

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
ИНСТИТУТИ ХИМИЯИ БА НОМИ В.И.НИКИТИН
ИНСТИТУТИ МАСЪАЛАҲОИ ОБ, ГИДРОЭНЕРГЕТИКА ВА ЭКОЛОГИЯ

ВБД:552.11(575.3)

ТКБ:24.46

Э-57



Бо ҳуқуқи дастнавис

ЭМОМОВ БАҲРОМ ФАЙЗУЛЛОЕВИЧ

**АСОСҲОИ ФИЗИКӢ - КИМИӢВИИ КОРКАРДИ АНГИШТИ ЗАХИРАГОҲҲОИ
АСОСИИ ТОҶИКИСТОН БАРОИ ИСТЕҲСОЛИ КИСЛОТАҲОИ ГУМИНӢ ВА
ГАЗҲОИ ТЕХНОЛОГӢ**

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ аз рӯйи
ихтисоси 05.17.00-Технологияи кимиёвӣ (05.17.01 – Технологияи моддаҳои
ғайриорганикӣ)

ДУШАНБЕ – 2024

Кори илмӣ дар шӯъбаи “Энергетикаи гидрогенӣ”-и Институти химияи ба номи В.И.Никитини АМИТ ва озмоишгоҳи “Энергетика, захира ва энергиясарфанамои”-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ иҷро карда шудааст.

Роҳбари илмӣ: Абдумуъмин Шарифов - доктори илмҳои техникӣ, профессор, мудир шӯъбаи «Энергетикаи гидрогенӣ»-и Институти химия ба номи В.И. Никитини АМИТ

Муқарризони расмӣ: Рузиев Ҷӯра Раҳимназарович - доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи “Химияи тадбиқӣ”- и факултети химияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон;

Зоиров Хусайн Абдурахмонович - номзади илмҳои химия, доценти кафедраи «Химияи умӯми ва ғайриорганикӣ»-и Донишгоҳи техникий Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осимӣ

Муассисаи пешбар: Муассисаи давлатии илмии “Пажӯҳишгоҳи илмӣ-таҳқиқотӣ”-и Вазорати саноат ва технологияҳои нави Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳимояи диссертатсия рӯзи “**26**” февралӣ соли **2025**, соати 10⁰⁰ дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.KOA-042 назди Институти химияи ба номи В.И.Никитини АМИТ ва Агентии амнияти химиявӣ,биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ дар суроғаи: 734063,ш.Душанбе,кӯчаи Айнӣ,299/2 дар толори Шӯрои илмӣ баргузор мегардад.

E-mail: f.khamidov@cbrn.tj.

Бо диссертатсия дар китобхонаи илмӣ ва дар сомонаи Институти химияи ба номи В.И.Никитини АМИТ www.chemistry.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат «_____» _____2025 с. аз рӯйи феҳристи пешниҳод шуда, фиристода шуд.

Котиби илмии
шӯрои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои техникӣ



Ҳамидов Ф.А.

МУҚАДДИМА

Муҳимияти мавзӯ. Ангишт моддаи органикию минералии бисёрузва буда, қобилияти энергиябарандагӣ дорад ва ашёи табиӣ барои истеҳсоли бисёр маводҳои кимиёвӣ, аз ҷумла газҳои энергиябарандаи (ГЭ) гармидиҳишон баланд, мисли CH_4 , CO , H_2 ва ғ., ва кислотаҳои гуминӣ (КГ), мебошад. Мувофиқи маълумотҳои оморӣ дар мавзӯҳои гуногуни Тоҷикистон зиёда аз 36 кон бо захираи беш аз 4 миллиард т ангишт мавҷуд ҳастанд. Истифодаи самараноки ангишт тақозо мекунад, ки онро тавассути технологияҳои бепартов коркард намуда, аз он ҳам сӯзишвории газӣ ва ҳам бисёр маводҳои кимиёвӣ, аз ҷумла газҳои технологӣ (ГТ) барои истеҳсоли моддаҳои муҳими дар соҳаҳои гуногун истифодашаванда, мисли аммиак, карбамид, кислотаҳои нитрат ва нитрит, намакҳои нитрогендор ва ғ., ҳосил намоянд.

