; Мазут – 36	46,15	43,86	1,81	1,98	более одного месяца
2БОМСШ–Б1 –120; Вода – 140; NaOH – 1,2; ПАВ – 3,1; Мазут – 48	46,15	48,48	2,02	2,22	более одного месяца
2БОМСШ–Б2 –120; Вода – 130; NaOH – 1,2; ПАВ – 2,5	48,0	20,64	1,46	1,37	20-25 суток
2БОМСШ–Б2 –120; Вода – 130; NaOH – 1,2; ПАВ – 2,6; Мазут – 12	48,0	25,44	1,50	1,64	более одного месяца
2БОМСШ–Б2 –120; Вода – 130; NaOH – 1,2; ПАВ – 2,7; Мазут – 24	48,0	30,24	1,66	1,79	более одного месяца
2БОМСШ–Б2 –120; Вода – 130; NaOH – 1,2; ПАВ – 2,9; Мазут – 36	48,0	35,04	1,70	1,94	более одного месяца
2БОМСШ–Б2 –120; Вода – 130; NaOH – 1,2; ПАВ – 3,0; Мазут – 48	48,0	39,84	1,95	2,07	более одного месяца

С целью повышения стабильности и текучести ВУТС из низкозольных углей были применены различные стабилизирующие и пластифицирующие добавки: гидроксиды натрия и кальция в количестве 0,75–1,0%, ПАВ в количестве 1,0%, а также мазут в количестве 4,0-16,0% в расчете на сухой уголь. Следует отметить, что стабилизирующие добавки NaOH и Ca(OH)₂ обуславливают устойчивость (стабильность) ВУТС, а добавка ПАВ (0,05%-ный раствор полимера МПК-1) повышают текучесть ВУТС по системам трубопровода подачи и сжигания топлива. Анализ проведенных исследований показал, что основным недостатком ВУТС, полученных без добавки стабилизаторов, является их низкая устойчивость (стабильность) и текучесть, обусловленные недостаточной прочностью системы «жидкость –

твердая фаза». Для повышения устойчивости и текучести ВУТС были применены мазут, щелочные добавки – NaOH, Ca(OH)₂ и ПАВ. В результате получено топливо, пригодное к 1-2 месячному хранению без разрушения, с сохранением физико-химических свойств, с умеренной текучестью и относительно высокой теплотворностью. Принципиальная схема производства ВУТС по традиционной технологии приведена на рис.7. Полученная ВУТС способна замещать мазут и природный газ в энергетических установках практически без переделки систем топлива-снабжения.



1-грузовая машина с углем; 2 - шаровая барабанная мельница; 3 - сита; 4 - дозатор для подачи воды; 5 - вентиль; 6 - расходомеры; 7 - общая ёмкость; 8 - ёмкость для мазута; 9 - ёмкость для раствора щелочи; 10 - ёмкость для раствора ПАВ; 11 - смеситель; 12 - весы; 13 - дозатор для подачи ВУТС в емкость готовой продукции; 14- емкость для готовых ВУТС; 15- дозатор для подачи ВУТС на сжигание

Рис.7. Принципиальная технологическая схема приготовления ВУТС

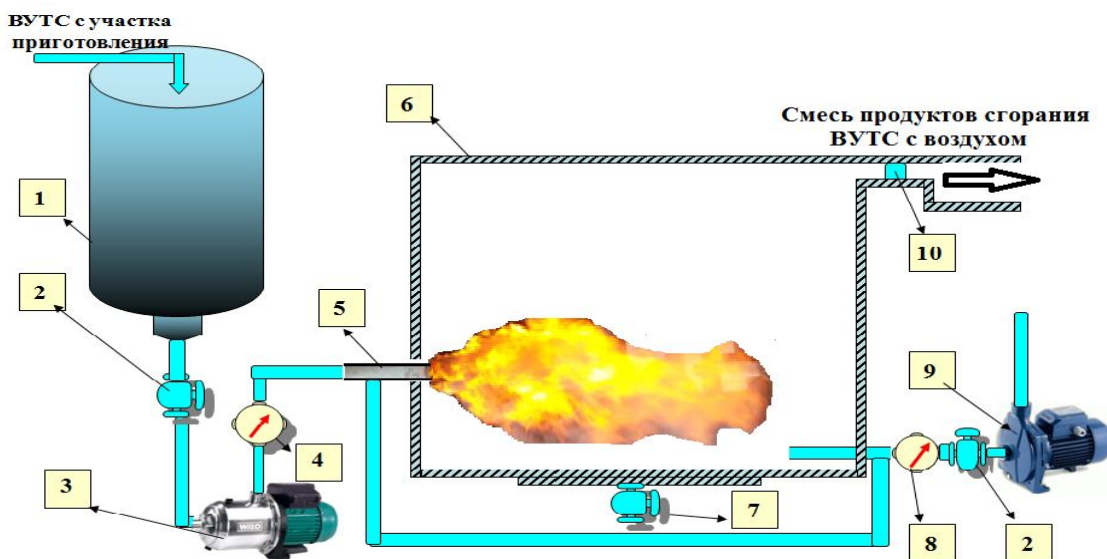
Таким образом, установлена взаимосвязь между технологическими параметрами и характеристиками получаемых ВУТС из бурых Ангрениских и каменных Шаргунских углей, в которых содержание твердой фазы находится в пределах 45–52 %, а удельная теплота сгорания их составляет 2900 ккал/кг (12,2 МЖ/кг). Определено влияние на технологические характеристики ВУТС температурных колебаний в диапазоне от 20 до 60⁰С.

В четвертой главе диссертации «**Технологическая схема сжигания и проведение промышленных испытаний полученных ВУТС**» приведены данные по сжиганию и проведению опытно-промышленных испытаний полученных топлив – ВУТС.

Технологическая схема сжигания полученных устойчивых ВУТС. В данном разделе диссертации исследованы как процесс сжигания бурых и

каменных углей Ангренского и Шаргунского месторождений в виде ВУТС, так и влияние способа розжига на стабилизацию процесса их горения. В шаровой мельнице уголь измельчали преимущественно до размера 50 мкм, причем максимальный размер частиц не превышал 1мм, а содержание частиц с размером менее 0,05 мм составляло 78-80%. Полученное топливо обладало следующими характеристиками: содержание твердой фазы - 36%; концентрация добавок мазута - 6%, гидроксида кальция - 0,75% и ПАВ - 1,0% в расчете на сухую массу угля; структурная вязкость - 2,19 Па с, начальное напряжение сдвига - 24 Па, стабильность - до 30 суток; теплота сгорания - 2900 ккал/кг (12,2 МЖ/кг).

Технологические схемы сжигания полученных устойчивых ВУТС представлены на рис.8 и 9. Сжигание опытных партий топлива осуществлялось на пилотной установке, оборудованной горелочным устройством. ВУТС из емкости (1) для сжигания через дозатор (3) подается к факельной горелке (5) камеры сгорания печи (6). Распыление ВУТС форсункой осуществляется сжатым воздухом с применением компрессора (9). В процессе сжигания состав газовой фазы контролируется газоанализатором (10), температура в камере сжигания измеряется платино-платинородиевой термопарой, расход ВУТС и сжатого воздуха определяется датчиком давления и манометром (4) и (8). Для розжига ВУТС применяется факельная горелка (5) с производительностью 100 кВт/час. Первоначальный разогрев проводится в факельной горелке (5), с использованием газа (или мазута) до температуры 1100-1150°C. Затем проводится совместное сжигание ВУТС с природным газом (или мазутом). В дальнейшем сжигание ВУТС осуществляется самостоятельно.



1- емкость для готовой продукции ВУТС, 2- вентили; 3- дозатор для подачи ВУТС на сжигание, 4- расходомер, 5- факельная горелка, 6-камера сгорания печи, 7-вентиль для эвакуации золы, 8-манометр, 9-компрессор для подачи воздуха, 10- газоанализатор

Рис.8. Принципиальная технологическая схема сжигания подготовленной ВУТС

Технология производства ВУТС позволяет получить топливо с заданными потребительскими свойствами. Известно, что теплота сгорания водо-угольного топлива из каменных углей достигает 3500 ккал/кг; из бурых – 2900 ккал/кг (12,2 МЖ/кг) при содержании твердой фазы 40-52 %. Важно, что технология производства ВУТС любого заданного состава и свойств не предполагает применения химических и термических методов обработки угля и воды, что предопределяет относительно невысокую стоимость конечного продукта, делающего его конкурентно - способным с жидким и газообразным топливами.

В результате проведенных экспериментов разработаны и научно обоснованы методы и средства повышения эффективности сжигания ВУТС из Ангренских и Шаргунских углей Узбекистана в топочных устройствах.

Установлено, что применение системы факельного сжигания позволяет в минимально короткое время обеспечить розжиг и стабилизацию горения ВУТС. К преимуществам эффективного использования ВУТС относятся следующие факторы: возможность использования средне и низкосортных углей при изготовлении ВУТС и повышения энергетического потенциала угля; взрыво- и пожаробезопасность, снижение вредных выбросов и запыленности атмосферы при их использовании. Процесс горения ВУТС характеризуется высокой полнотой выгорания (98,0-99,7%), что объясняется известным мнением о том, что содержащийся в дисперсионной среде топлива кислород играет роль промежуточного окислителя практически на всех стадиях его горения и тем самым активирует поверхность твердой фазы топлива, в результате чего воспламенение её распыленных частичек начинается не с воспламенения летучих компонентов, а с гетерогенных реакций окисления на их поверхности.



Рис.9. Сжигание водо-угольно - топливной суспензии (ВУТС) в топке сушильной печи Ангренской ЗИФ АО «Алмалыкский ГМК» с использованием факельной горелки мощностью 100 кВт/ч

Опытно-промышленные испытания технологии сжигания ВУТС. Опытно-промышленные испытания технологии сжигания ВУТС, полученных на основе бурых Ангренских и каменного Шаргунского углей, проводились в

топке сушильного цеха Ангренской ЗИФ (АО «Алмалыкский ГМК») при сушке концентратов благородных металлов в условиях фабрики в периоды с 18.07.2013 г. по 20.07.2013 г. и с 14.11.2014 г. по 18.11.2014 г. Расход топливной суспензии составил 30 кг/час. Испытанием ВУТС установлено, что имеет место нормальное ее горение по сравнению с ныне используемым мазутом. Проведенный сравнительный расчет расхода и стоимости используемых топлив (табл.5) показал, что при стоимости используемого мазута 748410 сум/т и нового топлива ВУТС 78000 сум/т с учетом их расхода 1,62 т/сутки и 5,3 т/сутки, соответственно ожидаемый годовой экономический эффект составит 291,6 млн.сум.

Таблица 5

Сравнительный расчёт экономической эффективности внедрения нового вида топлива – ВУТС взамен традиционного мазута, применяемого на Ангренской ЗИФ АО «Алмалыкский ГМК»

№	Наименование	Ед.изм.	Показатель
А. Данные по существующей технологии с использованием мазута			
1	Суточный расход мазута	т	1,62
	Годовой расход мазута	т	591,3
2	Цена одной тонны мазута	сум/т	748410
3	Годовой расход на закупку мазута $591,3 \cdot 748410 = 442534833$ сум	млн.сум	442,53
Б. Данные по предлагаемой технологии с использованием ВУТС			
1	Суточный расход ВУТС	т	5,3
	Годовой расход ВУТС	т	1934,5
2	Цена одной тонны нового вида топлива ВУТС-1	сум/т	78000
3	Годовой расход на закупку ВУТС $1934,5 \cdot 78000 = 150891000$ сум	млн.сум	150,9
Годовой экономический эффект от замены мазута на ВУТС $442,5 - 150,9 = 291,6$ млн сум			

Следует отметить, что при полной замене применяемых в настоящее время видов топлив (мазут, природный газ и др.) на ВУТС на предприятиях АО «Алмалыкский ГМК» и далее в масштабах ГЭК «Узбекэнерго» экономические показатели значительно возрастут.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые научно обоснована возможность эффективного применения низко- и высокозольных бурых Ангренских и каменных Шаргунских углей Узбекистана в качестве сырья для получения альтернативных жидким нефтяным топливам водоугольно-топливных суспензий (ВУТС) и разработан соответствующий оптимальный режим технологии для нормального и полного их сгорания.

