

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК - ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ**

**PhD. 03/30.12.2019.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ҚОБИЛОВ ҲАСАН ХАЛИЛОВИЧ**

**ЮҚОРИ ЭНЕРГЕТИК САМАРАДОРЛИ ВА ЭКОЛОГИК  
КЎРСАТКИЧЛИ КЎМИР БРИКЕТИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

**02.00.16 – Кимё технологияси ва озиқ-овқат ишлаб чиқариш жараёнлари ва  
аппаратлари**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**  
**Content of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on  
technical sciences**

**Қобилов Ҳасан Халилович**

Юқори энергетик самарадорли ва экологик кўрсаткичли кўмир брикетини  
ишлаб чиқариш технологиясини яратиш.....3

**Кобилов Хасан Халилович**

Создание технологии производства угольных брикетов с высокой  
энергетической эффективностью и экологическими показателями.....21

**Kobilov Khasan Khalilovich**

Creation of technology for the production of coal briquettes with high energy  
efficiency and environmental performance.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК - ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ**  
**PhD. 03/30.12.2019.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ҚОБИЛОВ ҲАСАН ХАЛИЛОВИЧ**

**ЮҚОРИ ЭНЕРГЕТИК САМАРАДОРЛИ ВА ЭКОЛОГИК**  
**КЎРСАТКИЧЛИ КЎМИР БРИКЕТИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ**  
**ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

**02.00.16 – Кимё технологияси ва озиқ-овқат ишлаб чиқариш жараёнлари ва**  
**аппаратлари**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ**  
**АВТОРЕФЕРАТИ**

**Бухоро - 2022**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/T1534 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Бухоро муҳандислик-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида ([www.bmti.uz](http://www.bmti.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Абдурахмонов Олим Рустамович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оponentлар:**

**Додаев Қўчқор Одилович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Гафуров Карим Ҳакимович**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етақчи ташкилот:**

**Навоний давлат қончилик институти**

Диссертация ҳимояси Бухоро муҳандислик-технология институти хузуридаги PhD.03/30.12.2019.T.101.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил 3 феврал соат 14:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 200117, Бухоро шаҳар, Қ.Муртазоев кўчаси, 15. Тел.: (99865) 223-78-84; факс: (99865) 223-78-84; e-mail: [bmti\\_info@edu.uz](mailto:bmti_info@edu.uz).)

Диссертация билан Бухоро муҳандислик-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 358 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 200117, Бухоро шаҳар, Қ.Муртазоев кўч., 15. Тел.: (99865) 223-78-84.

Диссертация автореферати 2022 йил «18» январь куни тарқатилади.  
(2022 йил «17» январдаги № 2 рақамли реестр баённомаси).



**Н.Р. Баракаев**  
Илмий даража берувчи илмий кенгаш раиси  
т.ф.д., профессор

**Р.Р. Ҳайитов**  
Илмий даража берувчи илмий кенгаш котиби  
т.ф.д., кат.ил.ход.

**Ш.М. Ходжиев**  
Илмий даража берувчи илмий кенгаш қошидаги  
илмий семинар раиси, т.ф.н., доцент

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда дунё миқёсида ёқилғи ишлаб чиқариш корхоналарида юқори даражада ўсиш кузатилмоқда. Нефт-газни, кўмирни қайта ишлаш саноат корхоналари ёқилғи маҳсулотларини ишлаб чиқариш соҳасининг етакчи тармоқларидан бири ҳисобланади. Ҳозирги кунда ёқилғи сифатида кўмир брикетларини ишлаб чиқаришга мўлжалланган мураккаб конструкцияли, юқори энергия сарфини талаб қиладиган аппаратлардан фойдаланиб келинмоқда. Шунга кўра ижтимоий ва коммунал соҳалар учун зарур бўлган, юқори ёниш иссиқлигига эга кўмир брикетларини ишлаб чиқаришда ноананавий усулларни жорий этиш, замонавий техника ва технологияларни яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда ёқилғи маҳсулотлари ишлаб чиқариш жадал ривожланиши учун таркиби углеводородларга бой бўлган хом ашёларини қайта ишлаш жараёнларини такомиллаштириш, замон талабларига мос техника ва технологияларни яратиш бўйича илмий ишлар олиб борилмоқда. Бу борада ижтимоий ва коммунал соҳаларнинг иситиш тизимлари учун зарур бўлган кўмир хом ашёларининг таркибий қисмларини тадқиқ қилиш, биобоғловчилар билан бойитилиб ёниш иссиқлиги оширилган, кўмирнинг майин фракцияси асосида мустаҳкамлиги юқори бўлган брикетларни ишлаб чиқариш жараёнларининг замонавий, юқори самарали усули ва технологияларини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда охириги йилларда табиий газ танқислиги туфайли аҳолининг қаттиқ кўмирга бўлган эҳтиёжини қондириш мақсадида, кўмирнинг майин фракциялари асосида ёниш иссиқлиги юқори бўлган брикетлар ишлаб чиқаришга эътибор қаратилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Инновацион технологияларни қўллаган ҳолда биоорганик боғловчилар асосида механик мустаҳкамлиги юқори бўлган кўмир брикетларини ишлаб чиқариш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикаси кўмир саноатини янада ривожлантириш ва модернизация қилиш дастурида “...кўмир тармоқлари корхоналарини янада барқарор ва мувозанатли ривожлантириш, устувор инвестиция лойиҳаларини илдам амалга ошириш, 2017-2021 йиллар мобайнида иқтисодиёт тармоқлари, ижтимоий соҳа ва аҳоли эҳтиёжлари учун прогноз қилинаётган истиқболдаги талабни ҳисобга олган ҳолда, кўмир ва кўмир маҳсулотларини қазиб олиш ва етказиб беришда атроф муҳит муҳофазасини таъминлаш, кўмир маҳсулотлари сифатини белгилаш бўйича замонавий технологиялар ва ускуналарни, шунингдек, қаттиқ ёқилғига бўлган аҳолининг эҳтиёжи ва унинг сифатига бўлган талабни қондириш” соҳанинг муҳим вазифалари этиб белгилаб берилган. Шунга кўра таркиби биобоғловчилар билан бойитилган, ёниш иссиқлиги юқори бўлган, кўмирнинг майин фракциялари асосида брикетлар ишлаб чиқариш технологияларини жорий этиш муҳим илмий-амалий аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш стратегияси тўғрисида”ги<sup>1</sup> фармони ва 2018 йил 3 октябрдаги ПҚ-3956-сон “Экология ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш соҳасида давлат бошқарув тизимини такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли ва бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устивор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. “Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф муҳит муҳофазаси” дастури бўйича бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Кўмир хом ашёларини қайта ишлаш орқали унинг энергия ҳосил қилиш самарадорлигини оширишга мўлжалланган ҳамда замонавий техника ва технологияларни яратишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари жумладан, Technical University of Daniya, Kyote University (Japan), University of Montreal (Canada), Санкт Петербург Давлат технология институти, Кимё ва кимё технология институти (Красноярск, Россия) ва Бухоро муҳандислик-технология институти томонидан олиб борилмоқда.

Кўмир хом ашёсини қазиб олиш, транспортировка қилиш жараёни давомида ҳосил бўладиган кўмир майин фракцияларини ажратиб олиш учун мўлжалланган қурилмаларни яратиш ва такомиллаштиришга оид олиб борилган тадқиқотлар асосида қатор илмий натижалар олинган. Жумладан, тошкўмир хом ашёсини бойитишда, таркибида мавжуд бўлган минералларни ажратиб олиш учун флотация усуллари қўлланилган (Санкт Петербург Давлат технология институти, Россия), Тошкўмирни магнитли бойитиш усули орқали юқори сифатли кўмир фракцияларини олиш технологияси такомиллаштирилган (Украина), Гравитацион усул ёрдамида кўмир хом ашёсини фракцияларга ажратишнинг такомиллаштирилган қурилмалари ишлаб чиқаришга тадбиқ этилган, кўмирнинг ўта майин фракцияларини қуруқ (пневматик) усулда бойитиш усуллари ишлаб чиқилиб, бунда тошкўмир фракцияларини ажратишга мўлжалланган конструкциялар яратилган (США, Россия).

Кўмирни қайта ишлаш технологияси, фракцияланган кўмир хом ашёси асосида брикет олиш ва унинг энергетик самарадорлигини оширишнинг назарий ва амалий асосларини ишлаб чиқиш бўйича А.И. Исманжанов, А. В. Рассказова, Л.А. Николаева, Ш.Дж. Курманкулов, А.Т. Елишевич,

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони.

М.П. Валарович, Н.И. Гамаюнов, О.А. Цепляков, М.И. Бычев, В.Н. Кононов, Г.И. Петрова ва бошқалар илмий-тадқиқот ишлари олиб боришган.

Аммо, таркибида биоорганик боғловчилар мавжуд бўлган кўмир брикетларини қўлланилиш жараёнида атроф-муҳитга салбий таъсир кўрсатмайдиган, механик мустаҳкамлиги юқори бўлган бирикетлар ишлаб чиқариш технологияларини яратишга қаратилган илмий-тадқиқот ишларини олиб бориш муҳим аҳамият касб этади.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасаларининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация иши Ўзбекистон Республикаси Инновацион ривожланиш вазирлиги томонидан эълон қилинган №И-ОТ-2017-5-5 “Юқори энергетик самарадорли ва экологик кўрсаткичли кўмир брикетини ишлаб чиқариш технологиясини яратиш” (2017-2018 йй) мавзусидаги лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** кўмирнинг майин фракцияси ва самарали биоорганик боғловчилар ёрдамида юқори мустаҳкамликга эга ва юқори экологик кўрсаткичли кўмир брикетларини ишлаб чиқариш жараёни ва аппаратини такомиллаштиришдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

кўмирнинг турли ўлчамли бўлақларини майдалаш, ҳамда кўмир майин фракциясининг геометрик ўлчами бўйича сепарациялаш жараёнларини тадқиқ қилиш;

кўмир зарраларининг ўзаро сифатли бирикишини таъминловчи самарали биобоғловчиларни аниқлаш;

кўмир бирикетларининг механик мустаҳкамлик даражасини оширишда биобоғловчилар таъсирини тадқиқ қилиш;

биоорганик боғловчилар асосида юқори мустаҳкамликни таъминловчи кўмир фракциясининг геометрик ўлчамларини аниқлаш;

брикетларнинг механик мустаҳкамлигини тавсифловчи математик моделни ишлаб чиқиш;

брикет хом ашёси тайёрлашда бир жинсли пластик массаси олишни тадқиқ қилиш ва энерготехамкор қурилмасини яратиш;

кўмир брикети мустаҳкамлигининг технологик тизимдаги пластик массасини димиқтириш давомийлигидан боғлиқлигини тадқиқ қилиш;

кўмир брикетининг ёниш иссиқлиги тадқиқ қилиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида кўмирнинг майин фракциясидан биоорганик боғловчилар асосида кўмир брикети ишлаб чиқариш жараёни ва аппаратлари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** кўмирнинг майин фракциясидан кўмир брикети ишлаб чиқариш технологик тизими, брикет механик мустаҳкамлиги ва преслаш жараёнини математик моделлаштириш ташкил этган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида кўмир ва унинг брикети физик-кимёвий хоссалари, механик мустаҳкамлиги ва энергетик самарадорлигини аниқлаш стандарт усуллари, математик моделлаштириш усулларидан фойдаланилган.

### **Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

хом ашё конларида ҳамда кўмирни қайта ишлаш жараёни давомида ҳосил бўладиган кўмир майин фракциялари ва биоорганик боғловчилар асосида механик мустаҳкамлиги юқори бўлган кўмир брикетлари олиш технологияси илмий ва амалий асосланган;

кўмир майин фракцияси ва биоорганик боғловчилар асосида олинган кўмир брикетларининг ёниш иссиқлиги ўзгариши қонуниятлари асосланган;

брикет мустаҳкамлигининг димиқтириш давомийлиги, брикет намунаси калинлигидан боғлиқлик қонуниятлари асосланган;

Ангрен, Бойсун, Шарғун конлари кўмиридан ишлаб чиқарилган брикет кўмир мустаҳкамлигининг пресслаш босими, биобоғловчи ва крахмал эритмаси концентрациясидан боғлиқлик қонуниятлари аниқланган;

кўмир брикети ёниш иссиқлигининг биоорганик қўшимчалар концентрациясидан боғлиқлик қонунияти аниқланган;

кўмир брикети зичлиги ва унинг нисбий ғоваклигига пресслашнинг таъсирини тадқиқ қилиш математик модели ишлаб чиқилган;

биоорганик боғловчилар асосида олинган кўмир брикети олишнинг энерготежамкор технологик тизими ишлаб чиқилган.

### **Тадқиқотнинг амалий натижаси** қуйидагилардан иборат:

механик, ёниш иссиқлиги ва экологик кўрсаткичлари юқори бўлган, биоорганик боғловчилар асосида кўмир брикетлари ишлаб чиқариш технологияси яратилган;

олинган кўмир брикетининг кўмир бўлақлари фракцион таркиби, ҳамда биобоғловчилар миқдори аниқланган;

технологик тизимида қўлланиладиган энергиясамарадор димиқтириш қурилмаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** тадқиқотларнинг замонавий услуб ва ўлчаш воситаларидан фойдаланилган ҳолда амалга оширилганлиги, брикет ишлаб чиқариш технологиясида таъсир этувчи асосий параметрларни назарий асослашда, механик ҳамда математик статистика усуллариининг қўлланилиши, ишлаб чиқариш саноат синовларидан олинган экспериментал натижаларининг назарий натижаларга мослиги, амалга оширилган тадқиқотларнинг мақбул ечимлари асосида яратилган технология ва қурилма тажриба синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий этилганлиги билан асосланади.

### **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти юқори ёниш иссиқлигига эга бўлган, биоорганик боғловчилар асосида кўмир брикетлари ишлаб чиқариш жараёнлари ва аппаратлари тадқиқ қилинди ва математик моделлаштиришнинг амалга ошириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти кўмир брикети олиш технологик тизимида қўлланиладиган энергиясамарадор пластик массани димиқтириш қурилмасини ишлаб чиқишга, маҳаллий ресурсларидан самарали фойдаланиш асосида механик, иссиқлик ва экологик кўрсаткичлари юқори

бўлган кўмир брикетлари ишлаб чиқариш технологияси яратишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Асосий таркиби кўмирнинг майин фракцияларидан ташкил топган, энергетик самарадорлиги ва юқори экологик кўрсаткичли кўмир брикетларини ишлаб чиқариш бўйича олинган натижалар асосида:

таркиби биобоғловчилар билан бойитилган, кўмирнинг майин фракциялари асосида кўмир брикетларини ишлаб чиқариш технологияси Бухоро вилояти, Жондор туманидаги “Ғалаба” фермер хўжалиги ва “Best Coal Bukhara Service” МЧЖда амалиётга жорий этилган (“AZIYA FRUITS GARDEN” маъсуляти чекланган жамияти кўшма корхонасининг 2021 йил 16 декабрдаги №46 маълумотномаси). Натижада ишлаб чиқарилган кўмир брикетлари таркибидаги намлик миқдорини 8,8 фоизга, олтингугурт миқдорини (ГОСТ 8606-2015)га мувофиқ 0,6 фоизгача туширилишига, брикетнинг ёниш иссиқлигини 5090÷7020Ккал/кг га оширишга эришилган.