Дар кори мазкур таҳқиқоти алоҳида оиди аз ангишти чанд кони Тоҷикистон ҳосил намудани КГ, ГЭ ва ГТ гузаронида шудааст. Кислотаҳои гуминӣ барои ҳосил намудани маводҳои гуногунвазифа истифода мешаванд. Дар умум, истифодаи ангишти захирагоҳҳои Тоҷикистон барои ҳосил намудани КГ, ГЭ, ГТ чун реагенти кимиёвӣ (РК), инчунин моддаҳои дигари таркиби ангишт, ки дар ҳолати коркарди технологияи он ҳосил мешаванд, метавонад ба ҳадафи стратегияи миллии саноатикунонии кишвар саҳми назаррасӣ ҳудро гузорад. Бинобар он мавзӯи таҳқиқоти мазкур, ки ба коркарди бепартови ангишти захирагоҳҳои ҷумҳурӣ бахшида шудааст, мавзӯи муҳими илмӣ барои раванқ додани истеҳсолоти маводу гармӣ аз ангишт мебошад.

Мақсади иҷрои кори диссертатсионии мазкур гузаронидани таҳқиқоти асосҳои физикӣ- кимиёвии технологияҳои коркарди ангишти захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон барои истеҳсоли кислотаҳои гуминӣ ва газҳои технологияи энергиябаранда ва реагентҳои кимиёвӣ бо ҳосилкунии маводҳои ҳамроҳ ҳосилшаванда мебошад.

Барои иҷрои мақсади гузошта вазифаҳои зерини таҳқиқот ҳалли ҳудро ёфтаанд:

- гузаронидани таҳлили аналитикии мавқеъи ҷойгирӣ ва миқдории захирагоҳҳои ангишти дар натиҷаи корҳои ҷустуҷӯӣ-геологӣ таҳқиқшудаи мавзӯҳои ҷумҳурӣ ва гурӯҳбандии онҳо;
- омӯзиши таркиб, нишондиҳандаҳои физикию химиявӣ ва қобилияти энергиябарандагии намунаҳои ангишти захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон;
- баҳодиҳии миқдори ашёи ба кислотаҳои гуминӣ табдилёбандаи таркиби ангишти захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон;
- коркарди технологияи муфиди ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ аз таркиби ангиштҳои таҳқиқшаванда бо муайян намудани миқдор, сохти молекулавӣ ва хосиятҳои физикию химиявии онҳо.

- коркарди технологияи босамари газкунии ангишт бо муайянкунии нишондиҳандаҳои амалии он ва натиҷабандӣ намудани раванди оптималии газкунии ангишти захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон;
- коркарди технологияи босамари газкунии ангишт барои ҳосил намудани газҳои истеҳсолоти аммиак ва карбамид.

Объекти таҳқиқот. Объекти таҳқиқот намунаҳои ангишти захирагоҳҳои Шӯроб, Фон-Яғноб, Зиддӣ, Ҳакимӣ, Сайёд, Назар Айлоқ, Куртегин, Тошқутан ва Шишқати Калон, газҳои технологию (ГТ) энергиябаранда (ГЭ) ва кислотаҳои гуминии (КГ) аз ангишт ҳосилшуда мебошанд.

Мавзӯи таҳқиқот омӯзиши равандҳои технологияи газкунии ангишт ва коркарди он барои ҳосил намудани КГ, истифодаи газҳои ҳосилшуда ба сифати энергиябарандаи сермаҳсул ва реагенти кимиёвӣ дар истеҳсолоти аммиак ва карбамид, таҳлили таркиб ва хосиятҳои кислотаҳои гуминии аз ангиштҳои таҳқиқшаванда ҳосилшуда, баҳодихии самаранокии ангишти захирагоҳҳо барои истеҳсоли ГТ, ГЭ ва КГ мебошад.