2. Разработана технология получения ВУТС на основе бурых Ангренских углей марок 2БПК, БОМСШ-Б1, БОМСШ-Б2 в комплексе со стабилизирующими и пластифицирующими добавками NaOH, Ca(OH)₂, ПАВ и модифицированием угля мазутом. Показано, что теплотворность ВУТС на

основе угля марки 2БПК составляет 2900 ккал/кг (12,2 МЖ/кг), она увеличивается, также как показатели седиментационной устойчивости и текучести ВУТС, при их модифицировании добавками мазута, стабилизаторов и пластификаторов.

3. Установлена корреляционная зависимость реологической характеристики ВУТС от физико-химических свойств углей (зольность, влагоёмкость, теплотворность, содержание летучих веществ, карбоксильных и гидроксильных групп), их количественного содержания в топливной суспензии, степени дисперсности частиц угля, содержания стабилизирующих добавок и рН дисперсионной среды. Показано, что у обработанных оптимальными количествами добавок стабилизаторов и пластификаторов (NaOH, Ca(OH)₂, ПАВ) топливных суспензий их показатели стабильности, вязкости и текучести практически сохраняются постоянными.

4. Выявлено, что структурная вязкость ВУТС, полученных на основе бурых углей, значительно выше (2,52 Па·с у суспензии, полученной на основе бурого угля марки 2БПК), чем полученных на основе каменных углей (1,84 Па·с у суспензии, полученной на основе каменного угля марки 1ССКОМ), что связано с достаточно высоким содержанием карбоксильных и гидроксильных групп в макромолекулах бурых углей.

5. Установлено, что при добавлении стабилизаторов NaOH и Ca(OH)₂ в пределах 0,5-2,0% от массы топлива его реологические параметры остаются практически постоянными во времени; при повышении температуры от 20⁰ до 60⁰С структурная вязкость ВУТС уменьшается более чем в 1,5-2,0 раза, а динамическое напряжение сдвига увеличивается в 2 раза.

6. Показано, что структурная вязкость и стабильность ВУТС зависят от содержания в ней фракции твердой фазы с размерами частиц угля менее 50 мкм. С увеличением содержания этой фракции в общей массе угля показатели указанных параметров суспензии возрастают. Суспензии с оптимальными значениями структурной вязкости и стабильности образуются при содержании в массе угля этой фракции не более 80%, что можно достичь регулированием времени измельчения угля. Найдено, что в ВУТСах, полученных на основе углей марок 2БПК, 2БОМСШ-Б1, 2БОМСШ-Б2 и 1ССКОМ, содержание твердой фазы составляет 38-40, 44-46, 49-51 и 52-55%, соответственно.

7. Показана возможность сжигания полученных устойчивых ВУТС в топочных устройствах с использованием разработанной новой факельной горелки и установлено, что процесс их горения характеризуется высокой полнотой выгорания угля (98,0-99,7%), что объясняется известным мнением о том, что содержащийся в дисперсионной среде топлива кислород играет роль промежуточного окислителя практически на всех стадиях его горения и, тем самым, активизирует поверхность твердой фазы топлива, в результате чего воспламенение её распыленных частичек начинается не с воспламенения летучих компонентов, а с гетерогенных реакций окисления на их поверхности; найдено, что ВУТС с нормальными реологическими

свойствами можно получить при использовании не только водопроводной воды с жесткостью 2,5 мг-экв/л, но также с привлечением отвечающей нормам ПДК производственной сточной воды (4,4 мг-экв/л), которая более доступна и экономически целесообразна.

8. Разработан технологический регламент и инструкция получения и сжигания ВУТС на основе бурых и каменных углей Узбекистана, проведены опытно-промышленные испытания (в периоды с 18.07.2013 по 20.07.2013г и с 14.11.2014 по 17.11.2014г.) разработанных ВУТС при их сжигании в топке сушильной печи Ангренской ЗИФ АГМК; экономический эффект при замене мазута на ВУТС при постоянном ее использовании составит 291,6 млн. сум в год без учета амортизационных расходов. При замене применяемых в настоящее время видов топлива (мазут, природный газ и др.) на ВУТС на предприятиях АО «Алмалыкский ГМК», а далее в масштабах ГЭК «Узбекэнерго», показатели экономической эффективности значительно возрастут. Полученные ВУТС рекомендованы в качестве альтернативных топлив для широкого использования в тепло- и энергоагрегатах ряда промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных сфер Республики.

**ONCE-ONLY SCIENTIFIC COUNCIL 16.07.2013.K/T.14.01 AT
INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY,
SCIENTIFIC RESEARCH CENTER OF CHEMISTRY AND PHYSICS OF
POLYMER, TASHKENT CHEMICAL TECHNOLOGY AND TASHKENT
STATE TECHNICAL UNIVERSITY ON AWARD OF SCIENTIFIC
DEGREE OF DOCTOR OF SCIENCES**

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

ESHMETOV IZZAT

**TECHNOLOGY CREATION OF WATER-COAL FUEL SUSPENSION
BASED ON UZBEKISTAN'S COALS**

**02.00.11-Colloid and membrane chemistry
(technical sciences)**

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION

city Tashkent – 2015 year

The subject of doctoral dissertation is registered under № 30.09.2014/B2014.3-4.T17 at Higher Attestation Commission under Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

Abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English) is placed on the web page to address www.ionx.uz and Information-educational portal of «ZIYONET» to address www.ziyonet.uz.

Scientific consultant:

Agzamkhodjaev Anvarhodja Atahodjaev
doctor of chemical sciences, professor

Official opponents:

Salimov Zokirjon
doctor of technical sciences, professor, academician
of Academy Science of the Republic of Uzbekistan

Aminov Sobir Nigmatovich
doctor chemical sciences, professor

Abdurakhimov Saidakbar Ablurakhmanovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

Fergana politechnical institute

Defense will take place «__» _____ 2015 at ____ at the meeting of once-only scientific council number 16.07.2013.K/T.14.01 at the Institute of general and inorganic chemistry, Research center of chemistry and physics of polymers, Tashkent chemico-technological institute and Tashkent State technical university. Address: 100170, Tashkent, street Mirzo Ulugbek, 77. Phone: (99871) 262-56-60, fax: (99871) 262-79-90, E-mail: ionxanruz@mail.ru

The doctoral dissertation is registered at Information-resource centre of Institute of general and inorganic chemistry № __ it is possible to review it in information-resource centre (77 a Mirzo Ulugbek str., 100170, Tashkent city, Uzbekistan), Phone: (99871) 262-56-60).

Abstract of dissertation sent out on «__» _____ 2015 year
(mailing report № _____ on _____ 2015 year).

B.S.Zakirov

Chairman of once-only scientific council on awarding of
scientific degree of doctor of sciences, d.ch.s.

A.M.Reymov

Scientific secretary of once-only scientific council on
award of scientific degree of doctor of science, d.t.s.

S.S.Khamraev

Chairman of once-only scientific seminar at under
scientific council on awarding of scientific degree of doctor
of sciences, d.ch.s., professor

Introduction (annotation of doctoral dissertation)

Topicality and demand of the subject of dissertation. Owing to decreasing of reserves of oil and gas and also increasing of their cost on the world market, the role of solid fuel in fuel and energy balance of Uzbekistan has increased. However, ecological problems, rising at using of coal fuels have demanded for elaboration and introduction of new ecologically pure coal-fuel technologies. The same developed technology connected with coal using as fuel in form of water-coal fuel suspension (WCFS) has been advanced manufacturing recently in world practice. Combustion of coal in form of WCFS has some economical, ecological and operational advantages in comparison with powdered and layered combustion. Using of WCFS has allowed to increase effectivity of coal combustion, to utilize coal slimes, to decrease of explosion – danger of coal dust in energy boilers, decreases amounts of sulfur and nitrogen oxides emissions into the atmosphere. Introduction of relative cheap WCFS in practice promoted saving of energetical and material resources and limiting of environment pollution.

Taking into account above mentioned of WCFS advantages in comparison with modern types of fuel and also availability for it creation of cheap and local raw materials, development of new stable WCFS obtaining on the basis of Anhren and Shargun coals, as well as their rational combustion in different furnace aggregates instead mazut and natural gas can be used one of the perspective trend of energetic elaboration and coal industry of Republic.

The present dissertational work is focused on the implementation of the resolutions of the President of the Republic of Uzbekistan the NPR-1442 dated December 15, 2010 «On the priorities of industrial development of Uzbekistan for 2011-2015» also Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated October 30, 2013 N292 «Development economy and management by coal industry rising qualitative level of developed new produce for account of design and exploratory and research works, dated June 6, 2013 year, N161 «Growth of coal industry for account of realization of priority investment projects directed to meet the growing population needs in coal industry for 2013-2018» which directed to accelerate implementation of modern scientific achievements and progressive innovative technology of WCFS based on Uzbekistan's coals in the manufacture fields.

Conformity of research to the main priority directions of development of science and technologies in the Republic. The present work is carried out in according to priority directions of development of science and technology of the Republic of Uzbekistan SSTP-13 «The development of efficient methods search, intelligence, estimate, mining and comprehensive processing of mineral fuel and raw materials resources, recovery and waste utilization of ore-dressing».

International review of scientific researches on theme of dissertation.

Currently, the questions on creation of the technology of CWSF, researches were conducted in Department of Aerospace Engineering and Mechanics, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota and Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of California, Irvine (the US), School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangdong Provincial Laboratory of Green

Chemical Technology, South China University of Technology, Guangzhou (China), Canada coal inc (Canada), Center for Mineral and Coal Technology (Indonesia), Chemical Engineering Department University of Rome, Commission of the European Communities (Italy), The Institute of Applied Energy, Shinbashi (Japan) and other scientific centers and of higher education institutions

Since last year there is series of scientific achievements on obtaining and application of WCFS in world practice. For instance, effect of modified lignin series and naphthalene series dispersants on the stability of (CWS) and sedimentation behavior of coal particles were investigated at the Institute of Applied Energy, Shinbashi and School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangdong Provincial Laboratory of Green Chemical Technology, South China University of Technology. At the Department of Aerospace Engineering and Mechanics, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota and Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of California, Irvine and Canada coal inc., the closest coal water slurries subjected to grinding till dispersions of coal particle sizes less than fifteen microns obtained new material like CWC has a possibility for new clean coal technologies that connected with performance more simple decision of question of sulfur bending (sulfur has formed at combustion of sulfur-bearing fuels) and decreasing of nitrogen oxides formation that will give not only economical benefit, but also will allowe to improve environmental protection.

Conducting of scientific researches on priority direction of WCFS production and application based on black and brown coals, comprehensive optimized on properties, capable with high degree heating capacity, stability and fluidity is continued.

Degree of study of problem. Some questions of creation and regulation of chemical-and-colloidal properties of disperse system are reviewed investigotia in the scientific literature. In Uzbekistan a chemical colloidal scientific school was created under the direction of Ahmedov K.S., where as representatives were Aripov E.A., Glekel F.L., Hamraev S.S., Tadjiev A.T., Aminov S.N., Agzamhodjaev A.A., Ahmedov U.K., Muminov S.Z., Rahmatkoriev G.U., Sataev I.K., Gumarov R.H., Nasritdinov S., Beysenboev O.K contributal and other wide studied coals of Uzbekistan. It should be noted that in the research works of above scientifits search on creation of new type fuel based on water dispersion of Uzbekistan's coal has been not carried out up to date.

It is known that intensive studies along the lines of technology creation and research of the WCFS properties with application of black and brown coals of different deposits and their implementation have been conducted by many foreign scientists such as Delyagin G.N., Baranova M.P., Kulagin V.A., Lutsenko S.V, Petrakov A.P., Golovin G.S., Gorlov E.G., Zekov V.M., Hodakov G.S., Detkov S.P., Borzov A.I., Murko V.I., Zaydenvarg V.E., Morozov A.G., Mosin S.I., Boruk S.D., Seong Y.K., Usui H., Ymasaki B.E., Sunggyu Lee, James G.S., Sudarshan K.L., Hashimoto N., Matsumoto Osamu, Masai Surui, Ercolani D., Grinzi F., Nagata K.I, Yano N., Nagamori S and other. However, the researches on creation

technology of new type of fuel based on water dispersion of Angren and Shargun coals of Uzbekistan have been not carried out.