нефт қолдиқларидан ҳосил бўлган чиқинди (шлам) дан кўмир брикетларини ишлаб чиқариш технологияси Бухоро туманидаги “Ҳайдар Аҳмад” фермер хўжалигидаги иссиқ хоналарда амалиётга жорий этилган (“AZIYA FRUITS GARDEN” маъсуляти чекланган жамияти кўшма корхонасининг 2021 йил 16 декабрдаги №46 маълумотномаси). Натижада брикетнинг ёниш иссиқлигини 7954,9 Ккал/кг га оширишга, кулдорлик даражасини 8,2 фоизга, таркибидаги олтингугурт миқдорини 0,9 фоизга камайтириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари маъруза кўринишида 7 та халқаро ва 7 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 23 та илмий иш нашр этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлигидан 1 та дастурий таъминот учун гувоҳнома олинган (DGU12459), 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси олий аттестация комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола – 4 таси хорижий ва 3 таси Республика илмий журналларда (шундан 1 таси SCOPUS баъзасига кирувчи журналларда) чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўрта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 123 бетни ташкил этади.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объект ва предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, илмий янгилиги баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти

очиб берилган, тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Биобогловчилар асосида қаттиқ ёқилғи брикетлари ишлаб чиқаришнинг замонавий ҳолати”** деб номланган биринчи бобида Республика ва чет эл олимлари томонидан олиб борилган илмий-тадқиқот ишлари ёритилган.

Физик-кимёвий механика соҳасида атоқли олим, академик П.А. Ребиндер томонидан майдалаш назарияси илгари сурилиб, жисмни майдалаш учун сарфланган куч шу жисмнинг шаклини ўзгартириш ва янги юзалар ҳосил қилиш учун сарфланган ишлар йиғиндисига тенглиги асосланган:

$$A = \sigma \cdot \Delta F + K \Delta V \quad (1)$$

бу ерда:  $\sigma$  - пропорционаллик коэффициентлари.

Маълум геометрик ўлчамга эга бўлган кўмирнинг майин фракциясини олиш учун майдалаш жараёни, кўмир фракцияси ва богловчилар асосида бир хил гомоген система ҳосил қилиш учун аралаштириш жараёни, аниқ ўлчамга эга бўлган брикет олиш учун пресслаш жараёни қўлланилади.

Пресснинг иш унумдорлиги шнекли вал айланиш частотаси ва матрица сони билан белгиланади. Хом ашёнинг прессланиши давомида бутун ҳажм бўйлаб ҳом ашё заррачаларининг ҳаракатланиши юзага келиб, орасидаги бўшлиқлар камайиши содир бўлади ва ғоваклик даражаси камаяди.

Брикет массаси зичлигининг ортиши унинг нисбий сиқилиш коэффициенти билан ифодаланади:

$$\beta = ((B_1 - B_2) / B_1) \cdot 100 \quad (2)$$

бу ерда  $B_1$  – босим беришдан олдинги брикет пластик массасининг ҳажми  $m^3$ ;  $B_2$  - босим берилгандан кейинги брикет пластик массасининг ҳажми  $m^3$ .

Брикет пластик массасининг нисбий сиқилиш коэффициенти  $\beta$  нинг энг катта қиймати брикет массасини юқори босим остида узок муддат сақлаш ва кўп маротаба босим остида ушлаб туриш йўли билан аниқланади.

Мустаҳкамлиги юқори брикет ишлаб чиқариш учун муҳим омил - пресслашда ҳосил қилинган босим ва массанинг сиқилиш даражаси орасидаги мутаносиблик ҳисобланади. Ушбу масалани таҳлил қилишда идеал пресслаш қонунияти Д. С. Новиков томонидан тақлиф этилган.

$$\beta' = \beta'_0 - \psi \cdot \ln(p/p_0), \quad (3)$$

бу ерда  $\beta$  - сиқилиш коэффициенти, прессланмаган хом ашё ҳажмининг ҳосил бўлган қаттиқ фаза прессланган масса ҳажмининг нисбатига тенг бўлган миқдор бўйича;  $\beta'_0$  - худди шундай, бошланғич маҳсулотда босим  $p_0$  да;  $\psi$  маълум бир босим оралиғида ҳосил бўлган сиқилиш модули ва

прессланган модданинг структуравий ва механик хусусиятларини характерловчи коэффициент.

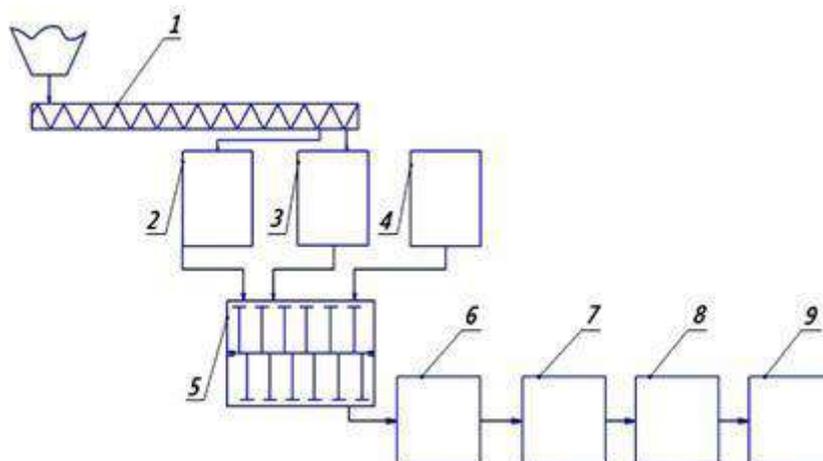
Шнекли пресснинг фойдали иш коэффициенти:

$$m = \pi D^2 / 4 \cdot (S \cdot n / 60) \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (4)$$

бу ерда  $D$  – шнекнинг диаметри, м;  $n$ -валнинг айланиш частотаси, айл/мин;  $\rho$  - кирувчи брикет пластик массасининг зичлиги  $кг/м^3$ ;  $\varphi$  – барабан девори билан шнекли вал оралиғининг брикет массаси билан тўлиш коэффициенти.

Диссертациянинг “**Кўмир брикетлари ишлаб чиқаришнинг илмий асослари ва усуллари**” деб номланган иккинчи бобида тадқиқот натижалари асосида юқори механик ва экологик кўрсаткичли кўмир брикетларини ишлаб чиқариш технологияси ёритилган. Ишлаб чиқилган кўмир брикети таёрлаш усулининг моҳияти, кўмир фракцияси ва боғловчи компонентларни майдалаш ва аралаштириш жараёнларини ўз ичига олади. Аралаштириш жараёнига брикетнинг қуруқ компонентлари 80:20 нисбатда узатилади ва суюқ боғловчи билан интенсив аралаштирилиб, димиқтиришга жойлаштирилади. Суюқ боғловчи сифатида гуруч крахмалининг сувли эритмаси ишлатилади. Димиқтириш натижасида ушбу пластик массада интенсив равишда адгезия жараёнлари боради, шу билан бирга биокимёвий реакциялар ҳам кечади. Унда суюқ боғловчи кўмир зарраларига сингиши рўй беради ва тайёр маҳсулотнинг юқори механик мустаҳкамлигини таъминлашга асос ярататилади. Димиқтирилгандан сўнг тайёр масса шакл бериш ва қуриштириш жараёнига юборилади.

Биоорганик боғловчиларга асосланган кўмир брикетларини ишлаб чиқаришнинг принципиал технологик схемаси 1-расмда келтирилган. Бунда хом ашё майдалагич 1 ёрдамида майдаланади. Майдаланган кўмир фракцияси махсус бункер 2 да йиғилади. Бункер 3 да биоогумус майдаланган ҳолда йиғилади.



**1-расм. Биоорганик боғловчиларга асосланган кўмир брикетларини ишлаб чиқаришнинг принципиал технологик схемаси:**  
1 - майдалагич; 2 - майин кўмир фракцияси учун бункер;

3 - боғловчи биокомпонент учун бункер; 4 – суюқ боғловчи учун контейнер; 5 - миксер; 6 - димиқтириш шкафи; 7 – формаловчи машина; 8 – қуритиш камераси; 9 – омборхона.

Крахмалнинг сувдаги эритмаси контейнер 4 да сақланади. Аралаштириш жараёни миксер 5 да брикет таркибидаги қўшимчаларнинг бир жинсли пастасимон пластик масса ҳосил бўлгунча давом эттирилади. Аралашманинг бутун ҳажми бўйича агдезия жараёнини тезлатиш мақсадида брикет пластик массаси димиқтириш 6 шкафига узатилади.

Кўмирнинг майин фракцияси ҳамда қўшимчалар асосида тайёрланган биомасса формаловчи машина 7 да брикет шаклига келтириб қуритиш камераси 8 га узатилади. Кўмир брикетларининг шаклини сақлаш ҳамда намлигини меъёрда бўлишини таъминлаш мақсадида махсус жихозланган омборхона 9 га узатилади. Лаборатория шароитида тайёрланган кўмир брикетлари намуналари 2-расмда келтирилган.



## **2-расм. Биоорганик қўшимчалар асосида лаборатория шароитида ишлаб чиқарилган кўмир брикетлари**

Яратилган технология асосида брикет олишни тадқиқ қилиш асосида кўмир фракциясининг геометрик ўлчамлари аниқланди. Унга кўра 1,25 мм гача бўлган кўмир фракцияси 60 %, 1,25-2,5 мм фракция 30 % ҳамда 2,5-6 мм гача бўлган фракция 10 % ни ташкил этиши аниқланди.

Диссертациянинг **“Пресслаш қурилмасида брикет массасини пресслаш жараёнини моделлаштириш”** деб номланган учинчи бобида брикет ишлаб чиқариш технологиясининг тизимли таҳлили амалга оширилиб, кўмирнинг майин фракциялари асосида брикет олиш жараёнлари ва қурилмалари тақиқ қилинди. Кўмир брикетини ишлаб чиқариш учун қўлланилган пресслаш қурилмасида кечадиган жараёнларнинг таҳлили амалага оширилди.

Кўмир брикети олиш жараёни иерархик структураси хом ашёга бериладиган босимнинг математик модели тадқиқига асосланган ҳолда ишлаб чиқилган. Брикет хом ашёси пресслаш аппаратида шнек ва барабан девори орасида ҳаракатланиши пайтида босим остида бўлади. Қурилмага бериладиган энергия хом ашёни прессланишига сарфланади, яъни прессланиш коэффициенти  $\beta$  қийматининг ўзгариши билан боғлиқ бўлади. Ўз навбатида сарфланадиган энергия материални прессланишига, пировардда олинадиган брикетнинг мустаҳкамлигининг ошишига олиб келади. Пресслашда кўмир зарралари орасидаги ғоваклар камайиши содир бўлади.

Брикет материалнинг ҳажмидаги ғоваклар ҳиссасининг ўзгартириш учун тенглама қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{dV_1}{dt} = k \cdot V \cdot X_1 \quad (5)$$

бу ерда кўмир брикет ҳажми массадаги ғовакнинг қолдиқ ҳиссаси  $X_1$  ва материал ҳажмининг сиқилиш коэффиценти “ $k$ ” га боғлиқ. Ушбу боғлиқлик (5) ни ҳисобга олган ҳолда преслаш аппаратларидаги материалнинг ҳажми учун брикет массаси ҳажмининг вақт бўйича ўзгариши тенграмаси қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{dX}{dt} = \frac{1}{m_0} (G_0 \cdot X_0 - G \cdot X - k \cdot V \cdot X) \quad (6)$$

бу ерда,  $G_0$  – аппаратга кираётган брикет массаси сарфи, м<sup>3</sup>/с.

$G$  – аппаратдан чиқаётган брикет массаси сарфи, м<sup>3</sup>/с.

$X_0$  – бошланғич массадаги ғовак ҳиссаси, %.

$X$  – аппаратдан чиқаётган брикетдаги ғовак ҳиссаси, %.

Преслаш аппаратининг ишчи зонасидан чиқаётган брикет ҳажми ( $V$ ) ни қуйидаги тенглама орқали ёзиш мумкин. Бунда материал ҳажми ( $V_0$ ) ни материал ҳажмидаги тўлдирилганлик ҳиссаси ( $1-X$ ) га кўпайтириш орқали ифодалаш мумкин:

$$V = V_0 \cdot (1 - X) \quad (7)$$

(6) тенграмани тайёр маҳсулот бўйича бўшлиқ концентрацияси орқали ифодалаб қуйидаги тенграмани оламиз:

$$\frac{dX}{dt} = \frac{1}{m_0} (G_0 \cdot X_0 - G \cdot X - k \cdot V \cdot X) \quad (8)$$

Қуруқ материал ҳажмини қуйидаги тенглама орқали ифодалаймиз:

$$V_c = V_0 \cdot (1 - X_0) \quad (9)$$

Маҳсулотнинг массавий сарфи аппаратнинг бошланғич ва охири нуқталарида бир хил бўлишини инобатга олиб, тенграмани қуйидагича ифодалаймиз

$$G_0 \cdot (1 - X_0) = G \cdot (1 - X) \quad (10)$$

у ҳолда аппаратнинг чиқиш қисмидаги материал ҳажмий сарфининг тенграмаси қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$G = G_0 \frac{1-X_0}{1-X} \quad (11)$$

ёки жараённинг бошланғич нуқтасидаги материалнинг ҳажмий сарф тенгламаси:

$$G_0 = G \frac{1-X}{1-X_0} \quad (12)$$

Тенгламалар (9-12) ни ҳисобга олган ҳолда (8) тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\frac{dX}{d\tau} = \frac{1}{m_0} \left( G_0 \left( X_0 - \frac{(1-X_0)}{1-X} X \right) - k \cdot V \cdot X \right) \quad (13)$$