Усулҳои таҳқиқот. Дар иҷрои кори мазкур тарзу усулҳои маъмулии дар таҳқиқотҳои физикӣ-кимиёвӣ ва технологӣ қабулшуда ва асбобу ускунати дақиқ ченкунанда истифода шудаанд.

Навигарӣҳои таҳқиқоти илмӣ:

1. Таҳқиқоти таркиб ва хосиятҳои ангишти захирагоҳҳои Фон-Яғноб, Шӯроб, Зиддӣ, Сайёд, Ҳакимӣ, Тошқутан, Куртегин, Шишқати Калон ва антрцити Назар Айлоқ гузаронида шуд. Муайян шуд, ки:

- миқдори моддаҳои ба КГ табдилёбанда дар ангишти Шӯроб ва намунаи софкардаи ангишти Шишқати Калон 22.3-24.0 %, ангишти Фон-Яғноб, Сайёд, Зиддӣ, Куртегин ва Шишқати Калон (дар мавзӯи болои деҳа) 13.2 – 16.6 %, ва дар ангишти Тошқутан, Ҳакимӣ ва антрцити Назар Айлоқ 5.8- 9.5% мебошад;

- қобилияти экстраксияшавии моддаҳои гуминӣ зери таъсири ҳалкунандаҳои органикӣ ба тартиби зерин зиёд мешавад: 1-гептан; 2-гексан; 3-этилатсетат; 4-хлороформ; 5-бензол. Суръати экстраксиякунии бензол аз 2.0 то 3.5 маротиба зиёд аст. Давомнокии раванди таъсири ҳалкунанда ба ангишт баромади моддаҳои экстрактивиро меафзоёнад;

- истифодаи кислотаҳои HNO_3 ва HCl барои оксидкунии моддаҳои гуминии ангишт дар раванди ҳосилшавии КГ маҳсулноқ мебошад. Суръати экстраксияшавии КГ аз таркиби ангишт бо зиёдшавии ғализии маҳлули кислота, таносуби миқдории “ангишт: маҳлули кислота” ва вақти коркарди ангишт бо маҳлули кислота меафзояд;

- қобилияти чудошавии кислотаҳои гуминӣ аз ангишти Шӯроб баланд аст: дар раванди коркарди 2 соатаи ангишти Шӯроб бо маҳлули 50 %-и HNO_3 чудошавии кислотаҳои гуминӣ аз таркиби он то 74.1% меафзояд;

2. Технологияи босамари газкунии ангишти конҳои Фон-Яғноб, Зиддӣ, Шӯроб ва антрцити Назар Айлоқ бо истифодаи бузургиҳои мувозинии миқдории “ангишт:буғи обӣ:ҳаво” коркард шудааст. Муайян карда шуд, ки:

- ангишти ин конҳо қобилияти баланди газшавӣ дошта, дар таркиби гази аз онҳо ҳосилшуда миқдори ГЭ то 78.1-80.7% меафзояд;

- гармидиҳии гази ҳосилшуда аз ангишти: Зиддӣ 19.7- 23.1%; Фон-Яғноб 42.6 - 56.2%; Шӯроб 58.1- 63.4% ва аз антрцити Назар Айлоқ 25.9 -30.6% нисбати гармидиҳии ашёи он зиёд мебошад.