Thus, at the first time, the problem decision of obtaining, studying and using of energy – effective and ecologically safety water – coal fuel on the basis of the local coals have solved in the dissertational work that is very timely as theoretical and practical points of view.

Connection of dissertation with research works realized in the organization where dissertation performed. The dissertational work of project FA-A13-T159 «The processing of anthropogenic waste and technological solutions for afterextract of nonferrous as well as noble metals» (2012-2014) and the Project 2FA-O-73747 «Obtainment and practical using of new type of fuel on the basis of water dispersions of Uzbekistan coals» (2014-2015).

Purpose of research is consisted in development of technology of new types of fuel – WCFS based on coals of Uzbekistan; and their using in furnace aggregates of industries.

To achieve this goal the following **tasks of researches** are solved:

- study of interdependence of physico –chemical properties and composition (humidity, ash content, volatile substance content, carboxylic and hydroxyl groups, heating capacity) used coals with technological parameters of resulting WCFS;
- study of coal optimal graininess and pH of dispersion medium;
- determination of optimal composition of WCFS: content of the main components coal and water, as well as stabilizing and plasticizing additions NaOH, Ca(OH)₂, surface active substances (SAS) and mazut;
- definition of rheological properties, stability and fluidity of obtained WCFS;
- determination of rational conditions (solid phase content, rheological properties, stability and fluidity) of WCFS technology;
- development technology of fuel suspension preparation from black and brown coals of Uzbekistan
- study of technological characteristics of WCFS obtained and possibilities of them combustion in the furnace aggregates of appropriate production;
- testing technical and economic assessment of WCFS using at the production.

Object of research are the local Angren brown coal and Shargun black coal, WCFS basid on them as well as stabilizing additions NaOH, Ca(OH)₂, SAS, and mazut.

Subject of research is the process of stable WCFS based on the local brown and black coals, study their rheological properties and combustion process.

Methods of research. Complex of physical and colloid – chemical methods of investigations such as rheological, adsorptive, analytical and thermal were used.

Scientific novelty of the dissertation research consist in the following:

- physico-chemical properties (humidity, ash content, volatile substance content, carboxylic and hydroxyl groups, heating capacity) of Angren brown and Shargun black coals, were determined rheological properties of WCFS obtained based on low-ash and high-ash coals such as Angren brown and Shargun black coals were defined;

optimal amounts of stabilizing and plasticizing additions (NaOH, Ca(OH)₂, SAS) for WCFS were found. When addition of stabilizers NaOH and Ca(OH)₂ in the ranges 0,5-2,0% from initial weight of fuel, its viscosity increased, but dynamic stress of displacement is reduced, the viscosity of WCFS decreased in 1.5-2.0 times, and dynamical strain of displacement is increased in 2.0 times at rising of temperature from 20°C to 60°C respectively;

it was revealed that viscosity the WCFS obtained based on brown coals is several more than the WCFS obtained based on black coal, e.g. if this value for WCFS, obtained based on sort of 2BPK is 2.52 MPa·s, as WCFS from black coal sort of 1SSKOM will be 1.84 MPa·s;

for fuel, dispersion phase which consist of particles up to 50 μm (80%), the influence of dispersion phase content to structural viscosity values, stability and burning was found. It is established that solid phase content is 38-40, 44-46, 49-51 and 52-55%, respectively in the WCFS obtained coals based on 2BPK, 2BOMSch-B1, 2BOMSch-B2, and 1SSKOM;

stable and high caloric WCFS were obtained by mazut modification (which is contented 4-16% from initial weight of fuel) of Angren brown coals, sorts of 2BPK, 2BOMSch-B1 and 2BOMSch-B2. It was shown that heating capacity of WCFS based on 2BPK in optimal condition is 2900 kcal/kg;

the optimal regimes of technology proportional and full combustion of WCFS were worked out basis of the using new jumbo burner allowed delivery of heat pretreatment fuel and compressed air in the furnace aggregates.

Practical results of research ic consisted in the following:

it was determined WCFS with normal rheological properties can be obtained at using is not only main water with hardness 2.5 mg-eq./l) and also it meets requirements of LPC (limited permissible concentration) of industrial sewage (4.4 mg-eq./l) which is more reasonable and economical benefit;

it was determined possibility of combustion of obtained WCFS in the furnace aggregates with using new jumbo burner and it was shown that the process their combustion is characterized by high full burning of coal (98.0-99.7%);

water-coal fuel suspension was obtained based on low and high-ash of Angren brown and Shargun black coals and the optimal regime of propotional and full combustion technology of fuel suspensions was developed based on new jumbo burner. It was shown possibility of combustion of the stable WCFS obtained in furnace aggregates with using new jumbo burner.

It was that WCFS obtained is recommended as alternative fuel for wide application on a number of heat and power aggregates, agricultural and communal spheres of Republic.

Reliability of obtained results validity of scientific positions, conclusions and recommendations do not cause doubt as they are established on the basis of modern methods colloidal chemical and phyzyco-chemical researches, approach of the production and combustion of the developed WCFS was tested in the experimental-industrial trials and recommended in the industry.

Theoretical and practical value of the research results. It was concluded that determination of the main colloidal-chemical parameters – rheological characteristic of WCFS correlated depending on physico-chemical properties of coal (humidity, ash content, volatile substance content, carboxylic and hydroxyl groups, heating capacity) their quantity content in the fuel suspension, dispersion degree of coal particles, contents of stabilizing and plasticizing additions (NaOH, Ca(OH)₂, SAS) and pH dispersion medium. It is shown that at processed of fuel suspension by established optimal quantity of stabilizing and plasticizing additions their values such as stability, viscosity and fluidity are kept constant practically.

The practical importance of results is concluded that at the first time water coal fuel suspension (WCFS) was obtained based on Angren brown and Shargun black coals of Uzbekistan. The optimal regimes of technology proportional and full combustion of WCFS were worked out basis of the using developed new jumbo burner allowed delivery of heat pretreatment fuel and compressed air in the furnace aggregates

Realization of results. Developed technological schedule on obtaining of WCFS based on brown and black coals of Uzbekistan, and using them instead traditional liquid petroleum fuel are submitted by stock company Almalyk mining and smelting complex. Practical implementation of the research was carried out at enterprises of Almalyk mining and smelting complex by the experimental-industrial trials of WCFS for 2013-2014 by reconstruction of the furnace aggregates of the complex (Certificates of trials from the 21 of July, 2013 to the 20 of November, 2014 and supporting letter of Angren mining and smelting plant to implementation of development №1818 from the 24 of March, 2015). The economic effect at instead of mazut on WCFS at persistent their application has been equaled 291.6 ml. sums per year.

Approbation of work. The results of this work were reported, discussed and approved at the International scientific conference International scientific conference on chemical technology XT 12 (Tashkent, 2012); Republican scientific and technical conference "New composite materials on the basis of organic and inorganic ingredients" (Tashkent, 2012); V, VI and VII- Republican fair of innovative ideas, technology and projects (Tashkent, 2012, 2013, 2014); International symposium «Present problems of high education and science in chemistry» (Alma-Ata, 2013); International scientific conference «Catalytic process of oil processing, petrochemistry and environment» (Tashkent, 2013); International scientific and technical conference. «Resource- and energy saving, as well as environmentally friendly composite materials» (Tashkent, 2013); Republican scientific-technical conference «Ingredients based on local and secondary raw for novelty composite materials production» (Tashkent, 2014); Republican scientific and technical conference NU.RUZ "Condition and prospect of development of colloid chemistry and nanochemistry in Uzbekistan" (Tashkent, 2014); «European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences. 4th International scientific conference» International scientific conference (Vienna, 2014), The IV International. ecological scientific conference "Problems of

recycling life waste and Industrial production" (Krasnodar, 2015); Respubl. Scien. tech. conf. "Progressive technologies of receiving composite materials and products from them" (Tashkent, 2015); Inter. Scien. tech. conf. "Chemistry and ecology - 2015". (Salavat, 2015); Seminar on the Scientific Council 16.07.2013 K/T. 14.01 at the Institute of General and Inorganic Chemistry As RUz, Institute of physicist and chemistry of polymer As RUz, Tashkent state technical university and Tashkent chemical technology once-only Scientific council on 22 of May 2015.

Publication of results. The main content of dissertation is stated on 43 scientific articles, including 1 monograph, 17 journal's articles in foreign periodicals and 24 journal's articles in Republican periodicals, as well as 1 claims on the obtaining of patents of the Republic of Uzbekistan were given.

Structure and volume of dissertation. Dissertational work consists of introduction, four chapter, conclusions, and list of used literatures, containing bibliography of 255 titles. It contents 174 pages, including 29 drawings and 41 tables.

The main content of the thesis

The introduction describes actuality and demand for its theme, problem of investigation are based; aims and tasks of investigation are defined; scientific novelty and practical importance of dissertation are formulated.

The first chapter is devoted to literature review «**Modern interpretations on properties, preparation approaches and efficiency of combustion of water coal fuel suspensions**» in which modern position of WCFS technology and facilities them combustion in the furnace aggregates. Also of WCFS compositions, their rheological properties, ways of combustion, as well as possibilities of their using for combustion in laboratorial and industrial conditions are considered. Results of analysis of literature have proved the actuality of dissertation theme, raised problems and their staged desertion by theoretical and experimental methods.

In the second chapter «**Physico-chemical characteristics of coals and experimental technique**» physico - chemical and heat-technical properties investigated coals have been studied; methods of conduction of experiments and determination of characteristics of WCFS obtained are described.

It is know that Uzbekistan has possessed by considerable reserves of coal (1900 ml. tons) including of brown coal - 1853 ml. tons and coal-47 ml. tons. For experiments by obtaining, investigation and combustion of WCFS with of ash content and attendant minerals were selected probes of brown Angren coals of sorts 2BPK (ash content-12.8%), standard commodity coals of Angren of sorts 2BOMSCh-B1 and 2BOMSCh-B2 (ash content – 34.7% and 50.7% respectively), and Shurgan coals of sort 1SSKOM (ash content-10.3%). Probes were placed by stock company «Uzbekcoal».

In accordance with demands to quality of coals using for WCFS obtaining can be used coals with high yield of volatile compounds on the dry with and ashless to 40.8% and ash content 15 - 35%. The more suitable are brown Angren coal of sort

2BPK and black Shargun coal of sort 1SCCNF. Moreover, with accounting of possibility of wide using of WCFS also standard commodity Angren's brown coals of sorts 2BOMSCh-B1 and 2BOMSCh-B2 were investigated. Physico- chemical characters characteristics of above-mentioned coals are presented in Table 1, from which is seen that probes of sorts 2BPK, 2BOMSCh-B1, 2BOMSCh-B2 and 1SSKOM are characterized content of sum –COOH and –OH groups 1,72; 1,81; 1.66; 0,56 mg-eq./g and volatile compounds 40,2; 34,2; 50,7; 40,8 %.

Table 1

Characteristics of brown Angren and Shargun coals (1-Angren of sort 2BPK; 2-Angren standard commodity of sort 2BOMSCh–B1; 3- Angren standard commodity of sort 2BOMSCh–B2; 4-Shargun coal of sort 1SSKOM)

№ of coal probe	Technical analysis				volatile compounds (from rock mass) V, %	Chemical analysis			Heat of combustion kcal/kg (MJ/kg)	
	Moisture, %		Ash content, %			Content in mass of coal mg-eq./g			Lowest	Highest
	Working fuel, W ^P	Analytical probe, W ^A	Analytical probe, W ^A	Dry mass, A ^c		COOH groups,	-OH groups,	Sum of COOH and OH		
1	40.0	10.0	11.5	12.8	40.2	0.32	1.4	1.72	3600 (15.3)	8160 (34.28)
2	40.0	11.6	30.9	34.7	34.2	0.21	1.6	1.81	2700 (11.34)	7040 (29.6)
3	40.0	16.7	47.4	50.7	33.1	0.16	1.5	1.66	2300 (9.66)	6290 (26.43)
4	10.0	10.2	1.0	10.5	40.8	0.36	0.2	0.56	6200 (26.05)	8720 (36.34)

Lowest heat of combustion for low-ashy coals of sorts 2BPK and 1SSKOM was equaled 3600 and 6200 kcal/kg (15.3 and 26.05 MJ/kg) and for high-ashy coals of sorts 2BOMSCh–B1 and 2BOMSCh–B2 2700 -2300 kcal/kg (11.34 and 9.66 MJ/kg), respectively and highest heat of combustion for coals of sorts 2BPK, 1SSKOM, 2BOMSCh–B1 and 2BOMSCh–B2 was equaled 8160, 8720, 7040 and 6290 kcal/kg (34.28; 36.34; 29.6; and 26.43 MJ/kg) respectively. High-ashy coal of sort 2BOMSCh–B2 characterized by considerable content of clay impurities had a largest value of above-mentioned parameter.