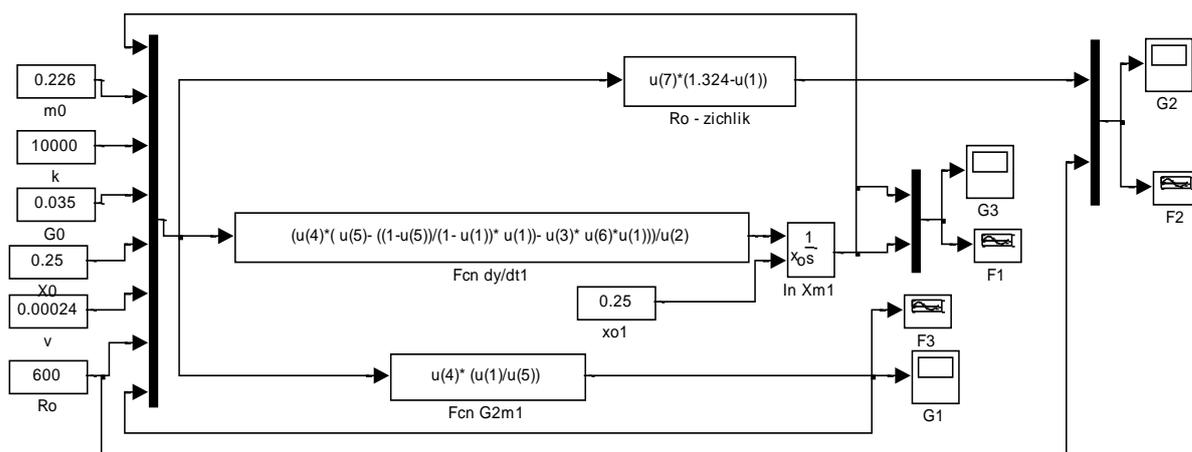
Натижада, кўмир брикети хом ашёсини пресслаш жараёнининг математик моделини қуйидаги тенгламалар системаси орқали ифодалаймиз:

$$\begin{cases} \frac{dX}{d\tau} = \frac{1}{m_0} (G_0 (X_0 - X) - k \cdot V \cdot X) \\ G = G_0 \frac{1-X_0}{1-X} \\ G_m = G_0 \frac{X_0 - X}{1-X} \\ k = f(N, d, l, S, G_m, G_{cm} \dots) \end{cases} \quad (14)$$

MATLAB дастури асосида кўмир брикети хом ашёсини пресслаш жараёни учун ишлаб чиқилган моддий баланс тенгламасини қуйидагича ифодалаймиз:

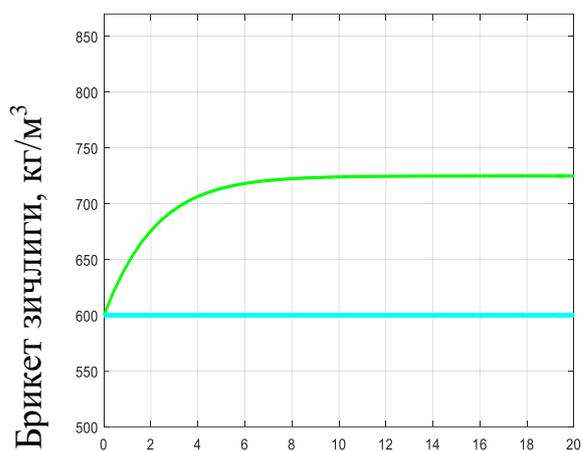
$$(u(4) \cdot (u(5) - ((1-u(5))/(1-u(1))) \cdot u(1))) - u(3) \cdot u(1) / u(2) \quad (15)$$

Кўмир брикети хом ашёсини пресслаш жараёнининг компьютер модели тенглама 15 га мувофиқ қуйидаги кўринишни олади:



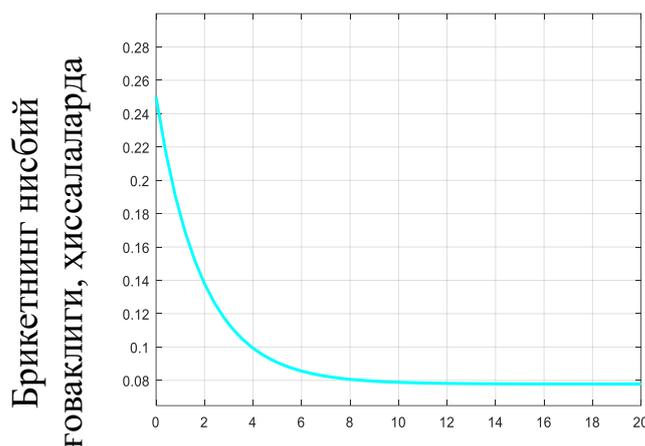
**4-расм. Пресслаш жараёнининг компьютер модели**

Брикет зичлиги ва унинг нисбий ғовақлик кўрсаткичлари тадқиқ қилинганда пресслаш коэффиценти  $10000 \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot \text{с}$  га тенг бўлганда олинган натижалар 5 ва 6 расмда келтирилган.



Пресслаш давомийлиги  $\tau \cdot 20$  мин

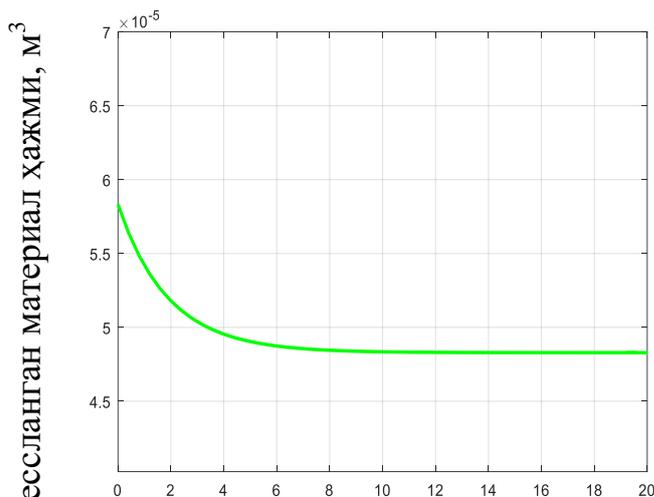
**5-расм. Брикет зичлигининг пресслаш давомийлиги бўйича ўзгариши**



Пресслаш давомийлиги  $\tau \cdot 20$  мин

**6-расм. Брикет нисбий ғоваклигининг пресслаш давомийлиги бўйича ўзгариши**

Пресслаш аппаратида брикет зичлиги  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$  дан  $725 \text{ кг}/\text{м}^3$  гача ошиши аниқланди (5-расм). Шунингдек пресслаш давомида материал нисбий ғоваклиги 26 % дан 8 % гача камайганлигини кузатиш мумкин (6-расм).



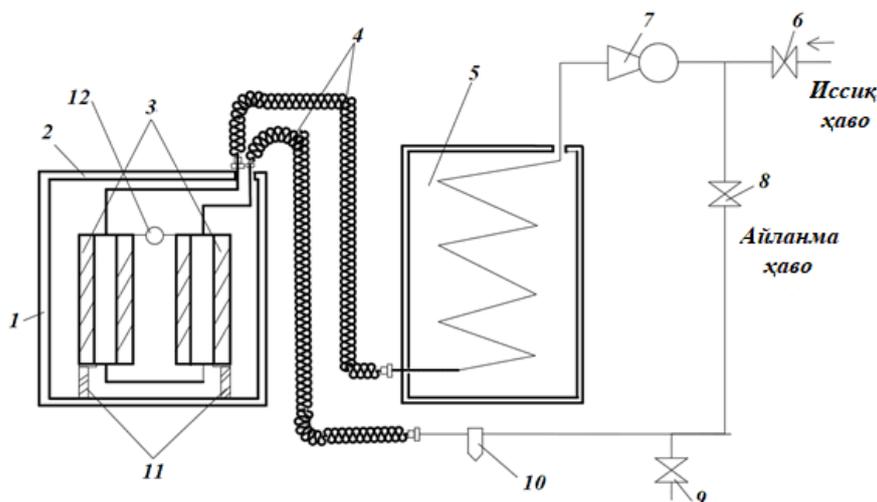
Пресслаш давомийлиги  $\tau \cdot 20$  мин

**7-расм. Прессланган материал ҳажмининг пресслаш давомийлиги бўйича ўзгариши.**

Пресслаш коэффициенти  $k$   $10000 \text{ кг}/\text{м}^3 \cdot \text{с}$  га тенг бўлганда, прессдан чиқадиган маҳсулотнинг бошланғич сарфи  $5,88 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$  дан  $4,88 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$  га қадар камайиб боришини кузатиш мумкин (7-расм). Математик моделлаштириш асосида олинган натижалар шуни кўрсатадики, кўмир брикетини пресслаш жараёни учун ишлаб чиқилган тизимнинг ишлаш режимини барқарор ҳолатда амалга ошириш орқали, маҳсулотнинг вақт бирлиги ичида ҳажмий сарфини бир ҳил меъёрда сақлаб туришга эришилади. Яъни пресслаш жараёни давомида маҳсулотнинг

ҳажмий сарфи аппаратнинг охириги нуқтасида бошланғич нуқтасига нисбатан камайиб, сўнг қийматда, олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, биоорганик боғловчилар асосида кўмир брикетини учун тайёрланган пластик масса димиқтиришга узатилиши ижобий натижалар бериши аниқланди. Бу массани ташкил этувчилари орасида адгезия борши орқали асосланади. Шу нуқтаи назардан, ушбу тадқиқот ишида хом ашёни димиқтириш аппарати ва жараёни таҳлил қилинди.

8-расмда келтирилган конструкцияли димиқтириш қурилмаси ишлаб чиқилди.



**8-расм. Кўмир брикети массасини димиқтириш аппаратининг схемаси**

1 - димиқтириш шкафи, 2 - қопқоқ, 3 – иссиқлик бериш мосламаси, 4 – иситувчи агент ҳаракатланувчи труба, 5 - қуриштириш мосламаси, 7 - вентилятор, 6,8,9 – вентиль, 10 - конденсат йиғгич 11,12 – таянч.

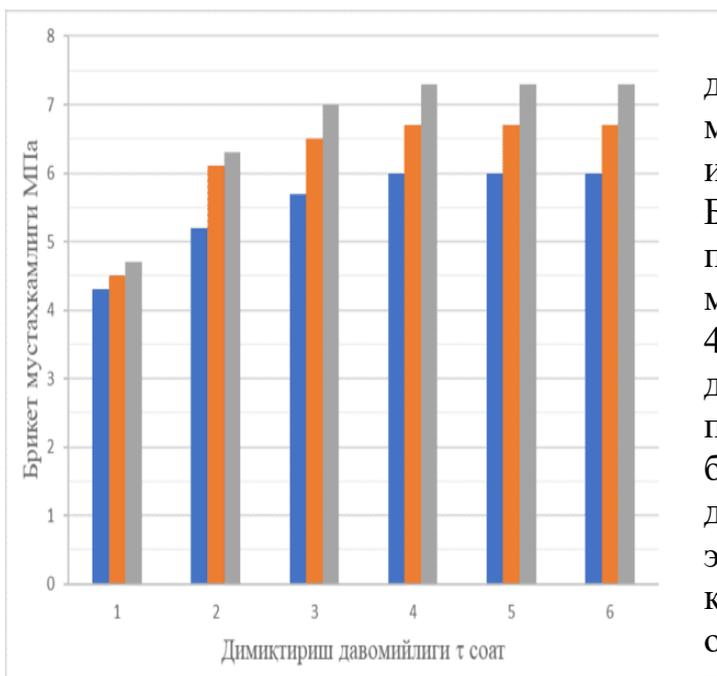
Диссертациянинг “**Брикет сифат кўрсаткичларининг лаборатория тадқиқотлари**” деб номланган тўртинчи бобда кўмир брикети ишлаб чиқариш жараёнининг экспериментал натижалари келтирилган. Кўмир брикетининг мустаҳкамлик оширишга таъсир этувчи параметрлар – брикет тиндириш давомийлиги, брикет қалинлиги, преслаш босими, брикет массасидаги крахмал эритмаси концентрацияси, брикет хом ашёсидаги биобогловчи модда концентрацияси тадқиқ қилинди. Ушбу параметрларнинг ишлаб чиқилган кўмир брикети мустаҳкамлигига таъсири ўрганилиб, ушбу кўмир брикетлари ТУ 5322-001-13353119-2005 талабларига мувофиқлиги аниқланган.

Ишлаб чиқилган кўмир брикетининг солиштирма оғирлиги қуйидагича ифодаланади:

$$\rho_{\text{сол}} = M/V, \quad (16)$$

бу ерда,  $M$  – брикет намунасининг массаси (ўртача олинган қиймат), кг;  $V$  – намунанинг ҳажми,  $\text{м}^3$ .

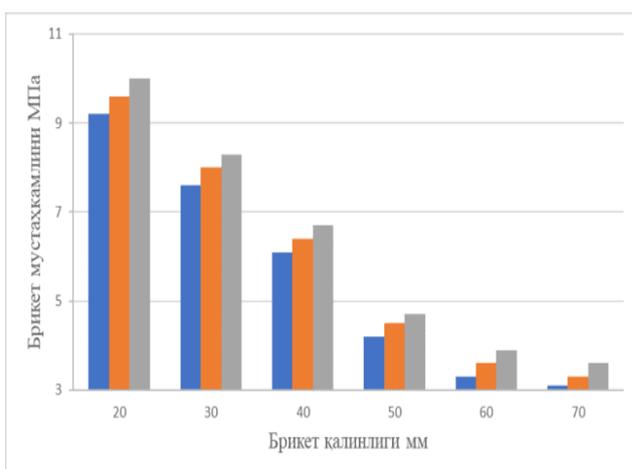
Кўмирнинг майин фракцияси ҳамда ■ – 2 %, ■ – 4 %, ■ – 6 %ли крахмал эритмаси асосида брикет пластик массаси тайёрланади. Тайёрланган пластик масса 6 соат давомида димиқтириш қурилмасида сақланди. Димиқтириш давомийлиги турлича бўлган массадан тайёрланган брикет намуналарининг мустаҳкамлигини аниқлаш лаборатория синовлари ўтказилди. Намуналарнинг мустаҳкамлик даражаси натижалари 9-расмда системалаштирилган.



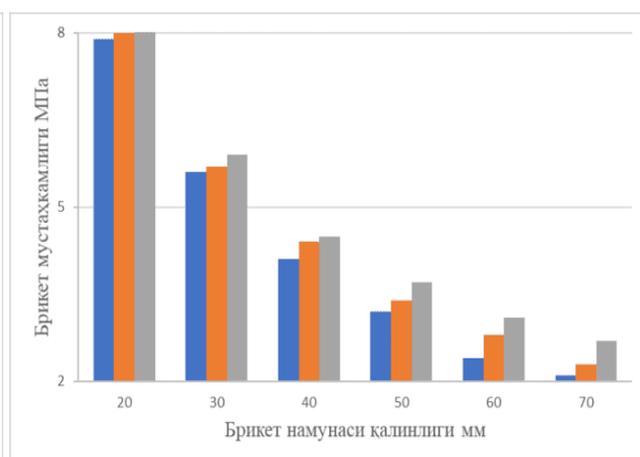
**9-расм. Брикет мустаҳкамлигининг димиқтириш давомийлигига боғлиқлиги**

Графикдан димиқтириш давомийлигининг ортиши брикет мустаҳкамлик даражасига ижобий таъсири кўринмоқда. Бир соат давомида тиндирилган пластик массасининг мустаҳкамлик даражаси ўртача 4,5 МПа ташкил этади, 4 соат давомида тиндирилган хом пластик масса тайёрланган брикетнинг мустаҳкамлик даражаси 6,8 МПа ни ташкил этади. Аммо тажрибалар шуни кўрсатдики, димиқтиришнинг оптимал давомийлиги 3 соатни ташкил этади. Димиқтириш давомийлигининг 3 соатдан ортиши катта ижобий ўзгариш бермаслиги аён бўлди.

Кўмир брикетининг қалинлиги ( $\delta$ ) бўйича мустаҳкамлик даражаси тажрибалар асосида аниқланди. Пресслаш жараёни ёрдамида 20 мм дан 70 мм гача қалинликда тайёрланган брикет намуналарининг мустаҳкамлиги “GUNT” (Германия) лаборатория қурилмасида аниқланди. Натижалар шуни кўрсатадики, брикет қалинлигининг оширилиши мустаҳкамлик даражасининг пасайишига олиб келади. Масалан қалинлиги 20 мм бўлган намунанинг мустаҳкамлик даражаси 9-10 МПа, қалинлиги 50 мм бўлган намунанинг мустаҳкамлик даражаси 4-4,8 МПа ташкил этади (10, 11-расм).

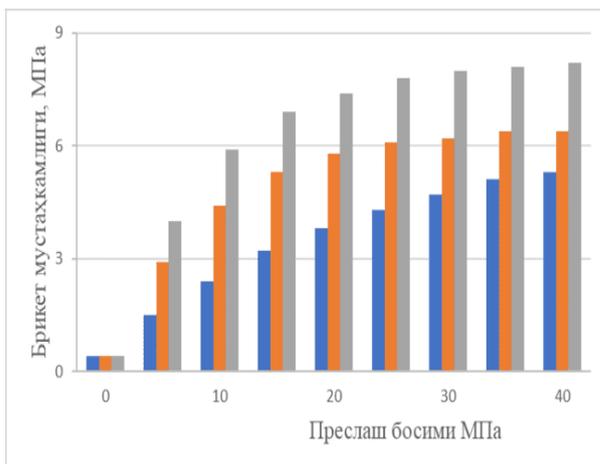


**10-расм. Турли концентрацияли крахмал эритмаси асосида олинган брикет мустаҳкамлигининг унинг қалинлигидан боғлиқлиги**

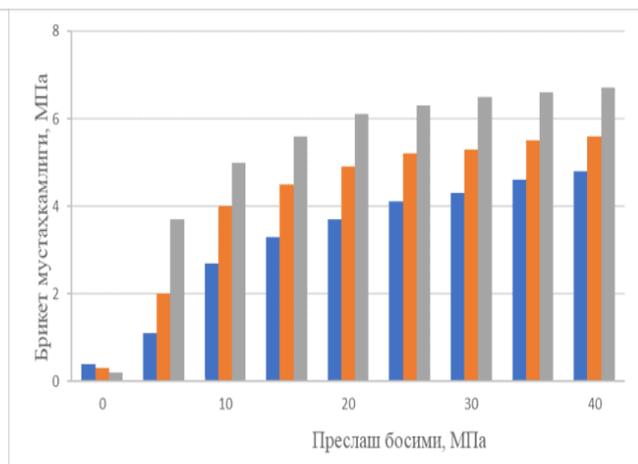


**11-расм. Турли концентрацияли боғловчи асосида олинган брикет мустаҳкамлигининг унинг қалинлигидан боғлиқлиги**

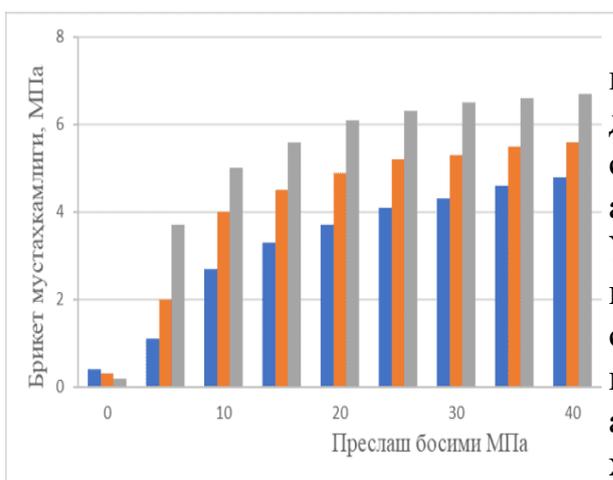
Брикет мустаҳкамлигининг кўмир қазиб олинган конлар хом ашёсининг физик-кимёвий хоссаларига, брикет аралашмаси тайёрлаш қўшимчаларининг концентрациясига боғлиқлиги тадқиқотлари олиб борилди. Таҷрибалар асосида Ангрэн, Бойсун ва Шарғун кўмир конларидан олинган кўмирнинг майин фракцияси, 2 % крахмал эритмаси, ■ – 2 %, ■ – 4 %, ■ – 6 % биогумусдан ташкил топган ҳамда турли босимда тайёрланган брикетларнинг мустаҳкамлик даражасини аниқлаш натижалар 12,13,14 расмларда келтирилган.



**12-расм. Турли концентрацияли боғловчилар асосида олинган брикет мустаҳкамлигининг пресслаш босимидан боғлиқлиги (Ангрэн кони кўмири мисолида)**



**13-расм. Турли концентрацияли боғловчилар асосида олинган брикет мустаҳкамлигининг пресслаш босимидан боғлиқлиги (Бойсун кони кўмири мисолида)**

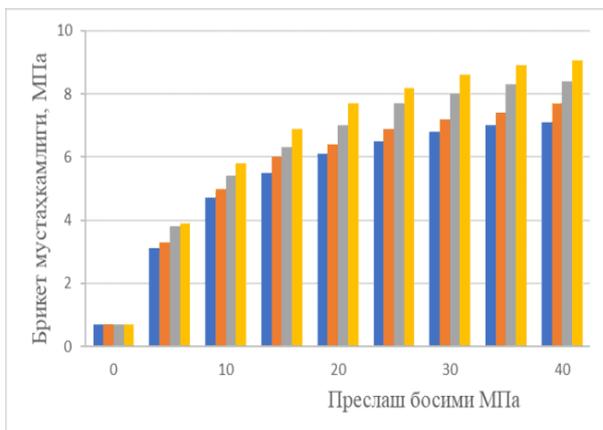


**14-расм. Турли концентрацияли биобоғловчилар асосида брикет мустаҳкамлигининг пресслаш босимидан боғлиқлиги (Шарғун кони кўмири мисолида)**

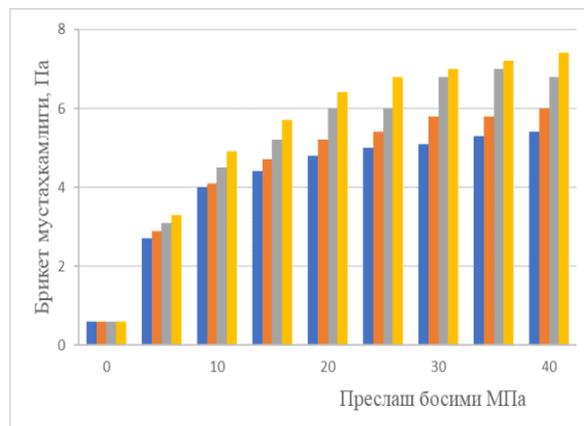
Брикет маҳсулотларига қўйиладиган талаблар – мустаҳкамлик даражаси ва ёниш иссиқлигининг стандарт талабларига жавоб бериши асосий кўрсаткичлардан ҳисобланади. Ушбу талабларга жавоб берадиган кўмир брикетини тайёрлашнинг самарали усули тадқиқотлар натижасида асосланган. Брикет хом ашёсининг мустаҳкамлик даражаси ҳамда ёниш иссиқлигининг биобоғловчилар миқдорига боғлиқлиги тадқиқ қилинди. 15, 16, 17 расмларда ■ – 1 %, ■ – 2 %, ■ – 4 %, ■ – 6 %ли крахмал эритмаси асосида тайёрланган кўмир брикети мустаҳкамлигининг пресслаш

босимидан боғлиқлиги, ҳамда ёниш иссиқлигини характерловчи тадқиқот натижалари келтирилган.

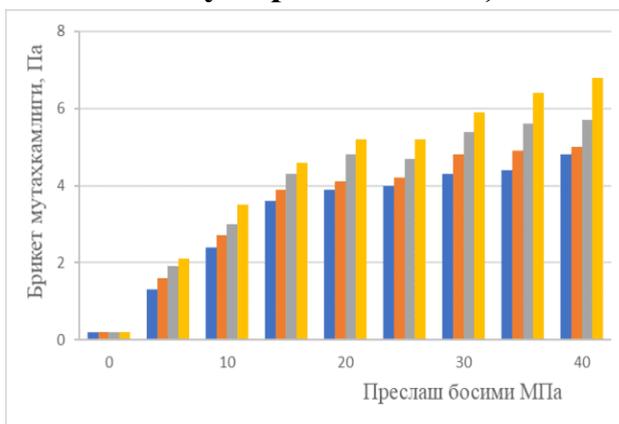
“Ўзбеккўмир” АЖ синов лабораторияси хулосасига биноан Ангрэн кўмирининг ўртача ёниш иссиқлиги 4920 ккал/кг, диссертация тадқиқотлари натижалари асосида лабораторияда ишлаб чиқарилган кўмир брикетининг ёниш иссиқлиги эса 5090-7020 ккал/кг, яни кўмир ёниш иссиқлигидан 170-2100 ккалга ортиқ эканлигини кўрсатмоқда (18-расм).



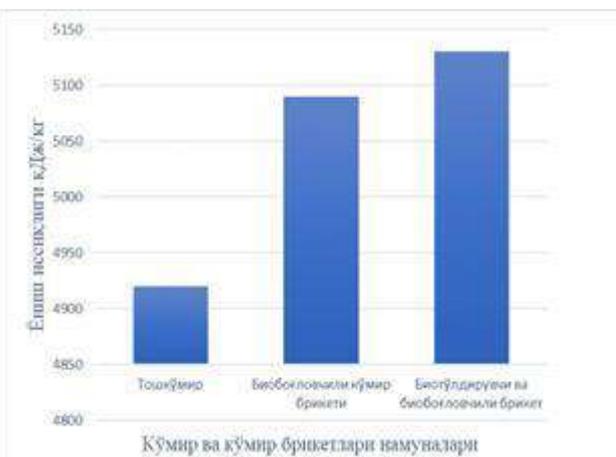
**15-расм. Турли концентрацияли крахмал эритмаси асосида олинган брикет мустаҳкамлигининг пресслаш босимидан боғлиқлиги (Ангрэн кони кўмири мисолида):**



**16-расм. Турли концентрацияли крахмал эритмаси асосида олинган брикет мустаҳкамлигининг пресслаш босимидан боғлиқлиги (Бойсун кони кўмири мисолида):**



**17-расм. Турли концентрацияли крахмал эритмаси асосида олинган брикет мустаҳкамлигининг пресслаш босимидан боғлиқлиги (Шарғун кони кўмири мисолида):**



**18-расм. Табiiй тошкўмир ва таклиф этилган технология бўйича олинган кўмир брикетларининг ёниш иссиқлиги**

## ХУЛОСА

Юқори энергетик самарадорли ва экологик кўрсаткичли кўмир брикетини ишлаб чиқариш технологиясини яратиш бўйича олиб борилган илмий тадқиқот натижалари асосида:

1. Кўмирнинг турли ўлчамли бўлақларини майдалаш, ҳамда кўмир майин фракциясининг геометрик ўлчами бўйича сепарациялаш жараёнларини тадқиқ қилиш натижасида, брикет ташкил этувчилари консистенциясидан келиб чиққан ҳолда, болғали майлагич ҳамда саралаш учун кўп қаватли элаш қурилмалари юқори самара бериши аниқланди;

2. Кўмир зарраларининг ўзаро самарали бирикишини таъминловчи самарали биобоғловчилар сифатида биогурус ва гуруч крахмали эритмасидан фойдалашга асосланган брикет тайёрлаш технологик тизими яратилди ва кўмир брикетлари таркибида крахмал эритмаси миқдори 2 %, 4 %, 6 %га оширилганда олинган брикетлар мустаҳкамлиги 1,3-1,5 бараварга, преслаш босими 5 МПа дан 40 МПа гача оширилганда эса брикет ўртача мустаҳкамлиги 2,8 МПа дан 6,4 МПа ошиши аниқланди;

3. Кўмир брикети юқори мустаҳкамлигини таъминловчи кўмир зарралари ўлчамларини тажрибалар асосида тадқиқ қилиш натижасида 1,25 мм гача бўлган кўмир фракцияси 60 %, 1,25-2,5 мм фракция 30 % ҳамда 2,5-6 мм гача бўлган фракция 10 %ни ташкил этиши аниқланди;

4. Брикетларнинг механик мустаҳкамлигини тавсифлаш учун ишлаб чиқилган математик моделда тадқиқотлар натижалари брикет пластик массасини преслаш натижасида унинг зичлиги 600 кг/м<sup>3</sup> дан 725 кг/м<sup>3</sup> гача ошиши, ўз навбатида брикетнинг нисбий ғовакликлиги 26 %дан 8 %гача камайиши аниқланди;

5. Кўмир брикет хом ашёси тайёрлашда бир жинсли пластик массаси олишни тадқиқ қилиш натижасида брикетни қуритиш камерасидан чиқадиган иккиламчи иссиқлик оқимидан фойдаланишга асосланган, энерготежамкор димиқтириш қурилмасини конструкцияси ишлаб чиқилди. Пластик массани димиқтириш давомийлиги 1 соат 6 соатгача ошганда брикет мустаҳкамлиги ўртача 4,3 МПа дан 6,8 МПа гача ошиши аниқланди. Шу билан бирга димиқтириш давомийлигининг 3 соатдан ортиши брикет мустаҳкамлигининг кескин ўзгаришини бермаслиги аниқланди;

6. Диссертация тадқиқотлари натижалари асосида ишлаб чиқарилган кўмир брикетининг ёниш иссиқлиги 5090-7020 ккал/кг (тошкўмирнинг ёниш даражаси 4980 ккал/кг), яъни олинган брикет ёниш иссиқлиги 170-2100 ккал/кг га ортиқ эканлигини кўрсатмоқда, “Ўзбеккўмир” АЖ тошкўмир ёниш иссиқлигидан 2021 йил 8 февралдаги № 920 ва 921-сонли, ҳамда Бухоро нефтни қайта ишлаш заводининг 2021 йил 4 январдаги № 26-62/12-сонли далолатномалари. Тажиба ва ярим саноат қурилмаси ёрдамида биоорганик боғловчилар асосида кўмир брикети ишлаб чиқариш технологияси “Ғалаба”, “Ҳайдар Аҳмад” фермер хўжалиги, ҳамда “Best Coal Bukhara Service” МЧЖда тадбиқ этилди, (“AZIYA FRUITS GARDEN” маъсулияти чекланган жамияти қўшма корхонасининг 2021 йил 16 декабрдаги №46 маълумотномаси).