The third chapter of dissertation «**Technology WCFS and investigation of their colloid–chemical properties**» is devoted to elaboration of technology of water coal fuel suspensions preparation and research of their colloid – chemical properties. Influence of coal moisture on its grinding. Water coal fuel suspensions are microheterogeneous dispersion systems composed of two. One of the phases is continuous and serves as dispersion medium in volume of which particles of coal are distributed. Dimensions of particles of dispersion phase can be changed from some nanometers to 100 μm and more. Common for all dispersion systems are

following the fundamental physico-chemical parameters: heterogeneous, i.e. presence of the division surface and dispersion (scattered nature). Role of these factors in aggregative and sedimentation stability of fine-dispersion systems has become more important as far as decreasing of particles dimensions and their content in liquid dispersion medium. The free energy of dispersion system has increased at its coagulation (stitching together of particles). Coagulation especially intensively has carried out in liophobic aggregative unstable systems and reaching of some critical content of particles dispersion phase in liquid dispersion medium has caused to spontaneous origin of volumetrically spatial structural net, the main elements which are contacts between particles bringing to formation of spatial cells in all volume of dispersion system. And at this dispersion system itself has become structural that is has carried out in absolutely new state. Origin of spatial structures has cardinally changed their structurally – mechanical properties of the initial systems, which completely have lost an aggregative stability becoming sedimentation stable because of an presence of structural net has retain particles of dispersion phase fixed in it from precipitation. Also such systems have lost their fluidity, mobility; viscosity with increasing of dispersion and decreasing of size of particles as well as their content in dispersion medium.

With the purpose of obtaining of stable water –coal suspensions from coal suitable for direct combustion in furnaces of boiler – aggregates it is necessary first of all to investigate them on crushing because of this parameter is the base technological operation (stage). It is known that from degree of coal grinding to content of fraction with 50 microns (about 50% from total mass of coal) such important characteristics of water – fuel suspension as rheological properties, sedimentation stability and combustion temperature have been depended.

Fraction composition of ground probes of coals crushing in ball drum of periodical action was determined by screen method with dimensions of coal particles from 0.16 to 0.05 mm (50 μm). The time of grinding was determined by the maximal yield of fraction <50 μm . In addition investigations by influence of time and storage temperature on some rheological properties of WCFS also were carried out. In Table 2 the results of investigation of influence of grinding time on the fraction composition of brown Angren coals (sorts 2BPK, 2BOMSch–B1 and 2BOMSch–B2) and Shargun coal (sort 1SSKOM) are presented. From data of Table 2 shown that with increasing time of grinding the yield of fraction of coal with dimensions of particles <0.05 mm has increased what has promoted to increasing of WCFS viscosity and stability. It was determined that for WCFS obtaining with content 78-80% of coal fraction with dimensions of particles less 50 μm for brown Angren coals is enough 240 min and for Shargun coal 360 min of grinding time. Probes of obtained suspensions with mass 1000 g. were sustained at temperature 25 °C.

Table 2

Fraction composition of ground brown Angren (sorts of 2BPK, 2BOMSch–B1 and 2BOMSch–B2) and black Shargun (sort of 1SSKOM) coals in dependence on grinding duration

Grinding duration, min	Fraction composition. %			
	less than 0.05 <i>mm</i>	0.1-0.05 <i>mm</i>	0.16-0.1 <i>mm</i>	more than 0.16 <i>mm</i>
Brown Angren coal sort of 2BPK				
20	21	24	28	27
40	27	33	24	16
60	31	40	19	10
240	78	22	0	0
Brown Angren coal sort of 2BOMSch–B1				
60	26	16	10	48
120	30	15	15	40
240	34	32	17	17
360	49	29	12	10
480	78	17	3	2
Brown Angren coal sort of 2BOMSch–B2				
60	22	14	12	52
120	26	18	15	41
240	31	29	19	21
360	43	23	16	18
480	66	23	7	4
600	80	11	5	4
Shargun coal sort of 1SSKOM				
20	11	21	26	42
40	14	28	22	36
60	22	32	18	28
240	52	28	15	5
360	82	18	0	0

After given storage time at constant temperature some rheological properties of WCFS were determined. At suspensions obtained with using NaOH and Ca(OH)₂ as additions rheological parameters at storage have changed in small degree.

Influence of temperature on the viscosity and strain of displacement of WCFS. Rheological characteristics of WCFS are the base properties caused their technological fitness. They are determined by physico-chemical processes carrying out between solid and liquid phases of system and can be considered applicably to concrete conditions of their using. There are some investigations in which influence of temperature on rheological characteristic of suspensions from coals been investigated, but for suspensions obtained from brown coals such investigations practically did not carried out except some separate works (Baranova M.P. and others).

By this reason some rheological characteristics of WCFS obtained on the base of brown coals in diapason of temperatures 20⁰C-60⁰C were investigated. Choice of this temperature diapason is caused by possible exploitation parameters of investigated WCFS. As solid phase in WCFS coals of following sorts 2BPK, 2BOMSCh-B1, 2BOMSCh-B2 and 1SSKOM were used. In order to except of influence of quantity of fractions of the solid phase on the rheological characteristics of investigated suspensions the fraction composition of all obtained WCFS was constant and corresponded to following values: fraction 0-50 μm – 78 - 82 %; fraction – 50-100 μm -15-19%; fraction with more than 1 mm – up to 1.0%. However, the content of solid phase was 36-55%.

Suspensions obtained without chemical additions but with using of stabilizing and plasticizing additions NaOH, Ca(OH)₂, and SAS were investigated. Control for content of solid phase in WCFS was carried out before and after measurements of their rheological parameters. For determination of rheological characteristics at different temperatures the probes of suspensions were placed in measured part of device BCH -3 and were thermostated for 15 min. Dependences of the structural viscosity and dynamical strain of displacement from temperature of WCFS are presented in Fig.1 and 2. The structural viscosity WCFS has decreased practically in 1.5-2.0 times at increasing temperature from 20⁰C to 60⁰C with presence and without stabilizing additions. At this using of plasticizing agent has decreased the structural viscosity of suspensions what has allowed to increased in them amount of solid phase. The dynamical strain of displacement of suspensions with increasing of temperature till 60 °C has increased 2.0 times.

At using of NaOH as stabilizer the dynamical strain of displacement has been increased monotonously. For example, at amount 2% of NaOH the value of dynamical strain has increased from 9.5Pa at temperature 20 °C to 16 Pa at 60 °C.

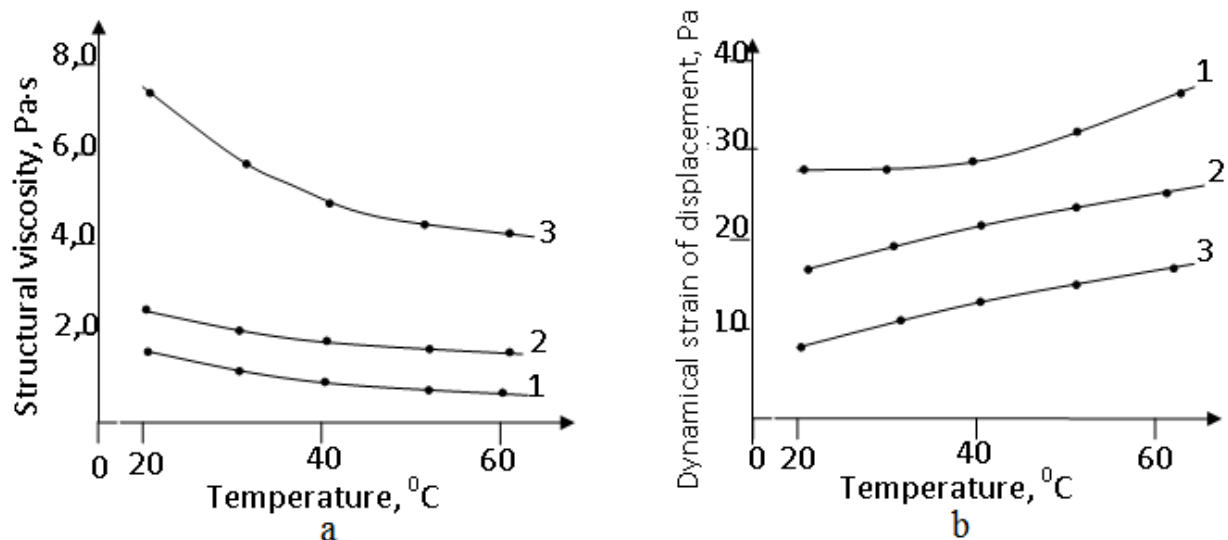


Fig.1. Dependence of rheological characteristics: viscosity (a), dynamical strain of displacement (b) from temperature of WCFS obtained on the base of Angren coal of sort 2BPK with content of 35% brown coal with additions of NaOH%:1-0.5; 2-1.0; 3-2.0.

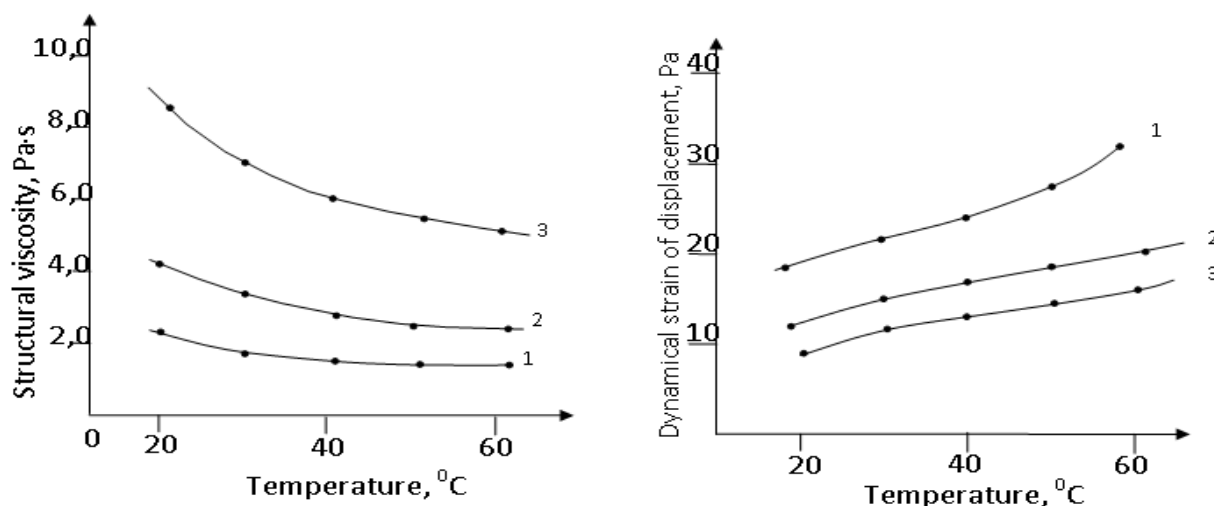


Fig.2. Dependence of rheological characteristics: viscosity (a), dynamical strain of displacement (b) from temperature of WCFS obtained on the base of Angren coal of sort 2BPK with content of 35% brown coal with additions of Ca(OH)_2 %:1-0.5; 2-1.0; 3-2.0

Dynamical strain of displacement for fuel suspensions obtained with using of Ca(OH)_2 addition has been increased also with increasing temperature, for example, at Ca(OH)_2 addition in amount 2.0% dynamical strain has been increased from 8.5 Pa at 20 °C to 14.5 Pa at 60 °C.

Influence of pH of dispersion medium on the viscosity and stability of WCFS. At the Figure 3 the dependences on viscosity of WCFS from concentration of introduced NaOH and pH of dispersion medium. It is seen that viscosity of WCFS has minimal values for all three investigated coal probes at NaOH concentration from 0.5 to 2.0 at pH medium 8-9. Analogical regularity was observed also at using Ca(OH)_2 .

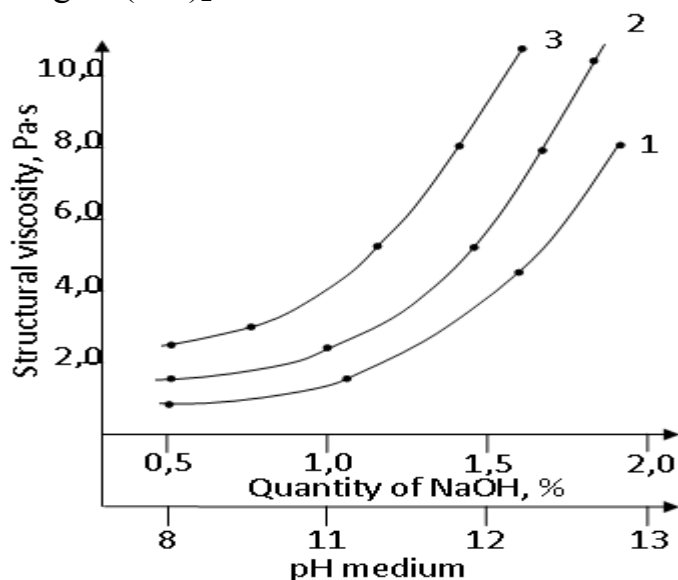
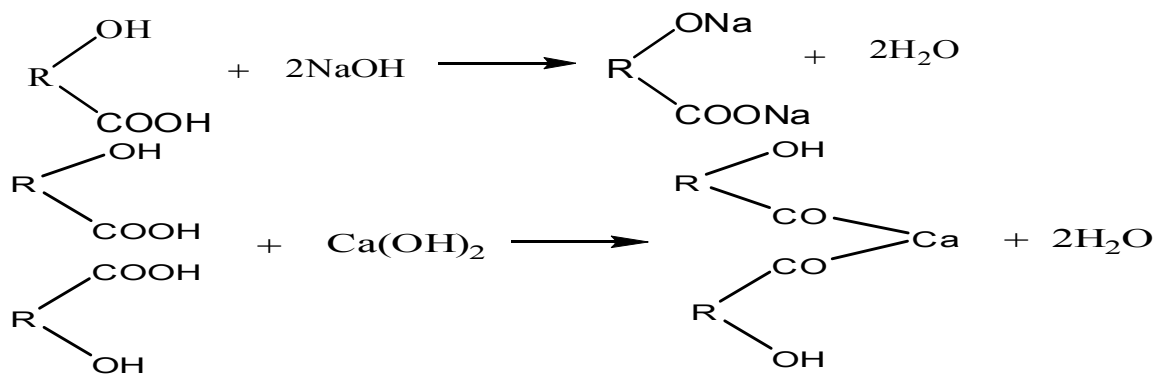


Fig.3. Dependence viscosity of WCFS from introduced content of NaOH and pH medium: 1- 35% Angren coal of sort 2BPK; 2 - 45% standard commodity coals of sort 2BOMSch-B1; 3 - 50% standard commodity coals of sort 2BOMSch-B2

Water solutions of alkali have been reacted with coal on the first stage and transferred humic acids in their sodium and calcium salts and at this pH of suspension practically is not changed.

At small concentrations of alkali the first stage of its interaction with coal has described by following equations:



where R(OH)COOH- humic acids of coal.

The humic acids is transferred in salts in solution with increasing of amount of NaOH and Ca(OH)₂. Humates of Na and Ca stabilize WCFS and increase their viscosity. Viscosity and dynamical strain of displacement determine steam tension of suspensions and they are determined by character of interaction of solid particles in liquid phase.

Influence of coals graininess on the viscosity and stability of WCFS. The most part of plasticizing additions in the WCFS have alkaline medium (lignosulphonate, coal-alkali reagent CAR, NaOH and Ca(OH)₂ and other.)

Dependence of the structural viscosity of WCFS from quantity introduced alkali has an extreme character with minimum in interval of their concentration from 0.2 to 2.0% (Fig.4). Increasing of alkali content to 1.0% leads to exfoliation of suspension with formation of hard deposit. In literature has a fact with the following explanation: water alkali is reacted on the first stage with coal and transfers humic acids in water phase as their sodium salts:

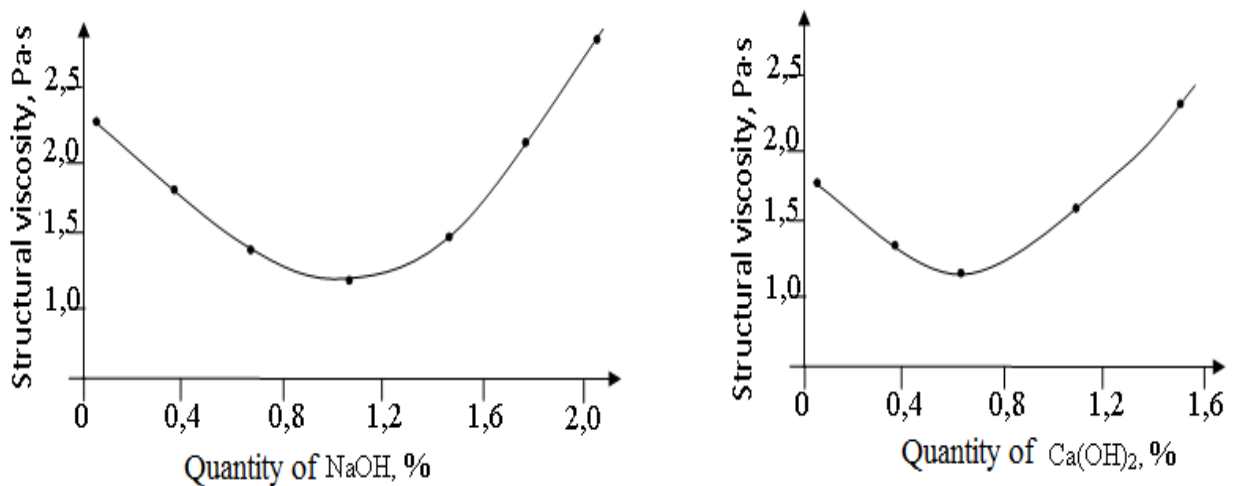
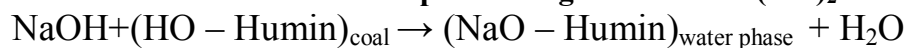


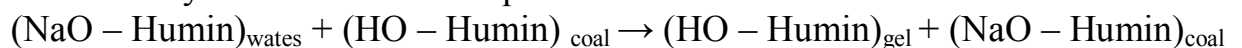
Fig.4. Dependence of structural viscosity of WCFS obtained on the base Angren coals from content of introduced plasticizing additions Ca(OH)₂ and NaOH.



where (HO - Humin)_{coal} - qumin acids in coal and (NaO - Humin)_{water} - dissolved sodium salts of humic acids.

Sodium salts of humic acids in water solution are as real solution and namely this state has water phase of WCFS at great concentrations of NaOH (more than 0.2-2.0%, Fig.4) which provide transition of humic acids to their salts.

At small concentrations of alkali the first stage of its interaction with coal is carried out by above mentioned equation:



Then the stage of hydrolysis salts of humic acids and migration of ions Na^+ from solution in solid phase of coal is carried out. This process carried out namely at small concentrations of NaOH and leads to coagulation of humic acids and transition of real solution in colloidal solution – gel of humic acids which has stabilized water – coal suspension and has decreased its viscosity.

Thus shown the dependence of WCFS viscosity from amount of added alkali has an extreme character with minimum in interval of its concentrations from 0.75 to 1.0%. The results of investigation of grinding duration influence on the grinding degree and properties of WCFS are presented in Table 3.

Table 3

Influence of duration grinding on the grinding degree and properties of WCFS, obtained on the base of Angren (sorts of 2BPK, 2BOMSCh-B1 and 2BOMSCh-B2) and Shargun (sort of 1SSKOM) coals

Grinding duration, min.	Residue on sieve, %		Rheological characteristics		
	R ₅₀	R ₂₀₀	μ , Pa.s	z_0 , Pa	Stability, days
Angren brown coal of sort 2BPK					
10	46-44	3-4	1.87	29	1
20	30-32	1-2	1.89	28	2
30	18-20	~ 1.0	2.03	24	5
40	15-17	~ 0.7	2.52	15	20
50	12-14	~ 0.3	2.58	14	30
60	8-10	~ 0.1	2.58	14	40
Angren standard commodity of sort 2BOMSCh-B1					
10	48-46	3-4	1.88	28	1
20	34-32	2-3	1.90	26	2
30	22-23	2-1.5	1.92	26	4
40	18-20	~ 0.75	2.03	24	17
50	14-16	~ 0.5	2.2	20	25
60	10-12	~ 0.2	2.3	18	35
Angren standard commodity of sort 2BOMSCh-B2					
10	52-53	4-5	1.86	29	1
20	36-38	2-3	1.90	26	2
30	24-27	1-2	1.94	25	3
40	22-25	~ 1.0	2.0	23	15
50	18-20	~ 0.5	2.1	22	20
60	15-16	~ 0.3	2.1	22	30
Shargun coal of sort 1SSKOM					
10	47-45	3-4	1.75	36	1
20	33-35	2-2.5	1.78	34	2
30	20-22	1.5-1.0	1.82	32	4
40	16-19	~ 0.75	1.84	27	18
50	12-13	~ 0.4	1.89	28	26
60	9-11	~ 0.1	1.90	26	36

*Content of solid phase in WCFS for brown Angren coals of sorts 2BPK, 2BOMSCh-B1 and 2BOMSCh-B2 was equaled. %: 38.8-40.0; 43.6-45.0; and 47.8-53.6% correspondingly and for Shargun coal of sort 1SSKOM – 51.8-53.6% from total mass.

From data of Table 3 shown that with increasing of grinding duration the yield of fraction of coal particles with dimension less 50 μm (R_{50}) has increased and owing to this viscosity and stability of WCFS increased. It was determined that for obtaining of WCFS with 80% content of fraction of coal particles with dimensions less 50 μm (R_{50}) necessary 50 – 60 min grinding at using ball mill type of MBL.

Influence of water hardness on the viscosity of WCFS. Influence of water with different hardness on some rheological properties of WCFS obtained on the base of Shargun and Angren coals was investigated. For preparation of WCFS waters were used with different hardness: 1 – distilled (0.0 mg.-eq/l); 2 – tap water (2.5 mg.-eq/l); 3 – industrial – sewage (4.4 mg.-eq/l) and – artesian (6.4 mg.-eq/l). Dependence on the structural viscosity of above mentioned WCFS coals from water content (of different types) and content of solid phase (coal) was determined. From data of Fig. 5 shown structural viscosity of WCFS has been increased by raising of common hardness of used water. It is advisability using of industrial sewage water because of its common hardness has corresponded to LPC (limited permissible concentration) and using of this type of water is economically sound. Influence of plasticizing addition (NaOH) on some rheological characteristics of different used waters also was investigated (Fig.6). It was studied that influence stabilizer of NaOH on the rheological properties WCFS given from various types of water fig.6. till its concentrations 1.0% has allowed to decrease the viscosity of WCFS in 1.5 – 2.0 times and to obtain WCFS with higher content of solid phase (coal).

It was determined that using NaOH to its concentrations 1.0% has allowed to decrease the viscosity of WCFS in 1.5 – 2.0 times and to obtain WCFS with higher content of solid phase (coal).