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019. Т.101.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ БУХАРСКОМ ИНЖЕНЕРНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**КОБИЛОВ ХАСАН ХАЛИЛОВИЧ**

**СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА УГОЛЬНЫХ  
БРИКЕТОВ С ВЫСОКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ**

**02.00.16 - Процессы и аппараты химических технологий и пищевых  
производств**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО  
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Бухара - 2022**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером В2020.23. PhD/T1534.

Диссертационная работа выполнена в Бухарском инженерно-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)), размещён на веб-странице института ([www.bmti.uz](http://www.bmti.uz)) и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

Научный руководитель:

Абдурахмонов Олим Рустамович  
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Долаев Қўчқор Одилевич  
доктор технических наук, профессор

Гафуров Карим Ҳакимович  
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация:

Навөийский государственный горный институт

Защита диссертации состоится «3» февраля 2022 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании научного совета PhD.03/30.12.2019. Т.101.01 при Бухарском инженерно-технологическом институте (Адресу: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, дом-15. Тел.: (99865) 223-78-84; факс: (99865) 223-78-84; e-mail: [bmti\\_info@edu.uz](mailto:bmti_info@edu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Бухарского инженерно-технологического института (зарегистрировано под № 358). (Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К.Муртазаева, дом-15. Тел.: (99865) 223-78-84).

Автореферат диссертации разослан «16» января 2022 года.  
(реестр протокола рассылки № 2 от «17» январь 2022 года).



И.Р. Баракаев  
Председатель научного совета по присуждению  
ученой степени, д.т.н., профессор

Р.Р. Хайитов  
Учредитель секретарь научного совета по  
присуждению ученой степени, д.т.н., ст.науч.сот.

Ш.М. Ходжиев  
Председатель научного семинара при научном  
совете по присуждению ученой степени,  
к.т.н., доцент

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** Сегодня во всем мире отмечаются высокие темпы роста предприятий по производству топлива. Нефтегазовая и угольная промышленность – одна из ведущих отраслей по производству топливных продуктов. В настоящее время для производства угольных брикетов в качестве топлива используются аппараты сложной конструкции, с высоким энергопотреблением. Соответственно, внедрение нетрадиционных методов, современной техники и технологий производства угольных брикетов с высокой теплотой горения, необходимых для социальной и коммунальной сферы, имеет важное значение.

Для стремительного развития производства топлива в мире ведутся научные работы по совершенствованию переработки углеводородного сырья, созданию современного оборудования и технологий. В связи с этим особое внимание уделяется изучению компонентов угля, разработке современных высокоэффективных методов и технологий производства высокопрочных брикетов на основе мелкой фракции угля, необходимых для систем отопления в социальной и коммунальной сферах.

В последние годы из-за дефицита природного газа в стране для обеспечения потребности населения в каменном угле уделяется внимание производству на основе мелких фракций угля брикетов с высокой теплотой горения. Производство, на основе использования инновационных технологий, угольных брикетов высокой механической прочности с применением биоорганических связующих является одна из важных задач. В программе по дальнейшему развитию и модернизации угольной промышленности Республики Узбекистан на 2017-2021 годы приведены следующие важнейшие задачи для отрасли “...с учетом прогнозируемого будущего спроса на отрасли экономики, социальную сферу и потребности населения на 2017-2021 годы, развитие более стабильных и сбалансированных предприятий угольной промышленности, реализация приоритетных инвестиционных проектов, обеспечение охраны окружающей среды при добыче и поставках угля и угольной продукции, разработка современных технологий и оборудования для определения качества, также определены функции по удовлетворению потребности населения в твердом топливе и спроса на его качество”. Соответственно, внедрение технологий производства брикетов с высокой теплотой горения на основе мелкой фракции угля с применением биосвязывающих материалов имеет важное научно-практическое значение.

Результаты диссертационного исследования в определенной степени способствуют реализации задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. № УП-4947 «О стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан»<sup>2</sup>, Указе Президента

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан 2017 года 7 февраля УП-4947 - О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан.

Республики Узбекистан от 3 октября 2018 г. № УП-3956 «О дополнительных мерах по совершенствованию государственного управления в сфере экологии и охраны окружающей среды», а также в других нормативных актах, связанных с этой деятельностью.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данная научно-исследовательская работа соответственно приоритетным направлениям организации промышленного производства науки и технологий Республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

**Степень изученности проблемы.** Научные исследования, направленные на повышение энергоэффективности угля за счет переработки угольного сырья и создания современной техники и технологий, выполняются ведущими исследовательскими центрами и вузами по всему миру, включая Technical University of Daniya, Kyote University (Japan), University of Montreal (Canada), Санкт-Петербургским государственным технологическим институтом, Институтом химии и химической технологии (Красноярск, Россия) и Бухарским инженерно-технологическим институтом.

В результате мировых исследований по разработке и совершенствованию устройств для отделения мелкозернистых частиц угля, образующихся при добыче и транспортировке угля, был получен ряд научных результатов. В частности, при обогащении угольного сырья применялись методы флотации для отделения содержащихся в нем полезных ископаемых (Санкт-Петербургский государственный технологический институт, Россия); усовершенствована технология получения высококачественных фракций угля методом магнитного обогащения угля (Украина); усовершенствованы и были внедрены в производство устройства для фракционирования сырого угля гравитационным способом, разработаны способы сухого (пневматического) обогащения ультратонких фракций угля и созданы конструкции разделения угольных фракций с энергогенерирующими свойствами (США, Россия).

Вопросами разработки теоретических и практических основ технологии переработки угля, производства брикетов на основе фракционированного угольного сырья и повышению его энергоэффективности занимались и проводили исследования А.И. Исманжанов, А.В. Рассказова, Л.А. Николаева, Ш.Дж. Курманкулов, А.Т. Елишевич, М.П. Валарович, Н.И. Гамаюнов, О.А. Цепляков, М.И. Бычев, В.Н. Кононов, Г.И. Петрова и др.

Однако в ходе применения угольных брикетов, содержащих биоорганические связывающие, важно проводить исследования, направленные на создание технологий производства соединений с высокой механической прочностью, не оказывающих отрицательного воздействия на окружающую среду.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационная работа выполнена в рамках грантового проекта Министерства инновационного развития Республики Узбекистан И-

ОТ-2017-5-5 – “Создание технологии производства угольных брикетов с высокой энергетической эффективностью и экологическими показателями”.

**Цель исследования** является усовершенствование процесса и аппарата производства высокопрочных и экологически чистых угольных брикетов с использованием тонкой фракции угля и эффективных биоорганических связывающих.

**Задачи исследования:**

исследование процесса дробления кусков угля разной крупности, а также сепарации угля по геометрическому размеру мелкой угольной фракции;

идентификация эффективных биосвязующих, обеспечивающих взаимное сцепление частиц угля;

изучение влияния биосвязующих на повышение уровня механической прочности угольных соединений;

определение геометрических размеров угольной фракции, обеспечивающих высокую прочность на основе биоорганических связующих;

разработка математической модели, описывающей механическую прочность брикетов;

исследование получения однородной пластичной массы при приготовлении брикетного сырья и создание энергосберегающего устройства;

изучение зависимости прочности угольных брикетов от продолжительности расстойки пластической массы в технологической системе;

исследование теплоты горения угольных брикетов.

**Объектом исследования;** является процесс и аппараты производства угольных брикетов из мелкой фракции угля, на основе биоорганических связующих.

**Предмет исследования;** является технологическая система производства угольных брикетов из мелкой фракции угля, механическая прочность брикетов и математическое моделирование процесса прессования.

**Методы исследования;** в исследовании использованы стандартные методы определения физико-химических свойств угля и его брикетов, механической прочности, энергоэффективности и математического моделирования.

**Научная новизна исследования;**

научно и практически обоснована технология получения высокопрочных угольных брикетов на основе мелких фракций угля и биоорганических связывающих, образующихся в месторождениях сырья и в процессе переработки угля;

обоснована закономерность изменения теплоты горения угольных брикетов, полученных на основе мелкой фракции угля и биоорганических связующих;

обоснована закономерность прочности брикета в зависимости от толщины образца и продолжительности его растойки;

установлены закономерности изменения прочности угольных брикетов из угля месторождений Ангрэн, Бойсун, Шаргун в зависимости от давления сжатия концентрации связующего и раствора крахмала;

установлена закономерность изменения теплоты горения угольных брикетов от концентрации биоорганических связывающих;

разработана математическая модель для исследования влияния прессования на плотность и относительную пористость угольных брикетов;

разработана энергоэффективная технологическая линия производства угольно брикета на основе биоорганических связывающих.

**Практические результаты исследований** заключаются в следующем: разработана технология производства угольных брикетов на основе биоорганических связующих с высокой теплотой горения, механическими и экологическими показателями. Определен фракционный состав угольных мелочи, а также количество биосвязующих в полученных угольных брикетах. Разработано энергоэффективное расстойное устройство, используемое в технологической схеме.

**Достоверность результатов исследований** основана на использовании современных методов и средств измерений, применении механических и математических статистических методов при теоретическом обосновании основных параметров, влияющих на технологию производства брикетов, соответствия экспериментальных результатов теоретическим результатам исследований, разработанной на основе положительных результатов экспериментальных испытаний технологии и устройства и их внедрения на практике.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследований заключается в том, что изучены процессы и аппараты для производства угольных брикетов на основе биоорганических связующих с высокой теплотой горения, проведено математическое моделирование.

Практическая значимость результатов исследования – разработан энергоэффективный аппарат расстойки пластичной массы, используемый в технологической схеме брикетирования угля, на основе эффективного использования местных ресурсов создана технология производства угольных брикетов с улучшенными механическими, тепловыми и экологическими показателями.

технологии производства высококачественных угольных брикетов с высокой механической, экологической и теплотой горения.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов, полученных по производству угольных брикетов с высокой энергоэффективностью и экологическими показателями, основной состав которых состоит из мелких фракций угля:

технология производства угольных брикетов на основе мелкой фракции угля, обогащенных биосвязывающими, внедрена в фермерском хозяйстве

«Хайдар Ахмад» Бухарского района Бухарской области и в ООО «Best Coal Bukhara Service» (Справка совместного предприятия «(“AZIYA FRUITS GARDEN” № 46 от 16 декабря 2021 года). В результате удалось снизить влажность в составе угольных брикетов до 8,8%, содержание серы по ГОСТ 8606-2015 до 0,6%, а теплота горения брикета повышена на 5090÷7020 Ккал/кг;

технология производства угольных брикетов из отходов (шламов) нефтяных остатков внедрена в теплицах фермерского хозяйства «Хайдар Ахмад» Бухарского района (Справка совместного предприятия «(“AZIYA FRUITS GARDEN” № 46 от 16 декабря 2021 года). В результате увеличилась теплота горения брикета на 7954,9 Ккал/кг, уменьшилось в угольных брикетах золообразование на 8,2 %, содержание серы на 0,9 %.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 7 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 23 научных работ, 1 сертификат для программного обеспечения Агентства интеллектуальной собственности РУз (DGU12459), 1 монография, в том числе 7 статей в научных изданиях, рекомендованных ВАК Республики Узбекистана для публикации основных научных результатов докторских диссертации - 4 в зарубежных и 3 в отечественных научных журналах (в том числе 1 в базе данных SCOPUS).

**Структура и объем диссертации.** В состав диссертации входят введение, четырех главы, заключение, список использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 123 листов.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснована актуальность и необходимость исследования, описываются цели и задачи, объекты и предметы исследования, его соответствие приоритетам развития науки и технологий Республики Узбекистан, описывается научная новизна, раскрывается научная и практическая значимость результатов, приведена информация о представленных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние производства твердотопливных брикетов на основе биосвязывающих**» описаны исследовательские работы, проводимые отечественными и зарубежными учеными.

Теория измельчения была выдвинута известным ученым в области физико-химической механики, академиком П. А. Ребиндером и основывалась на том, что сила, действующая при раздавливании тела, равна сумме работы, проделанной для изменения формы тела и создания новых поверхностей:

$$A = \sigma \cdot \Delta F + K \Delta V \quad (1)$$

где:  $\sigma$  - коэффициент пропорциональности.

Процесс измельчения используется для получения мелкой фракции угля определенного геометрического размера, процесс смешивания используется для образования гомогенной системы на основе угольной фракции и связующих, а процесс прессования используется для получения брикета определенного размера.

Производительность работы пресса определяется частотой вращения шнекового вала и числом матриц. При прессовании сырья происходит движение частиц сырья по всему объему, зазоры между ними уменьшаются и степень пористости уменьшается.

Увеличение массовой плотности представлено коэффициентом сжатия:

$$\beta = ((B_1 - B_2) / B_1) \cdot 100 \quad (2)$$

где  $B_1$  - объем брикетируемой массы перед прессованием;  $B_2$  - объем брикетной массы после прессования.

Максимальное значение коэффициента удельного сжатия брикетной массы  $\beta$  определяется выдержкой этой массы под высоким давлением в течение длительного времени и под многократным сжатием.

Важным фактором при производстве высокопрочных брикетов является баланс между давлением, создаваемым при прессовании, и степенью сжатия массы. При анализе этого вопроса идеальный закон давления предложен Д.С. Новиковым.

$$\beta' = \beta'_0 - \psi \cdot \ln(P/p_0), \quad (3)$$

где  $\beta$  - коэффициент сжатия в количестве, равном отношению объема прессованного сырья к объему образовавшейся твердой фазы;  $\beta'_0$  - аналогично давление в исходном продукте при  $p_0$ ;  $\psi$  - модуль сжатия, образующийся при известном диапазоне давлений, и коэффициент, характеризующий структурные и механические свойства прессуемого материала.

Производительность шнекового пресса:

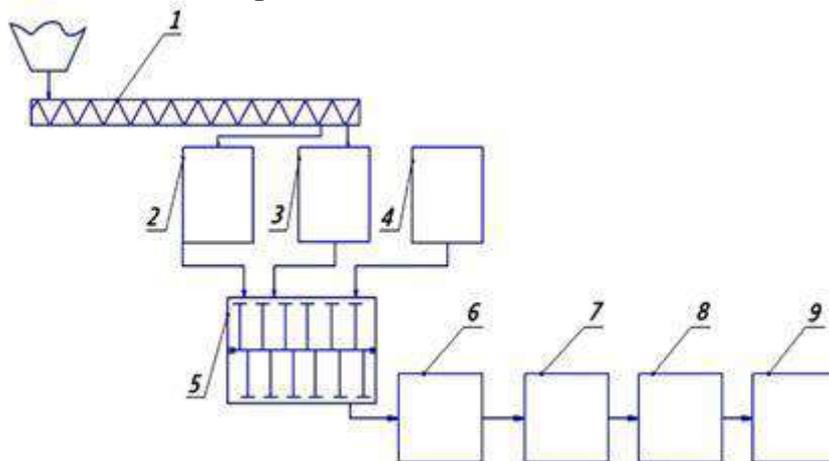
$$m = \pi D^2 / 4 \cdot (S \cdot n / 60) \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (4)$$

где  $D$  - диаметр барабана шнека, м;  $n$  - частота вращения вала, об/мин;  $\rho$  - плотность поступающей брикетируемой массы кг/м<sup>3</sup>;  $\varphi$  - коэффициент заполнения между стенки барабана и шнека вала.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Научные основы и методы производства угольных брикетов**», по результатам исследований описана технология производства угольных брикетов с высокими механическими и экологическими показателями. Сущность разработанного способа производства угольного брикет, смешения и измельчения угольной фракции и компонентов вяжущего. В процесс смешивания сухие компоненты

брикета подаются в соотношении 80:20 и интенсивно перемешиваются с жидким связующим, и помещается в аппарат расстойки. В качестве жидкого связующего используется водный раствор рисового крахмала. В результате расстойки в пластичной масса происходят адгезионные процессы, а также биохимические реакции. Проникновения жидкого связывающего в поверхностные слои частиц угля способствует повышению механической прочность готового изделия. После расстойки готовая масса отправляется на формовку и сушку.

Технологическая схема приготовления угольных брикетов с высокой механической прочностью представлена на рисунке 1. Сырье измельчается с помощью измельчителя 1. Дробленая угольная фракция собирается в специальном бункере 2. В бункере 3 биогумус собирается в измельченном виде. Водный раствор крахмала хранится в емкости 4. Процесс перемешивания продолжается до тех пор, пока добавки в брикете не соединятся с образованием однородной пастообразной массы. Для ускорения процесса адгезии по всему объему массы сырье-полуфабрикат для брикета перемещается расстойный шкаф 6.



**Рис. 1. Принципиальная технологическая схема производства угольных брикетов на основе биоорганических связующих:**

- 1 - измельчитель; 2 - бункер для мелкой угольной фракции;  
 3 - бункер для связывающего биокомпонента; 4 - емкость для жидкого связующего; 5 - смеситель; 6 – расстойный шкаф; 7 - формовочная машина;  
 8 - сушильная камера; 9 - склад.

Угольные брикеты из биомассы на основе мелкой фракции угля и биосвязывающих формуется в машине 7 и отправляются в сушильную камеру 8. Чтобы сохранить форму угольных брикетов и обеспечить требуемую влажность брикеты отправляются на склад 9, оснащенный спецтехникой. Образцы угольных брикетов, полученных в лабораторных условиях представлены на рисунке 2.



**Рис. 2. Угольные брикеты на основе биоорганических связывающих**

На основании анализа количества мелкой фракции в угле установлено, что доля фракций размером до 1,25 мм составляет 60 %, размером 1,25-2,5 мм – 30 %, размером 2,5-6 мм – 10 %.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Моделирование процесса прессования брикетной массы в прессовом устройстве**», системный анализ технологии производства угольного брикета, исследованы процессы и аппараты для получения брикетов на основе мелкодисперсных фракций угля и биосвязывающих компонентов. Проведен анализ процессов, протекающих в аппарате для прессования при производстве угольных брикетов.

Иерархическая структура процесса получения угольных брикетов была разработана на основе исследования математической модели давления, прикладываемого к сырью. Сырье для брикетов находится под давлением в аппарате прессования между шнеком и корпусом аппарата. Энергия, подводимая к устройству, используется для сжатия сырья, т.е. связана с изменением значения коэффициента сжатия. В свою очередь, затраченная энергия приводит к сжатию материала, что в конечном итоге увеличивает прочность полученного брикета. Во время прессования происходит уменьшение доли пор между частицами угольной массы. Уравнение изменения доли пор в объеме брикетного материала выражается следующим образом:

$$\frac{dV_1}{d\tau} = k \cdot V \cdot X_1 \quad (5)$$

здесь масса объема угольного сырья зависит от остаточной доли пор  $X_1$  в материале и степени сжатия объема материала “ $k$ ”. С учетом этого соотношения (5) уравнение изменения объема материала по времени в прессовом устройстве выражается следующим образом:

$$\frac{dV}{d\tau} = (G_0 \cdot X_0 - G \cdot X - k \cdot V \cdot X) \quad (6)$$

здесь,  $G_0$  – расход брикетируемой массы, поступающих в аппарат,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$G$  – расход брикетируемой массы на выходе из аппарата,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$X_0$  – доля пор в исходной массе, %;

$X$  - доля пор в брикете, выходящем из аппарата, %.

Объем сырья, поступающего в рабочую зону прессовой машины ( $V$ ) можно записать по следующему уравнению, в виде умножения объема ( $V_0$ ) материала на долю пор в брикете на выходе из аппарата ( $1-X$ ):

$$V = V_0 \cdot (1 - X) \quad (7)$$

Выражая уравнение (6) концентрацией пор в готовом продукте, получаем следующее уравнение:

$$\frac{dX}{d\tau} = \frac{1}{m_0} (G_0 \cdot X_0 - G \cdot X - k \cdot V \cdot X) \quad (8)$$

Выразим объем сухого материала следующим уравнением:

$$V_c = V_0 \cdot (1 - X_0) \quad (9)$$

Учитывая, что массовый расход продукта в начальной и конечной точках установки одинаков, уравнение выражаем следующим образом

$$G_0 \cdot (1 - X_0) = G \cdot (1 - X) \quad (10)$$

тогда уравнение объемного расхода материала на выходе из аппарата имеет следующий вид:

$$G = G_0 \frac{1-X_0}{1-X} \quad (11)$$

или уравнение объемного расхода материала в начальной точке процесса:

$$G_0 = G \frac{1-X}{1-X_0} \quad (12)$$

Учитывая уравнения (9-12), уравнение (8) имеет следующий вид:

$$\frac{dX}{d\tau} = \frac{1}{m_0} \left( G_0 \left( X_0 - \frac{(1-X_0)}{1-X} X \right) - k \cdot V \cdot X \right) \quad (13)$$

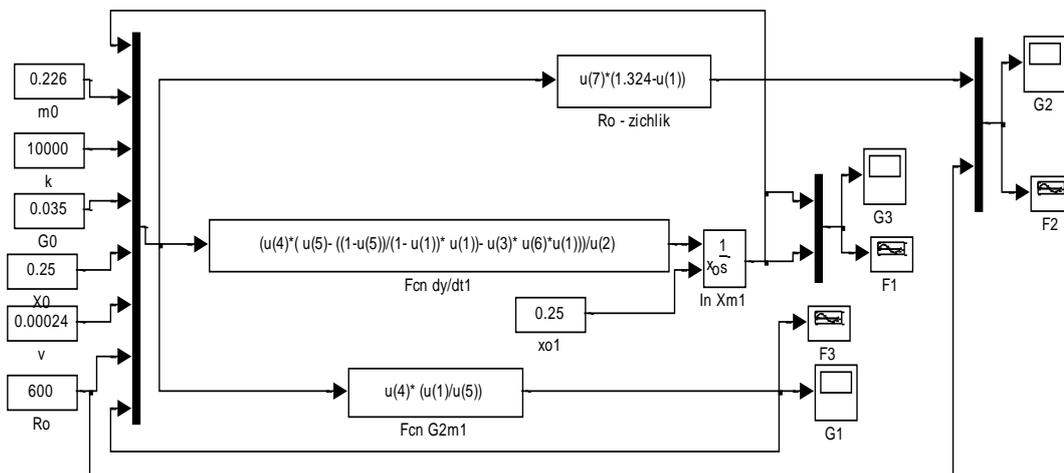
В результате математическую модель процесса прессования угольных брикетов выразим с помощью следующей системы уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dX}{d\tau} = \frac{1}{m_0} (G_0 (X_0 - X) - k \cdot V \cdot X) \\ G = G_0 \frac{1-X_0}{1-X} \\ G_m = G_0 \frac{X_0 - X}{1-X} \\ k = f(N, d, l, S, G_m, G_{cm} \dots) \end{array} \right. \quad (14)$$

Выразим уравнение материального баланса, разработанное для процесса прессования угольных брикетов на основе программы MATLAB, следующим образом:

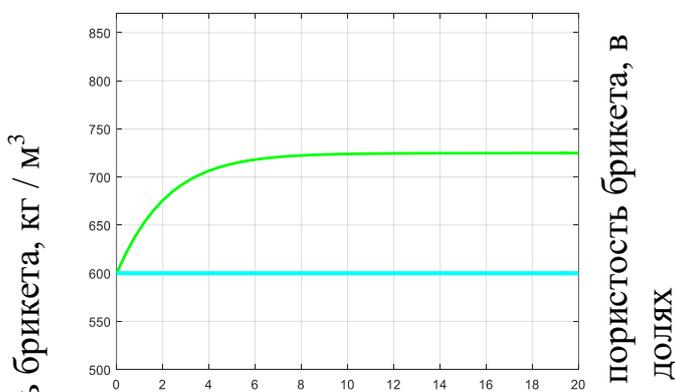
$$(u(4) \cdot (u(5) - ((1 - u(5)) / (1 - u(1)) \cdot u(1))) - u(3) \cdot u(1)) / u(2) \quad (15)$$

Компьютерная модель процесса прессования угольного брикетного сырья согласно уравнению (15) имеет следующий вид:



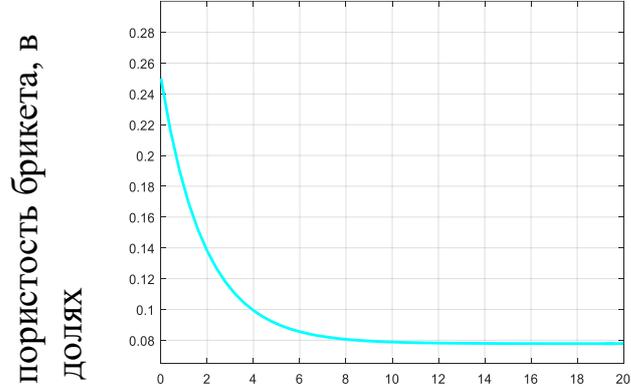
**Рис. 4. Компьютерная модель процесса прессования.**

При исследовании плотности брикета и его относительной пористости результаты, полученные при коэффициенте сжатия  $10000 \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot \text{с}$ , показаны на рисунках 5 и 6.



Продолжительность  
прессования,  $\tau \cdot 20$  мин.

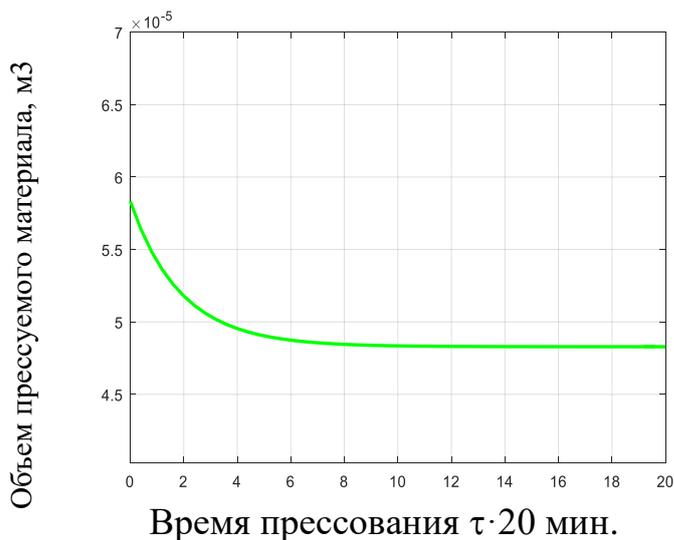
**Рис. 5. Изменение продолжительности прессования в прессовом аппарате.**



Время прессования  $\tau \cdot 20$  мин.

**Рис. 6. Изменение относительной пористости брикета за время прессования.**

На рис. 5 видно, что плотность брикета в процессе прессования увеличивается с  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$  до  $725 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Также можно заметить, что снижение относительной пористости материала во время прессования уменьшилось с 26% до 8% (рис. 6).

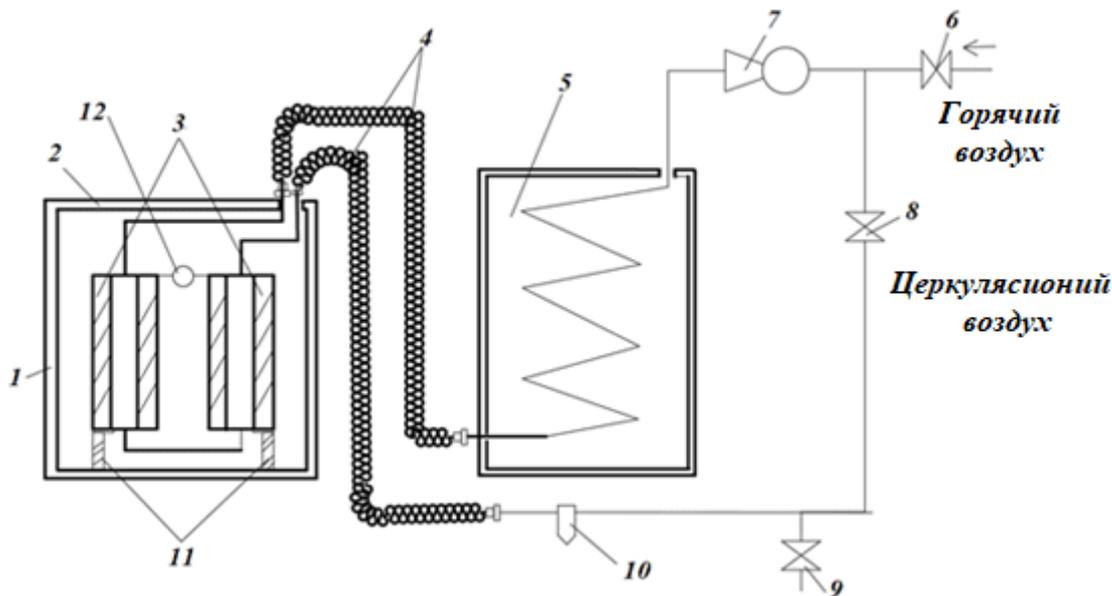


**Рис. 7. Изменение объема брикета с течением времени в процессе прессования.**

Следовательно, при коэффициенте сжатия  $k=10000$  г/м<sup>3</sup>·с, можно наблюдать, снижение расхода брикетируемой массы (за счет прессования) с  $5,88 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>/с до  $4,88 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>/с (рис.7). Результаты, полученные на основе математического моделирования, показывают, что, поддерживая стабильный режим работы системы прессования угольных брикетов, обеспечивается равномерный объемный расход готовой продукции. То есть во время процесса прессования объемный расход продукта уменьшается в

конечной точке устройства относительно начальной точки, а затем принимает тот же размер.