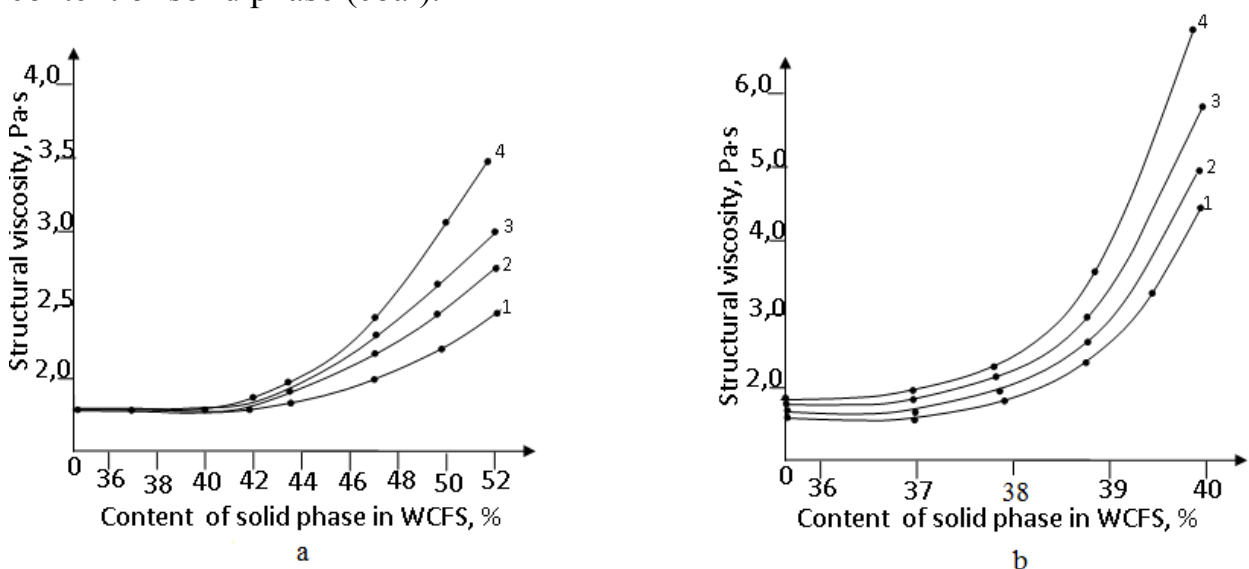


Fig.5. Dependence on the structural viscosity of WSFS obtained on the base of Shargun coal (a) and Angren coal (b) from content of used water: 1 – distilled; 2 – water – piping; 3 – industrial – sewage; 4 – artesian with their common hardness 0.0; 2.5; 4.4; and 6.4 mg – eq/l. correspondently

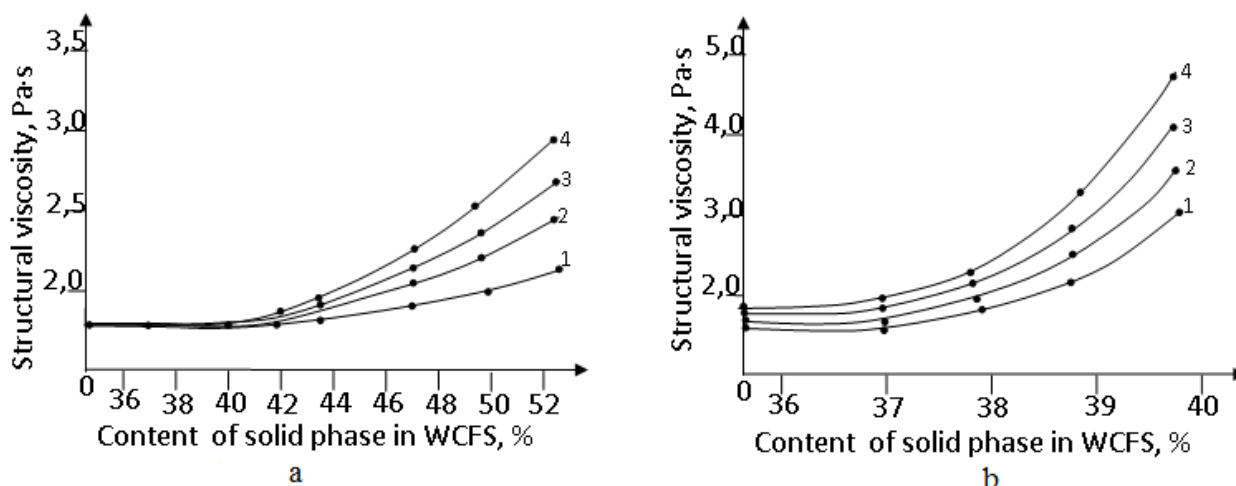


Fig.6. Dependence on the structural viscosity of WSFS obtained on the base of Shargun coal (a) and brown Angren coal of sort 2BPK (b) on content of added type of water: 1 – distilled; 2 – water – piping; 3 – industrial – sewage; 4 – artesian with their general hardness 0.0; 2.5; 4.4; and 6.4 mg – eq/l correspondently

Analysis of obtained results (Fig. 5 and 6) has shown that the WCFS with acceptable values were obtained with using of distilled water and tap water, but this is not economically sound and by this reason for obtaining of WCFS using of industrial sewage water was recommended.

Obtaining of WCFS on the basis of modification of Angren and Shargun coals by mazut. For increasing of heating capacity and stability of WCFS obtained investigations were carried out by their modification with mazut. On the basis of modification of Angren coals by mazut and NaOH (in mass ratio coal-water-mazut- NaOH-SAS: 120÷130-165÷12-48-1.2÷2.5-3.5) systems were obtained by concentration of solid dispersed phase for: coal of sort 2BPK 42.10%; commodity coal of sort 2BOMSCh-B1; 46.15%; commodity coal of sort 2BOMSCh-B2 48.0 % .From data of Tables 4 shown that viscosity of WCFS obtained on the basis of coals of sorts 2BOMSCh-B1 and 2BOMSCh-B2 after their modification by mazut has been increased insignificantly in comparison with WCFS viscosity obtained on the basis of coal of sort 2BPK.

The sedimentation stability of investigated systems has been increased with increasing of mazut (modifier) content. Changing of viscosity of obtained systems is caused by modification of surface of particles of dispersion phase owing to formation on them adsorption layers and also by changing of characteristics of dispersion medium owing to presence of modifiers molecules on the particles surface and also in inner pores. It is necessary to note that at using of limitedly soluble in water modifier (mazut) the formation of emulsion has been occurred.

Changing of characteristics of surface layer of particles and properties of dispersion medium has influenced on the intensity of interactions between particles and degree of structuring of systems and correspondently on the viscosity of obtained systems. Using of modifier – mazut leads to increasing of sedimentation stability of WCFS with following increasing of energy efficiency at their combustion.

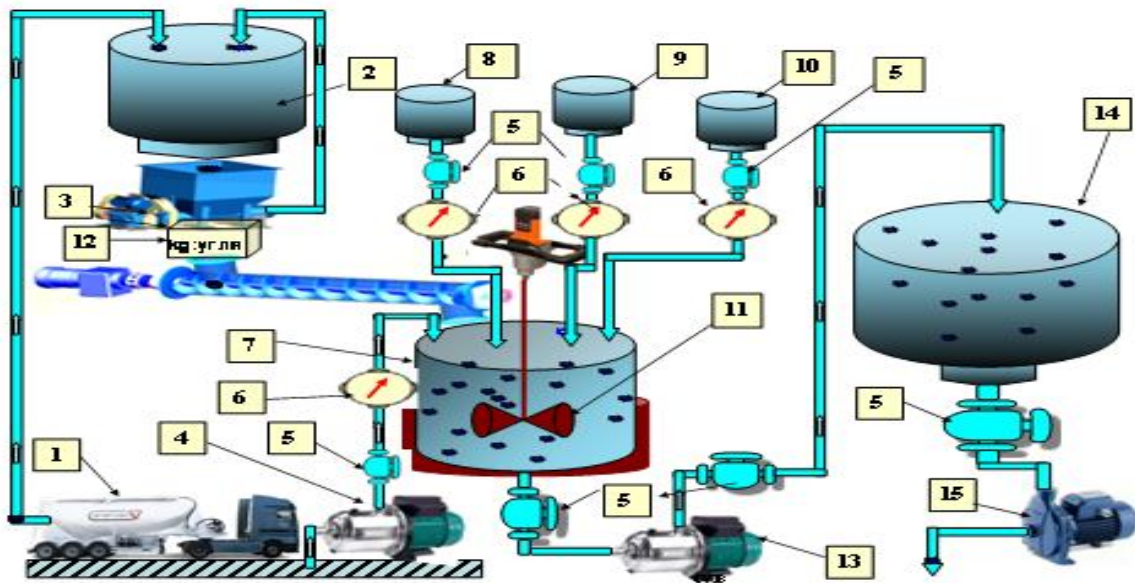
Table 4

Characteristics of WCFS obtained from Angren coals after their modification by additions of mazut and NaOH

WCFS's composition (in g.)	Concentration of solid phase, %	Concentration of fuel compositional %	Viscosity Pa.s at 80°C	Viscosity Pa.s at 40°C	Sedimentation stability
2BPK – 120; Water – 165; NaOH – 1.2; SAC-2.9	42.10	36.80	1.61	1.73	20-25 days
2BPK -120; water-165; NaOH – 1.2; SAC-3.0; mazut-12	42.10	41.01	1.63	1.82	Above 1 month
2BPK -120; water –165; NaOH – 1.2; SAC-3.1; mazut –24	42.10	45.22	1.73	2.11	Above 1 month
2BPK -120; water-165; NaOH – 1.2; SAC-3.2; mazut – 36	42.10	49.43	2.81	3.12	Above 1 month
2BPK –120; water-165; NaOH – 1.2; SAC-3.3; mazut – 48	42.10	53.64	3.72	4.65	Above 1 month
2BOMSch-B1-120; water – 140; NaOH – 1,2; ; SAC-2.6	46.15	30.00	1.54	1.75	20-25 days
2BOMSch-B1-120; water – 140 NaOH – 1,2; SAC-2.7; mazut– 12	46.15	34.62	1.62	1.84	Above 1 month
2BOMSch-B1-120; water – 140; NaOH – 1.2; SAC-2,8; mazut – 24	46.15	39.24	1.66	1.86	Above 1 month
2BOMSch-B1-120; water– 140; NaOH – 1.2; SAC-3.0; mazut – 36	46.15	43.86	1.81	1.98	Above 1 month
2BOMSch-B1-120; water – 140; NaOH – 1.2; SAC-3.1; mazut – 48	46.15	48.48	2.02	2.22	Above 1 month
2BOMSch-B2-120; water – 130; NaOH – 1.2; SAC-2.5	48.0	20.64	1.46	1.37	20-25 days
2BOMSch-B2-120; water – 130; NaOH– 1.2; SAC-2.6; mazut – 12	48.0	25.44	1.50	1.64	Above 1 month
2BOMSch-B2-120; water –130; NaOH – 1.2; SAC-2.7; mazut– 24	48.0	30.24	1.66	1.79	Above 1 month
2BOMSch-B2-120; water –130; NaOH – 1.2; SAC-2.9; mazut – 36	48.0	35.04	1.70	1.94	Above 1 month
2BOMSch-B2-120; water –130; NaOH – 1.2 ; SAC-3.0; mazut– 48	48.0	39.84	1.95	2.07	Above 1 month

With purpose of increasing of WCFS stability and fluidity from low ashy coals different stabilizing and plasticizing additions: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and NaOH in quantities 0.75 – 1.0% and also mazut in quantity 4 -16% in calculation on dry coal and additions of SAS (1.0 %) were used. Should be noted plasticizing additions $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and NaOH promote WCFS stability, and additions of SAS (0.05% solution of MPK polymer as well as increase of WCFS fluidity at their transportation by systems of pipelines.

Analysis of carrying out investigation has shown that WCFS obtained without addition of stabilizers have low stability and fluidity explaining by insufficient stability system “liquid – solid phase”. For increasing stability and fluidity of WCFS, mazut; NaOH and Ca(OH)₂ were used. Fuel suitable to 1-2 months storage without destruction of its physico – chemical properties was obtained. Principal scheme of WCFS production by traditional is presented on Fig.7. The result WCFS obtained can substitute mazut and natural gas in power installation practically without some reworking of fuel supply systems.



1-cargo car with coal; 2 – ball drum mill; 3 – screen; 4 – measuring apparatus of water; 5 – valve; 6 – capacity for alkali solution; 7 – general tank 8 – tank for mazut; 9 – capacity – mixer; 10 – capacity for solution SAS; 11 – mixer for WCFC; 12 – scales; 13 – measuring apparatus for feeding of WCFC; 14 – capacity for ready WCFC; 15 – measuring apparatus for feeding of WCFC combustion.