Исследования показали, что перенос пластической массы, приготовленной для угольных брикетов на основе биоорганических связующих, на расстойку дает положительные результаты. Это основано на сцеплении составляющих массы. В этом контексте в данной исследовательской работе были проанализированы устройство и процесс расстойки. Было разработано устройство расстойки, показанное на рисунке 8.



**Рис. 8. Схема устройства для расстойки массы угольных брикетов.**  
 1 - нагреватель, 2 - крышка, 3 - устройство теплопередачи, 4 - труба для перемещения теплоносителя, 5 - осушитель, 6 - горячий воздух, 7 - вентилятор, 8,9 - вентиль, 10 - сборник конденсата, 11,12 - основание.

В четвертой главе диссертации «**Лабораторные исследования показателей качества брикетов**» представлены экспериментальные результаты процесса производства угольных брикетов. Параметрами, влияющими на уровень прочности угольных брикетов, являются. Прочность брикета, продолжительность расстойки, толщина брикета, давление прессования, концентрация раствора крахмала и биосвязывающего в брикетной массе.

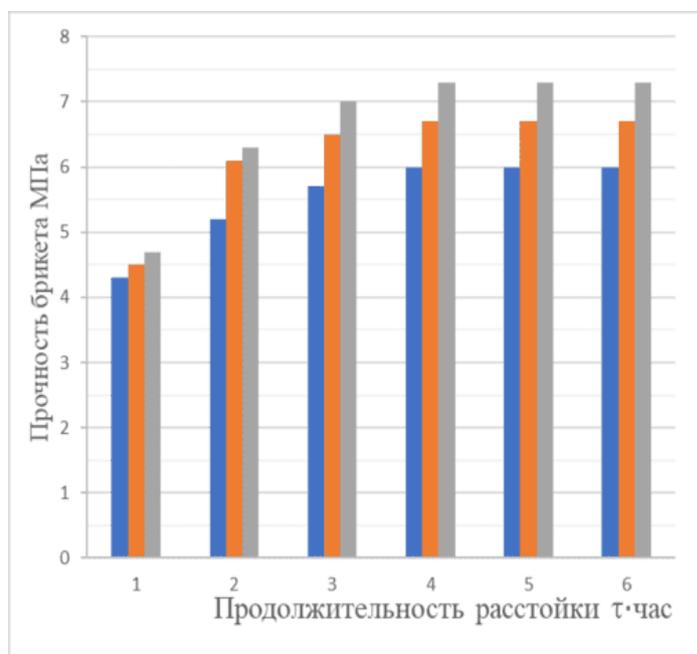
Изучено влияние этих параметров на прочность разработанных угольных брикетов и изучено соответствие полученных угольных брикетов требованиям ТУ 5322-001-13353119-2005.

Удельный вес разработанного угольного брикета выражается следующим образом:

$$\rho_{\text{сол}} = M/V, \text{ кг/м}^3 \quad (16)$$

где  $M$  - масса образца брикета (полученное среднее значение), кг;  $V$  - объем образца, м<sup>3</sup>.

Проведены эксперименты по приготовлению пластичной массы брикетов на основе мелкой фракции угля и раствора крахмала 2%, 4%, 6%. Приготовленная пластичная масса подвергалась расстойке до 6 часов, проведены лабораторные испытания на прочность образцов брикетной массы. Результаты исследования прочности образцов систематизированы на рисунке 9.



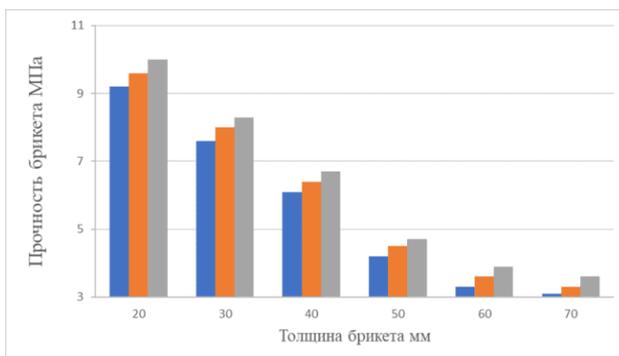
**Рис. 9. Изменение прочности брикета от продолжительности расстойки**

Из графика видно, что продолжительность расстойки положительно влияет на уровень прочности брикета. Средняя прочность подвергнутой расстойке один час массы составляет 4,5 МПа, прочность брикетов из массы подвергнутой расстойке 3 часа - 6,8 МПа. Однако эксперименты показали, что оптимальное время расстойки составляет 3 часа. Увеличение продолжительности расстойки более 3 ч не привело к резким изменениям прочности.

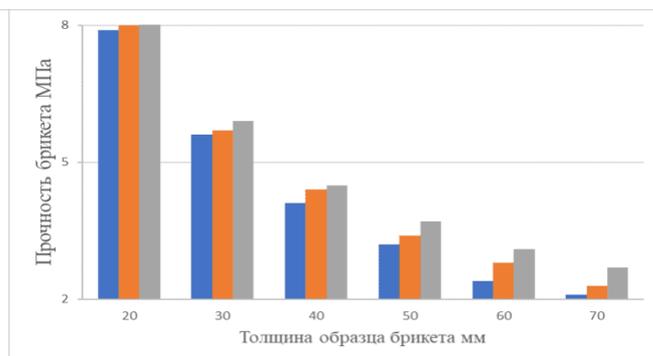
Степень прочности угольных брикетов по толщине ( $\delta$ ) определялась экспериментально.

Прочность образцов брикетов, полученных прессованием толщиной от 20 до 70 мм, определяли на лабораторном приборе «GUNT» (Германия). Результаты показывают, что увеличение толщины брикета приводит к

снижению степени прочности. Например, образец толщиной 20 мм имеет прочность 9-10 МПа, а образец толщиной 50 мм имеет прочность 4-4,8 МПа. Было обнаружено, что степень прочности снижалась с увеличением толщины образца (рисунки 10, 11).

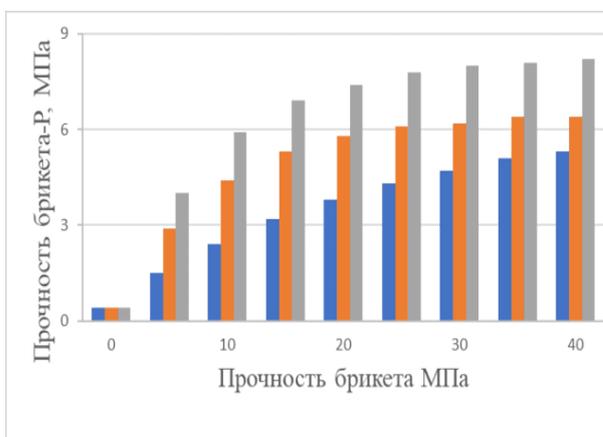


**Рис. 10. Зависимость прочности брикета с различным содержанием крахмала, от толщины брикета**

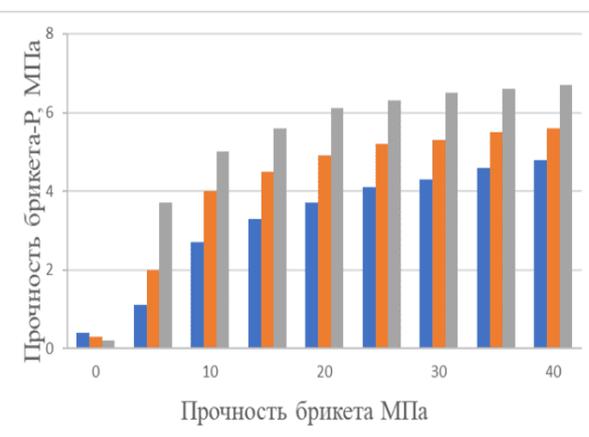


**Рис. 11. Зависимость прочности брикета с различным содержанием биосвязывающего, от толщины брикета**

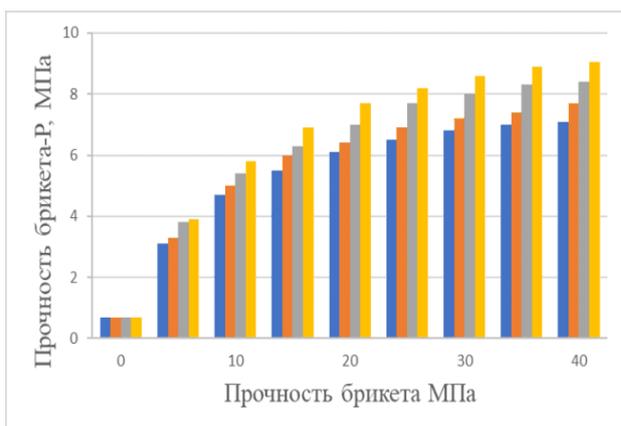
Проведены лабораторные исследования прочности брикетов в зависимости от физико-химических свойств сырья угольных месторождений, концентрации добавок при приготовлении брикетной массы. Результаты экспериментов на прочность брикетов, полученных при различных давлениях из мелкой фракции угля угольных месторождений Ангрэн, Байсун и Шаргун, 2 % раствора крахмала и ■ -2%, ■ -4%, ■ -6% биомассы, представлены на рис. 12,13,14.



**Рис. 12. Зависимость прочности брикета, полученного на основе связывающих различной концентрации, от давления сжатия (на примере Ангрэнского угля)**



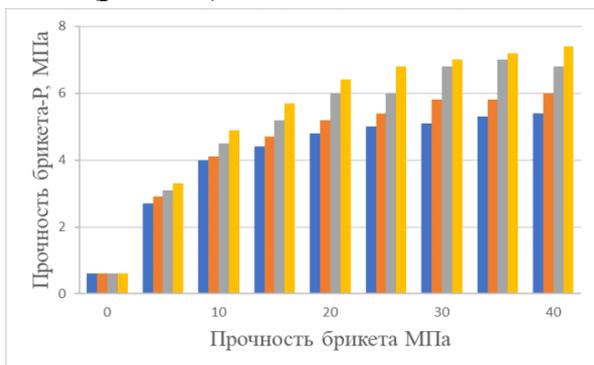
**Рис. 13. Зависимость прочности брикета, полученного на основе связывающих различной концентрации, от давления сжатия (на примере Байсунского угля)**



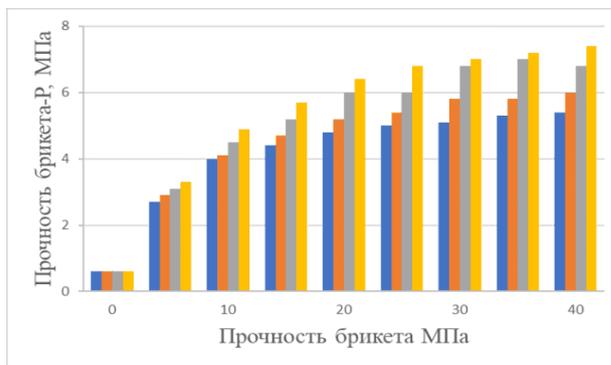
**Рис 14. Зависимость прочности брикета, полученного на основе связывающих различной концентрации, от давления сжатия (на примере Шаргун угля)**

Такие показателя, как прочности и количество теплоты горения брикетов является одними из основных факторов. На основе исследований обоснован эффективный способ приготовления угольного брикетного механизма, отвечающий этим требованиям, исследовано влияние количества связующих на прочность и теплоты сгорания брикета. На рисунках 15,16, 17 представлены результаты исследований, характеризующих прочность и теплоту горения угольных брикетов, изготовленных на основе 1%, 2%, 4%, 6% раствора крахмала.

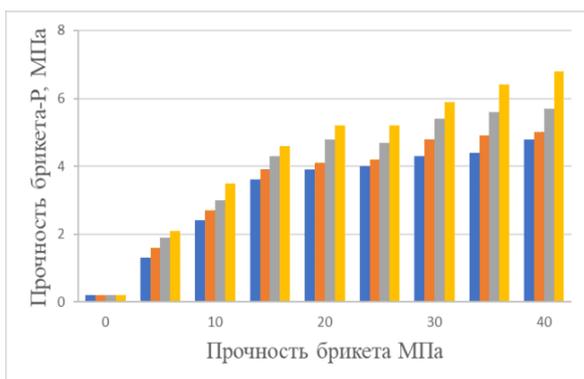
По данным испытательной лаборатории АО «Узбекуголь», средняя теплота горения угля месторождения Ангрэн составляет 4920 ккал/кг. По результатам диссертационного исследования показано, что теплота горения угольных брикетов, полученных в лаборатории, составляет 5090-7020 ккал/кг, что показывает повышение теплоты горения брикета на 170-2100 ккал (рис. 18).



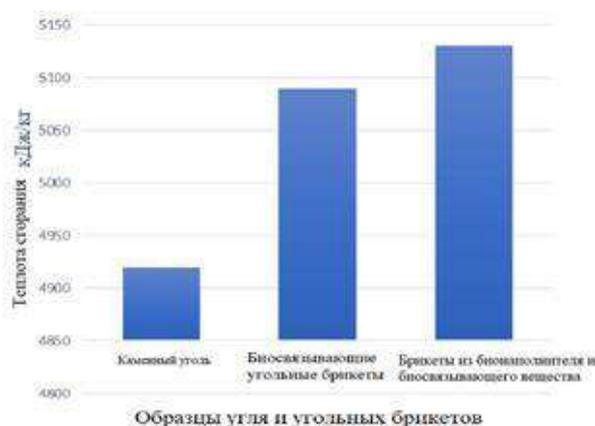
**Рис. 15. Зависимость прочности брикета, с различным содержанием крахмала, от давления прессования (на примере Ангрэнского угля)**



**Рис. 16. Зависимость прочности брикета, с различным содержанием крахмала, от давления прессования (на примере Байсунского угля)**



**Рис. 17. Зависимость прочности брикета, с различным содержанием крахмала, от давления прессования (на примере Шаргунского угля)**



**Рис. 18. Сравнение теплоты горения угля и угольных брикетов**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам научных исследований по разработке технологии производства энергоэффективного и экологически чистого угольного брикета определены:

1. В результате изучения процесса измельчения угля различных размеров, а также сепарации мелких фракций угля по геометрическим размерам, с учетом консистенции брикета, было установлено, что молотковые измельчители и многослойные просеивающие устройства для сортировки обладают высокой эффективностью;

2. Технологическая система производства брикетов, основанная на использовании раствора биогумуса и рисового крахмала в качестве эффективных биосвязывающих, обеспечивающих эффективное взаимодействие частиц угля и механическая прочность угольных брикетов, полученных за счет увеличения концентрации раствора крахмала на 2 %, 4 %, 6 %, увеличивается в 1,3-1,5 раза, а за счет увеличения давления прессования от 5 МПа до 40 МПа достигается повышение с 2,8 МПа до 6,4 МПа;

3. В результате экспериментального исследования размеров угольной мелочи, обеспечивающего высокую прочность, определены, что фракция угля размером до 1,25 мм составляет 60 %, фракция 1,25-2,5 мм составляет 30%, и фракция 2,5-6 мм составляет 10%.

4. В математической модели, разработанной для характеристики механической прочности брикетов, результаты исследования показали, что в результате прессования пластическая масса брикета увеличилась с 600 кг/м<sup>3</sup> до 725 кг/м<sup>3</sup>, а относительная пористость брикетов снизилась с 26% до 8%;

5. В результате исследования получения однородной пластичной массы при приготовлении сырья для угольных брикетов разработана конструкция энергоэффективного расстойного аппарата, основанного на использовании вторичного теплового потока из камеры сушки брикетов. Установлено, что

при увеличении продолжительности расстойки пластичной массы с 1 часа до 6 часов прочность брикета увеличивается в среднем с 4,3 МПа до 6,8 МПа. Однако было определено, что увеличение продолжительности расстойки более чем 3 часов не приводит к резкому изменению прочности брикета;

6. Теплота горения угольных брикетов, полученных по результатам диссертационного исследования, составляет 5090-7020 ккал/кг (теплота горения угля 4980 ккал/кг), то есть достигается повышение теплоты горения на 170-2100 ккал, Акты АО «Узбекуголь» №920 и №921 от 8 февраля 2021 года и Бухарского НПЗ № 26-62 / 12 от 4 января 2021 года. Технология производства угольных брикетов с применением экспериментального и полупромышленного оборудования на основе биоорганических связывающих внедрена в фермерском хозяйстве «Галаба», Хайдар Ахмад и ООО «Best Coal Bukhara Service». (Справка совместного предприятия «(“AZIYA FRUITS GARDEN” № 46 от 16 декабря 2021 года).

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/30.12.2019. T.101.01 ON AWARDING  
SCIENTIFIC DEGREES AT BUKHARA ENGINEERING -  
TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

---

**BUKHARA ENGINEERING - TECHNOLOGY INSTITUTE**

**KOBILOV KHASAN XALILOVICH**

**CREATION OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF COAL  
BRIQUETTES WITH HIGH ENERGY EFFICIENCY AND  
ENVIRONMENTAL INDICATORS**

**02.00.16 – Processes and apparatus of chemical technologies and food production**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
ON THE TECHNICAL SCIENCES**

**Bukhara - 2022**

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.23. PhD/T1534.

The doctoral dissertation has been prepared at the Bukhara Engineering – Technological Institute. The dissertation author's abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the website of the Institute (www.bmti.uz) and the information and educational portal «ZiyoNet» (www.ziynet.uz)

Scientific supervisor:

**Abdurakhmonov Olim Rustamovich**  
doctor of technical science, professor,

Official opponents:

**Dodaev Qo'chqor Odilovich**  
doctor of technical sciences, professor.

**Gafurov Karim Hakimovich**  
candidate of technical sciences,  
associate dosent

Leading organization:

Navoi State Mining Institute

The defence will take place « 3 » February, 2022 in 14<sup>00</sup> hours at the meeting of the Scientific council PhD.03/30.12.2019. T.101.01 at the Bukhara Engineering-Technological Institute. (Address: 15, K. Murtazaev street, 200117, Bukhara, Uzbekistan. Phone (+99865) 223-78-84; fax: (99865) 223-78-84; e-mail: bmti\_info@edu.uz.

The doctoral dissertation is available at the Information-Resource Center of the Bukhara Engineering -Technological Institute. (registration number № 358) (Address: 15, K. Murtazaev street, 200117, Bukhara, Uzbekistan. Phone (99865) 223-78-84).

The abstract of the dissertation is distributed on « 18 » January, 2022.  
Protocol of the distribution № 2 from « 17 » January, 2022.



**N.R. Barakaev**

Chairman of the Scientific Council of Bukhara Engineering-Technological Institute for awarding of the scientific degree, Doctor of Technical Sciences, professor

**R.R. Khayitov**

Scientific Secretary of the Scientific Council for awarding the scientific degree, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

**Sh.M. Khodjiev**

Chairman of the Scientific Seminar under Scientific Council for awarding the scientific degree, of technical sciences, associate professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the research** work improving the process and apparatus for the production of high-strength and environmentally friendly coal briquettes using a fine fraction of coal and effective bioorganic binders.

**The object of research** is the process and equipment for the production of coal briquettes based on bioorganic binders from the fine fraction of coal.

**The scientific novelty of the research is:**

The technology of obtaining coal briquettes with high mechanical strength on the basis of fine coal fractions and bioorganic binders formed in the raw material deposits and during the process of coal processing is scientifically and practically based;

studied the laws of change of combustion heat of coal briquettes obtained on the basis of coal fine fraction and bioorganic binders;

the laws of dependence of briquette strength on suffocation duration, briquette sample thickness was studied;

The laws of dependence of the strength of briquettes coal produced from coal of Angren, Boysun, Shargun deposits on the pressure of compression, the concentration of the binder and starch solution are determined;

the law of dependence of the heat of combustion of coal briquettes on the concentration of bioorganic additives was determined;

developed a mathematical model to study the effect of pressing on the density of coal briquettes and its relative porosity;

an energy-efficient technological system for obtaining coal compound based on bioorganic binders has been developed.

**Implementation of research results.** Based on scientific results obtained for the production of coal briquettes with high energy efficiency and environmental performance, the main composition of which consists of fine coal fractions:

the technology for the production of coal briquettes based on a fine fraction of coal enriched with bio-binders has been introduced in the Haydar Ahmad farm of the Bukhara district of the Bukhara region and in Best Coal Bukhara Service LLC (Certificate of the joint venture (“AZIYA FRUITS GARDEN” No. 46 dated December 16 2021). As a result, it was possible to reduce the humidity in the composition of coal briquettes to 8.8%, the sulfur content in accordance with GOST 8606-2015 to 0.6%, and the heat of combustion of the briquette was increased by 5090÷7020 Kcal/kg; the technology for the production of coal briquettes from waste (sludge) of oil residues was introduced in the greenhouses of the Haydar Ahmad farm in the Bukhara region (Certificate of the joint venture (“AZIYA FRUITS GARDEN” No. 46 dated December 16, 2021). As a result, the heat of combustion of the briquette increased by 7954 9 Kcal/kg, ash formation in coal briquettes decreased by 8.2%, sulfur content by 0.9%.

**The structure and scope of the dissertation.** The content of the dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 123 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST of PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Артиқов А.А., Джураев Х.Ф., Нарзиев М.С., Қобилов Ҳ.Х., Увайзов С.К. Брикет материаллини сиқиш жараёнини преслаш ускунасида ҳисоблаш дастури. Гувоҳнома № DGU 12459.

2. Бешимов Ю.С., Абдурахмонов О.Р., Нарзиев М.С., Қобилов Ҳ.Х. Бошокли донлар крахмали. Олиниши, хусусиятлари ва қўлланилиши. “Дурдона” нашриёти. Монография. Бухоро 2019.

3. Абдурахмонов О.Р., Увайзов С.К., Қобилов Х.Х., Жўраев Ж.М. Разработка системы автоматического управления температурой угольной массы в растойных шкафах. // “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий техникавий журнал. 2018. №3. С.112-116. (02.00.00; №14)

4. Абдурахмонов О.Р., Қобилов Х.Х. Разработка технологической линии производства угольного брикета с биосвязывающими компонентами и исследование фракционного состава угольной фракции Журнал – Развитие науки и технологий. // Бухарский инженерно-технологического институт. Бухара-2019. №5. С. 150-155 (02.00.00; №14)

5. Kobilov Kh.X., Abidov K.Z. Development of the installation device pressing the volume of briquetted material and computer modeling of the technological process call for papers novateur publication. // Journal NXA Multidisciplinary Peer Reviewed Journal. (2021). (01.00.00; (2) Journal Impakt Faktor)

6. Абдурахмонов О.Р., Қобилов Х.Х. Биоконпонентли кўмир брикетини ишлаб чиқарувчи технологик линияни лойиҳалаш ва кўмир фракциясининг таркибини ўрганиш. // “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий техникавий журнал. 2019. №5. С. 150-154 (02.00.00; №14)

7. Abdurakhmonov O.R., Qobilov Kh.X., Abidov K.Z. Creation of new technology of coal briquette manufacturing. // EPRA International Journal of Multidisciplinary research (IJMR) 01.11.2020. pp 390-393. (01.00.00; (23) Scientific Journal Impakt Faktor)

8. Artikov A.A., Narziev M.S., Kobilov Kh.X. To the question of modeling the process of compacting a briquetted material in a pressing plant. //Academia an International Multidisciplinary Research Journal. (01.00.00; (23) Scientific Journal Impakt Faktor)

9. Qobilov H.X., Abdurakhmonov O.R., Sharipova N.R., Adizova M.R. Development of the installation device pressing the volume of briquetted material and computer modeling of the technological process. // V International conference AGRITECH-2021: Agribusiness, environmental engineering and biotechnologies. Krasnoyarsk-Volgograd, Russia/T. Bukhara, Uzbekistan, June 16-19 2021. P.1-7 (3) Scopus.

## Ибӯлим

10. Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х., Муминов А.Р. Исследование основных параметров, влияющих на прочность угольного брикета. // “Илмий тадқиқот ва кадрлар таёрлаш тизимида инновацион ҳамкорликни ривожлантиришнинг муаммолари ва истокболлари” мавзусида халқаро илмий-амалий анжумани материаллари. Бухоро, 2017. 35-37 б.

11. Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х., Нарзиев М.С., Муминов А.Р. Технологические особенности производства угольного брикета. // “Илмий тадқиқот ва кадрлар таёрлаш тизимида иновацион ҳамкорликни ривожлантиришнинг муаммолари ва истокболлари” мавзусида халқаро илмий-амалий анжумани материаллари. Бухоро, 2017. 167-169 б.

12. Абдурахмонов О.Р., Увайзов С.К., Қобилов Х.Х., Жўраев Ж.М. Автоматическое управление температурой в растойных шкафах угольной массы. // “Инновацион техника ва технологиялар тадбиғи фаол тадбиркорликни ривожлантиришнинг устивор йўналиши сифатида” Бухоро 2018. 25-28 апрел. –С. 337-339.

13. Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х., Муминов А.Р. Качественные показатели угольного брикета на основе перспективных связывающих. // “Инновацион техника ва технологиялар тадбиғи фаол тадбиркорликни ривожлантиришнинг устивор йўналиши сифатида” Бухоро 2018. 25-28 апрел. –С. 352-354.

14. Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х., Нарзиев М.С., Муминов А.Р. Технологическая линия производства угольного брикета. // “Инновацион техника ва технологиялар тадбиғи фаол тадбиркорликни ривожлантиришнинг устивор йўналиши сифатида” Бухоро 2018. 25-28 апрел. –С. 354-356.

15. Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х. Изучение способов измельчения угля и органической добавки. // “Замонавий ишлаб чиқаришнинг муҳандислик ва технологик муаммоларини инновацион ечимлари” илмий амалий анжумани 14-16 ноябр Бухоро 2019. Том 1, Б. 362-365 б.

16. Бешимов Ю.С., Нарзиев М.С., Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х. Крахмал олишда қўлланиладиган қурилмалар ва уларнинг технологик жараёнлардаги аҳамияти. // “Олий таълим инновацион фаолияти ва фаол тадбиркорлик интеграцияси ривожланишининг муаммолари” мавзусида профессор-ўқитувчилар, илмий изланувчилар, магистрлар ва талабаларнинг илмий-амалий анжумани. Бухоро муҳандислик технология институти 2019 йил 17-19 апрел. I том -101-102 б.

17. Бешимов Ю.С., Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х. Пектин ва пектин сакловчи моддаларнинг истиқболли боғловчи сифатида қўлланилиши. // “Олий таълим инновацион фаолияти ва фаол тадбиркорлик интеграцияси ривожланишининг муаммолари” мавзусида профессор-ўқитувчилар, илмий изланувчилар, магистрлар ва талабаларнинг илмий-амалий анжумани.

Бухоро муҳандислик технология институти 2019 йил 17-19 апрел. I том. 103-104 б.

18. Бешимов Ю.С., Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х. Пектин сақловчи моддаларнинг олиниши, ишлатилиши ва аҳамияти. // “Олий таълим инновацион фаолияти ва фаол тадбиркорлик интеграцияси ривожланишининг муаммолари” мавзусида профессор-ўқитувчилар, илмий изланувчилар, магистрлар ва талабаларнинг илмий-амалий анжумани. Бухоро муҳандислик технология институти 2019 йил 17-19 апрел. I том. 105-106 б.

19. Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х. Разработка технологической линии производства угольного брикета с биосвязывающими компонентами. // “Замонавий ишлаб чиқаришнинг муҳандислик ва технологик муаммоларини иновацион ечимлари” илмий амалий анжуман 14-16 ноябр Бухоро, 2019. Том 2, 354-356 б.

20. Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х. Кўмир фракциясининг фракцион моддалар микдорини тадқиқ қилиш ва брикетлаш технологиясини қўллаш. // “Муҳандислик коммуникациялари соҳасида иновацион технологияларини жорий қилишнинг муоммо ва ечимлари” мавзусида халқаро илмий-амалий анжуман материаллари II-қисм (2020 йил, 21-22 май) Самарқанд-2020.

21. Абдурахмонов О.Р., Кобилов Х.Х., Турсунов З. Кўмир брикети ишлаб чиқаришда майдалаш жараёнини тадқиқ қилиш. // БухМТИнинг «Озиқ-овқат, нефтгаз ва кимё саноатини ривожлантиришнинг долзарб муаммоларини ечишнинг инновацион йўллари» номли халқаро илмий-амалий конференция (2020 йил 12-14 ноябрь).

22. Кобилов Х.Х., Абдурахмонов О.Р., Усмонов А.У., Буранов С.А., Мизомов М.С., Методика проведение эксперимента по изготовлению угольного брикета с применением биоорганических связующих. // Технические науки: Проблемы и решения. 2(42). ISSN: 2587-862X. Москва-2021.

23. Qobilov H.X. Ko'mir kukunini briketlovchi shnekli apparatning tasnifi. // “Ёшларни қўллаб-қувватлаш ва аҳоли саломатлигини мустаҳкамлаш йили” га бағишланган профессор-ўқитувчилар, илмий изланувчилар, магистрлар ва талабаларнинг илмий-амалий анжумани тезислар тўплами (2021 йил 28-29 май) 142-143 б.

Аннотация "Дурдона" нашриётида тахрирланган ўтказилган ва ўзбек, рус  
қандаш тиллардаги матнларнинг мослиги текширилган.



Босишга рухсат этилди: 18.01.2022. Бичими 60x84 1/16. Рақамли босма  
усулида босилди. Times New Roman гарнитураси. Шартли босма тобони: 2.75  
Адади 100 нуска. Буюртма №25.  
Гувоҳнома АТ № 178. 08.12.2010.  
"Sadriddin Salim Vohidiy" МЧЖ босмахонасида 400 тинди.  
Бухоро шаҳри, М.Ихболқўчаси, 11-уй. Тел.: 0(365) 221 -26-45.