Fig.7. Principal technological scheme of WCFS preparation

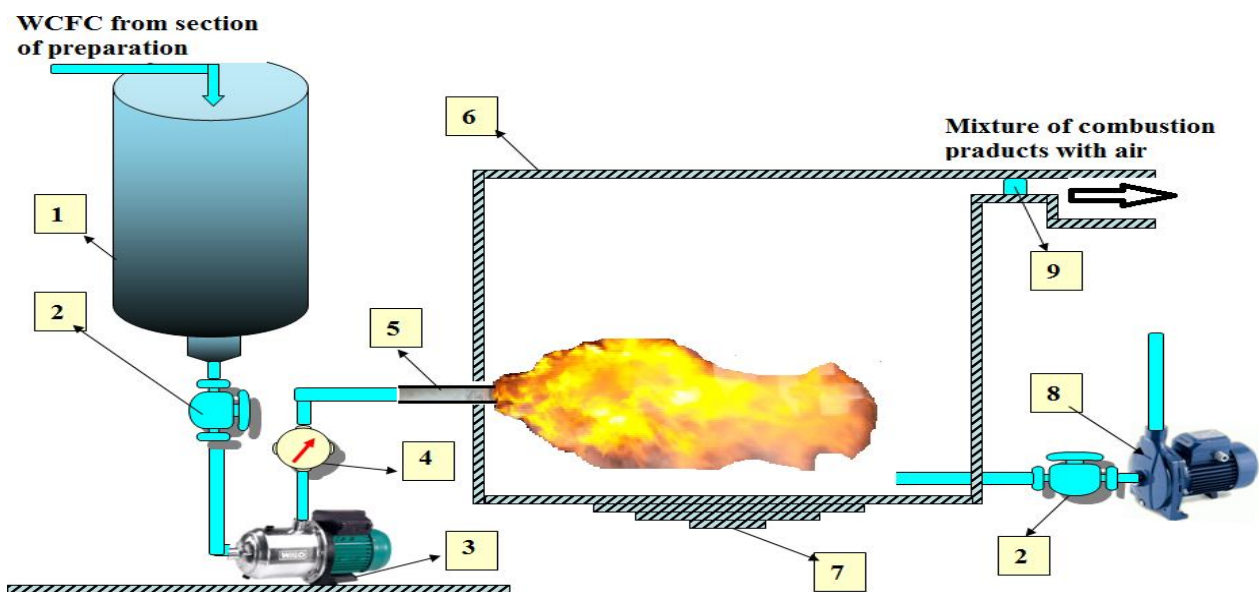
Thus correlation of technological parameters with characteristics of obtained WCFS on the basis of brown Angren and Shargun coals which content of solid phase was equaled 45-52% and specific heat of combustion – 2900 kcal/kg (12,2 MJ/kg) was established. Influence of WCFS temperature vibrations on the technological characteristics has been established in diapasons from 20°C to 60°C.

The fourth chapter of dissertation «**Technological scheme of combustion and conducting of production experiments of the obtained WCFS**» the data on combustion of out pilot tests of the obtained fuel suspensions – WCFS were carried out.

Technological scheme of combustion of obtained stable WCFS. In this chapter the process of combustion of coals from Angren and Shargun deposits in kind of WCFS and also influence of method of firing on the stabilization of process of their combustion were investigated. In ball mill coals were grinded smaller to dimension 50 μm (maximal dimensions of particles were not above then 1 mm). The content of particles with dimensions less than 0.05 mm was equaled 78

-80%. The obtained fuel possessed by following characteristics: content of solid phase – 36.0%; concentration of mazut additions – 6% and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (0.75%) and SAS – 1.0% in calculation on the dry mass of coal; structural viscosity – 2.19 Pa·s; initial strain of displacement – 24 Pa, stability – to 30 days; heat of combustion – 2900 kcal/kg (12,2 MJ/kg).

The technological scheme of combustion of stable WCFS obtained is presented on Fig. 8 and 9. Combustion of preproduction series of fuel was carried out on the pilot plant equipped by burner equipment. From capacity (1) WCFS for combustion through measuring apparatus (3) is fed to jumbo chamber (5) of stove heating (6). Distribution of WCFS by sprayer is carried out by compressed air with using of compressor (9). In process of combustion the composition of gas phase was controlled by gas analyzer (10), the temperature in combustion chamber was controlled by platinum- and platinum rhodium thermocouple. Expenditure of WCFS and compressed air were determined by sensor of pressure and manometer 4 and 8. For kindling of WCFS the jumbo burner (5) with production 100 kW /h was used. Primary warming of furnace was carried out by jumbo burner (5) working on gas (or mazut) to 1100-1150°C. Then the common combustion WCFS with gas (or mazut) was carried out. Further combustion of WCFS was carried out independently.



1 – capacity for WCFS; 2 – valves; 3 – measuring apparatus for feeding of WCFS on combustion; 4- flowmeter; 5- jumbo burner; 6 – combustion chamber of stove; 7-valve for removal of ashes; 8 – manometer; 9-compressor for air-feeding; 10 – gas analyzer.

Fig.8. Principal technological scheme of combustion of obtained WCFS

Technology of WCFS production has allowed to obtain fuel with tasked consumption properties. It is known that heat of combustion water – coal fuels from black coals has achieved 3500 kcal/kg; brown coals – 2900 kcal/kg (12,2 MJ/kg) at content of solid phase 40-52%. It is important that technology of WCFS production of any composition and property do not suppose the using of chemical

and thermal methods of treatment of water and coal what has predetermine relative low cost of final product which is competition in comparison with liquid and gas fuels.

The result of carried out experiments some methods and facilities of increasing efficiency of WCFS combustion from Angren and Shargun coals of Uzbekistan were scientific developed and proved in the furnace aggregates. It was determined that using of systems of the torch combustion has allowed in minimal short time to provide firing and stability of WCFS. The advantages of efficiency using of WCFS are the following: possibility of using of middling and low-grade of coals at WCFS preparation, as well increase of energy potential of coal; explosion safety and fire safety, decreasing of exhaust gas emissions, as well as dustiness of atmosphere during application. The process of WCFS combustion is characterized by high full burning of coal (98.0-99.7%) should be said with known mention the effect oxygen containing in the dispersion medium of fuel play role as intermediate oxidizing agent at all stages itself combustion. In addition oxygen activates surface of the solid phase of fuel. The result it is began burning its sputtered particles but this fact is not carried out by combustion of coal-volatile matter, it is performed on the surface where formed heterogenic reaction of oxidizing;



Fig.9. Combustion of WCFS in furnace aggregate of oven dryer of Angren SC “Almalyk MMC” with using of jumbo burner with power 100 Kw/h

Carrying out of experimental-industrial trials by combustion of WCFS. Tests by WCFS combustion from brown Angren and Shargun coals were carried out in furnace of drying department of GEF Angren extra (SC «Almalyk MCC» (mining and smelting complex) at drying of concentrates of noble metals in conditions department’s working: test – industrial tests – in period from 18.07 – to 20.07.2013 and industrial test – in period from 14.09.- 18.09.2014. The common expenditures of fuel suspension was equaled 30 kg/h. By tests of WCFS determined a normal its combustion by comparison with using mazut. Carried out calculation of cost of using fuels (Table 5) has shown that at cost of mazut 748410 sum/t and new fuel (WCFS) – 78000 sum/t with accounting their expenditure 1.62 t/s and 5.3 t/s the expected annual economical effect will be equaled 291.6 mln. sums.

Table 5

Comparative calculation of economical efficiency of introduction of new type of fuel – WCFS instead of mazut used on Angren AO«Almalyk GMC»

№	Name	Units of measuring	Index
A. Initial data by existence technology			
Expenditure and cost of mazut			
	24 hours expenditure	t	1.62
1	Annual expenditure	t	591.3
2	Cost of one tone of mazut	sums	748410
3	Annual expenditure on the mazut purchase, sums: 591.3·748410=442534833 sums	ml.sums	442.53
B. Initial data by proposed technology			
	24 hours expenditure	t	5.3
1	Annual expenditure	t	1934.5
2	Cost of one tone of new fuel - WCFS	sums	78000
3	Annual expenditure on the WCFS purchase, sums: 1934.5·78000=150891000 cym	ml.sums	150.9
Annual economical effect from substitution of mazut on WCFS 442.5– 150.9=291.6 mln.sums			

Should be noted that full substitution of different kind of fuels (mazut, natural gas and other) on WCFS at enterprises of SC «Almalyk MCC»), and further in industrial scales at state stock company «Uzbekenergo», economical indexes will be increased.

CONCLUSION

1. For the first time possibility effective using low-and high-ash brown coals from Angren and Shargun deposits of the Republic of Uzbekistan has been sounded with purpose obtaining instead liquid fuel oil the alternative water-coal fuel suspension (WCFS), as well as existing optimal regime technology has been tested for normal and full their combustion with using new jumbo burner with pretreatment heating of fuel and compressed air.

2. Technology of WCFS obtaining based on of Angren coals of sorts 2BPK, 2BOMSCh-B1, 2BOBSCh-B2 in complex with stabilizing and plasticizing additions NaOH, Ca(OH)₂, SAS and by mazut modification was elaborated. It was shown that heating capacity of WCFS based on sort of 2BPK make 2900 kcal/kg (12,2 MJ/kg), and it is increased as well as values of sedimentation stability and fluidity of WCFS at them modifying with mazut, stabilizers and plasticizing agents.

3. The correlation dependence of the main colloid-chemical parameters of WCFS was established rheological characteristics from physic-chemical properties of coal (ash content, water-absorbing capacity, heating capacity, volatile matter content, carboxylic and hydroxyl groups) their quantity in the fuel suspension, dispersion degree, stabilizing additions, and pH of dispersion medium. It was shown that in processed fuel suspension by established optimal quantity of stabilizing and plasticizing additions NaOH, Ca(OH)₂, and SAS their values as stability, viscosity and fluidity are kept constant.

4. It was determined that structural viscosity of WCFS obtained based on brown coals is higher (2.52 MPa·s in suspension obtained from brown coal sort of 2BPK) than obtained based on black coal (1.84 MPa·s in suspension obtained from black coal sort of 1SSKOM) that connected enough with high of carboxylic and hydroxyl groups content in the macromolecules of brown coals.

5. It was established that at addition of NaOH, Ca(OH)₂ stabilizers in the range 0.5-2.0% from weight of fuel, its rheological parameters is practical constant with time; the structural viscosity of WCFS is decreased more than in 1.5-2.0 times, and dynamical strain of displacement is increased in 2 times at rising of temperature from 20°C to 60°C respectively.

6. It was shown the structural viscosity and stability of WCFS dependence on content in it the fraction of solid phase with size of particles is less than 50 μm. The values indicated suspension parameters are enhanced with increasing the content this fraction in the total mass of coal. Moreover, the suspension with optimal of viscosity values and stability are formed at content this fraction is not more than 80% in coal mass can be reached by regulation of grinding time of coal. It is found that the solid phase content is 38-40, 44-46, 49-51 and 52-55% respectively in the obtained coals based on 2BPK, 2BOMSch-B1, 2BOMSch-B2, and 1SSKOM.

7. It was shown possibility of combustion of obtained stabilized WCFS in furnace aggregates with using new jumbo burner. It was determined that the process them combustion is characterized by high full burning of coal (98.0-99.7%) should be said with known mention the effect oxygen containing in the dispersion medium of fuel plays role as intermediate oxidizing agent at all stages itself combustion. In addition oxygen activates surface on the solid phase of fuel. The result burning of its sputtered particles is began but this fact is not carried out by combustion of coal-volatile matter, it is performed on the surface where heterogenic reaction of oxidizing formed. It was determined WCFS with normal rheological properties can be obtained at using is not only main water with hardness 2.5 mg-eq./l) and also it meets requirements of LPC (limited permissible concentration) of industrial sewage (4.4 mg-eq./l) which is more reasonable and economically benefit.

8. Technological schedule, and instructions of obtaining and combustion of WCFS based on brown and black coals of Uzbekistan are developed, experimental - industrial tests (from 18.07.2013 to 20.07.2013 and from 14.11.2014 from 17.11.2014) of obtained WCFS at their combustion in furnace of driving chamber of Angren were carried out and at this economical effect at substitution of mazut on proposed in this dissertation WCFS has been equaled 291,6 ml. sum per year, only without the depreciation charges. It is shown that at substitution of existing types of fuels at present (mazut, natural gas and other) on WCFS at enterprises of stock company «Almalyk MCC», then in industrial scale at state stock company «Uzbekenergo», economic performance is sufficient increased. WCFS obtained is recommended as alternative fuel for wide application on a number of heat and power aggregates, agricultural and communal spheres of Uzbekistan.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

Список опубликованных работ

List of published works

I бўлим (I часть; part I)

1. Агзамходжаев А.А., Эшметов И.Д., Хасполадов В.Ш. Жидкое топливо на основе водных дисперсий углей Узбекистана // Монография, - Ташкент: ООО «MUNIS DESIGN GRUP», 2015. - 128 С.

2. Эшметов И.Д., Жумаева Д.Ж., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А. Исследование вязкости водоугольно-топливных суспензий бурых ангренских углей // Композиционные материалы. – Ташкент, 2012. - № 1. - С. 11-13. (02.00.00. №4)

3. Эшметов И.Д., Жумаева Д.Ж., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А. Реологические свойства водо-угольно-топливных суспензий, полученных на основе бурых ангренских углей // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2012. - № 1. - С. 31-34. (02.00.00. №6)

4. Эшметов И.Д., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А. Некоторые факторы, влияющие на реологические свойства водоугольно-топливных суспензий (ВУТС) // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2013. - №1. - С. 19-23. (02.00.00. №6)

5. Eshmetov I.D. Examination of reological properties of coal-water slurry fuel obtained on the of Angren lignite of Uzbekistan // European Applied Sciences. – Stuttgart (Germany), 2013. - № 9-1. - pp.130-132. (02.00.00. №4)

6. Эшметов И.Д., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А. Влияние гидроксида кальция на реологические свойства водоугольно-топливных суспензий, полученных на основе углей Узбекистана // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2014. - №1. - С. 40-45. (02.00.00. №6)

7. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Реологические свойства композиций водо-угольно-топливных суспензии, полученные на основе бурых ангренских и Шарғунских углей // Композиционные материалы. – Ташкент, 2014. - № 1. - С. 9-13. (02.00.00. №4)

8. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Исследование вязкости водоугольно-топливных суспензий, полученных на основе кондиционных товарных углей Ангрена // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2014. - №3. - С. 18-21. (02.00.00. №6)

9. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Исследование вязкости водоугольно-топливных суспензий, полученных на основе кондиционных товарных углей Ангреного месторождения Республики Узбекистана // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2014. - Т.91. - № 3. - С. 118-122. (02.00.00. №21)

10. Эшметов И.Д., Салиханова Д.С. Агзамходжаев А.А. Получение водоугольно-топливной суспензии на основе кондиционных товарных углей Ангреного месторождения путем их модификации мазутом // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2014. - Т.91. - № 3. - С.126-130. (02.00.00. №21)

11. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А., Искандаров З.Э. Исследование влияния гидоксида кальция на реологические свойства водо-угольно-топливных суспензий // Химическая технология, контроль и управление. – Ташкент, 2014. - №3. - С. 39-42. (02.00.00. №10)

12. Эшметов И.Д., Агзамова Ф.Н., Очилов Г.М., Салиханова Д.С., Агзамходжаев А.А. Исследование влияния жесткости воды на величину вязкости водо-угольно-топливных суспензий // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2014. - №4. - С. 10-15. (02.00.00. №3)

13. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Технология получения водоугольного топлива на основе углей Узбекистана // Химическая технология, контроль и управление. – Ташкент, 2014, - № 5. - С. 19-23. (02.00.00. №10)

14. Эшметов И.Д., Салиханова Д.С. Агзамходжаев А.А. Получение водоугольно-топливных суспензий на основе углей Узбекистана в зависимости от их физико-химического состава // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2015. - Т. 92. - № 1. - С. 22-26. (02.00.00. №21)

15. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Искандаров З.Э. Математическое моделирование корреляционной зависимости реологических характеристик водоугольного топлива от состава и свойств угля // Химическая технология, контроль и управление. – Ташкент, 2015, - № 1. - С. 29-35. (02.00.00. №10)

16. Eshmetov I.D., Salihanova D.S., Agzamkhodjaev A.A. Examination of influence of grinding degree and stabilizing agent on the reological properties of coal-water slurry fuel // Journal of Chemical technology and Metallurgy. – Sofia, 2015, - vol.50. - № 2. - pp. 157-162. (02.00.00. 2014. №1)

17. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Технология сжигания водоугольно-топливных суспензий полученных на основе углей Узбекистана // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2015. - № 1. - С. 48-51. (02.00.00. №6)

П бў лим (II часть; part II)

18. Заявка на получение патента РУз IAP 20130290 от 12.07.2013 г. Способ получения водоугольно-топливных суспензий на основе ангренового угля (авторы: Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А., Гумаров Р.Х., Закиров Б.С., Хаспаладов В.Ш., Фарманов А.К.)

19. Эшметов И.Д., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А. Водоугольно-топливные суспензии // XI асп технологиялари. – Ташкент, 2013. - № 2(15). - С. 14-15

20. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А., Жумаева Д.Ж., Гумаров Р.Х. К вопросу получения водоугольных топливных суспензий на основе ангреновых бурых углей // Труды Межд. конф. по химической технологии ХТ 12. – Ташкент, 2012. - С. 268-270.

21. Эшметов И.Д., Жумаева Д.Ж., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А. Водоугольно- топливные суспензии на основе ангреновых углей // Мат. Респ.

научн. - техн. конф. «Новые композиционные материалы на основе органических и неорганических ингредиентов» – Ташкент, 2012. - С. 96-98.

22. Эшметов И.Д., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А. Водно-угольные топливные суспензии на базе бурых углей // Каталог V Респ. ярмарки инновационных идей, технологий и проектов. – Ташкент, 2012. - С. 40-41.

23. Эшметов И.Д., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А. Реологические свойства водоугольно-топливных суспензий, полученных на основе ангренских углей // Мат. Меж. Сим. «Современные проблемы высшего образования и науки в области химии». - Алма-ата, 2013. - С. 322-325.

24. Эшметов И.Д., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А. Зависимость реологических свойств водо-угольно-топливных суспензий (ВУТС) углей от некоторых факторов. // Мат Межд. научн. -техн. конф. «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные материалы». – Ташкент, 2013. - С. 214-215.

25. Эшметов И.Д., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А., Турсунов Т.Т. Изучение свойств водо-угольно-топливных суспензий, полученных на основе бурых ангренских углей // Труды Меж. конф «Каталитические процессы нефтепереработки, нефтехимии и экологии». - Ташкент, 2013. - С. 241-242.

26. Эшметов И.Д., Гумаров Р.Х., Агзамходжаев А.А. Альтернативные водо-угольно- топливные суспензии на базе бурых ангренских углей // Каталог инновационных проектов и разработок, представленных на VI Респ. ярмарке инновационных идей, технологий и проектов в разделе Трансфер технологии. – Ташкент, 2013. - С. 10-11.

27. Eshmetov I.D., Agzamkhodjaev A.A. Examination of storage process of water-coal slurry fuel obtained on the basis of Uzbekistan's coals and their reological properties // European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences. 4th International scientific conference 10th October 2014 East West Assjciation for Advanced Studies and Higher Education GmbH. - Vienna, (Austria), 2014. № 4. - P 202-206.

28. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Сжигание водоугольно-топливной суспензии и определение продуктов его газификации // Мат. Рес. научн.-техн. конф. «Ингредиенты из местного и вторичного сырья для получения новых композиционных материалов». – Ташкент, 2014. - С.220-222.

29. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А., Якубов С.И. Получение водоугольно-топливных суспензий на основе кондиционных товарных углей Ангрена// Мат. Рес. научн. - техн. конф. «Ингредиенты из местного и вторичного сырья для получения новых композиционных материалов». – Ташкент, 2014. - С. 122-124.

30. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Сжигание и продукты газификации водоугольно-топливной суспензии // «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари», IV Рес. илм. – амал. анжумани илмий маколалар тўплами. I қисм – Термиз, 2014. - С. 40-41.

31. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Альтернативные водо-угольно-топливные суспензии на базе бурых Ангренских углей // Каталог VII Респ.

ярмарки инновационных идей, технологий и проектов. – Ташкент, 2014. - С. 44-45.

32. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Исследование реологических свойств водоугольно-топливных суспензий до и после хранения // Мат. Рес. научн. - техн. конф. НУ РУз «Современное состояние и перспектива развития коллоидной химии и нанохимии в Узбекистане». - Ташкент, 2014. - С. 189-191.

33. Эшметов И.Д., Жумабаев Б.А., Агзамходжаев А.А. Получение и сжигание водоугольно-топливной суспензий // Мат. Рес. научн. - техн. конф. Нукусского педагогического института. – Нукус, 2014. - С. 248-249.

34. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Влияние пластифицирующих добавок на реологические свойства водоугольно-топливных суспензий // Сборник тезисов докладов Рес. научн. – прак. конф. молодых ученых. - Ташкент, 2014. - С. 182-183.

35. Эшметов И.Д., Жумабаев Б.А., Агзамходжаев А.А. Получение и сжигание водоугольно-топливной суспензий на основе углей Ангрена // Мат. Рес. научн. - техн. конф. Нукусского педагогического института. – Нукус, 2014. - С. 250-251.

36. Эшметов И.Д., Жумабаев Б.А., Агзамходжаев А.А. Сжигание водоугольно-топливной суспензий полученных на основе ангренских углей Узбекистана // Мат. IV Межд. экологической научн. конф. «Проблемы утилизации отходов быта и промышленного производства». – Краснодар (Россия), 2015. – С. 572-573.

37. Эшметов И.Д., Жумабаев Б.А., Аймирзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А. Коллоидно-химические свойства топливных суспензий на основе ангренских углей Узбекистана // Мат. IV Межд. экологической научн. конф. «Проблемы утилизации отходов быта и промышленного производства». – Краснодар (Россия), 2015. – С. 568-569.

38. Эшметов И.Д., Очиллов Г.М., Агзамходжаев А.А. Получение и изучение свойств топливных суспензий на основе ангренских углей // Мат. Республ. научно-техн. конф. «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них». - Ташкент, 2015 - С. 105-107.

39. Эшметов И.Д., Агзамова Ф.Н., Жумабаев Б.А., Агзамходжаев А.А. Сжигание альтернативного водоугольного топлива, полученного на основе ангренских углей Узбекистана // Мат. Рес. научно-техн. конф. «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них». - Ташкент, 2015 - С. 107-109.

40. Эшметов И.Д., Эшметов Р.Ж., Агзамова Ф.Н., Агзамхаджаев А.А. Получения альтернативных видов жидкого топлива на основе углей, горючих сланцев Узбекистана // Мат. Межд научно. конф «Коллоиды и поверхности – 2015». - Алма-ата 2015. – С. 256-257

41. Эшметов И.Д., Агзамова Ф.Н., Агзамхаджаев А.А. Сжигание водоугольно-топливных суспензии на основе ангренских углей Узбекистана //

Мат. Межд. научно – практ. конф. «Химия и экология - 2015». - Салават (Россия), 2015 - С. 96-98.

42. Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А., Очилов Г.М. Свойство водоугольно-топливных суспензии на основе ангренских углей // Мат. Межд научно – практ. конф. «Химия и экология - 2015» - Салават (Россия), 2015. - С. 92- 95.

43. Эшметов И.Д., Эшметов Р.Ж., Агзамходжаев А.А. Технология получения альтернативных видов жидкого топлива на основе углей, горючих сланцев Узбекистана // Мат. Межд научно. конф. «Современные технологии и инновации – основе повышения энергоэффективности нефтегазовой промышленности Узбекистана». - Ташкент, 2015. - С. 12- 13.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журнали» таҳририяида таҳрирдан ўтказилди. (03.06.2015 йил).

Босишга руҳсат этилди: 14.06.2015

Бичими 60x84 1/8. «Times Uz» гарнитураси. Офсет усулида босилди.

Шартли босма табағи 4,5. Нашр босма табағи 4,5.

Тиражи 100. Буюртма: №52 .

«Top Image Media» босмахонасида чоп этилди.

Тошкент шаҳри, Я.Фулломов кўчаси, 74-уй