3. Усули коркардшудаи газкунии ангишт барои истеҳсоли газҳои таркиби аммиак ва карбамид имконият медиҳад, ки дар доираи як корхона бо истифодаи ангишт, буғи обӣ ва ҳаво истеҳсолоти комплекси $\text{H}_2, \text{N}_2, \text{CO}_2, \text{NH}_3, \text{CO}(\text{NH}_2)_2$, хокистари ангишт, моддаҳои тезҳоричшавандаи таркиби ангишт ва буғи обӣ ташкил карда шавад. Усули коркардшуда бепартов ва камхарҷ буда, энергиятаъминкунии он асосан аз ҳисоби гармии равандҳои дохилиаш амалӣ мешавад.

Эътимоднокии натиҷаҳои таҳқиқот.

Истифодаи усулҳои муосири таҳқиқоти физикию кимиёвӣ бо истифодаи асбобу ускунатҳои санчишии дақиқченкунандаи нишондиҳандаҳои технологӣ эътимоднокии натиҷаҳои таҳқиқоти илмиро таъмин мекунад.

Аҳамияти назариявии таҳқиқот. Натиҷаҳои илмии ба дастовардашудаи марбӯд ба таҳлилҳои эксперименталии спектроскопияи спектри инфрасурх, спектри ултрабунафш, спектри резонанси магнитию ядрой, спектри резонанси парамагнитӣ, спектри массавӣ аҳамияти назариявии бунёдӣ дошта, метавонанд барои арзёбии сохти молекулавии кислотаҳои гуминӣ заминагузорӣ намоянд.

Аҳамияти амалии таҳқиқот. Таҳқиқоти мазкур имконият медиҳад, ки аз ангиштҳои захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон, бо харҷи кам ва бе партовҳои истеҳсолотӣ, кислотаҳои гуминӣ, гази генератории энергиябарандагӣ баланд ва газҳои реаксионӣ барои ҳосил намудани моддаҳои кимиёвӣ ҳосил карда шаванд. Ҷорӣ намудани ин технологияҳо дар соҳаҳои энергетика, саноати кимиёвӣ ва ғ. на танҳо талаботи иқтисодӣро бо гармӣ ва ашёи истеҳсоли маводҳои кимиёвӣ таъмин мекунад, балки низ тозагии муҳити табиӣи кишварамонро нигоҳ медорад ва барои барпо намудани иқтисодиёти сабз мусоидат менамояд.

Саҳми шахсии довталаб дар таҳлили адабиёти соҳавии марбут ба мавзӯи илмӣ, иҷрои таҳқиқотҳои илмӣ-амалии коркарди намунаҳои ангишти захирагоҳҳои асосии ҷумҳурӣ барои ҳосил намудани гази генераторӣ ва кислотаҳои гуминӣ, таҳлил ва асосноккунии натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ, навиштани мақолаҳои илмӣ, маводҳои конференсияю семинарҳо ва рисолаи илмӣ мазкур ифода меёбад.

Баррасии натиҷаҳои таҳқиқот. Натиҷаҳои таҳқиқоти мазкур дар: Конференсияи байналмиллалии илмӣ-амалӣ (ISSN -2709-1201), Алмато, Қазоқистон, 30 ноябри соли 2023; Конференсияи байналмиллалии илмӣ-амалӣ “Энергетика – соҳаи калидии рушди иқтисодиёти миллӣ”, Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон, 22 декабри соли 2023; Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалӣ: 19 Хониши Нумоновӣ “Тараққиёти химияи фундаменталӣ ва амалӣ дар равнақи саноатикунонии мамлакат”, Душанбе, 16 октябри 2024; Конференсияи илмӣ-амалии “Энергетикаи сабз”: ҳолат ва имконияти равнақдиҳии он, Коллеҷи техникаи ДТТ ба номи акад.М.С.Осимӣ, Душанбе, 17 октябри соли 2024, гузориш ва муҳокима шуданд.

Наشري натиҷаҳои таҳқиқоти мазкур. Натиҷаҳои илмӣ таҳқиқоти мазкур дар 13 кори илмӣ, аз ҷумла 6 мақола дар журналҳои рӯйхати КАО-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 3 мақола дар журнали илмӣ ва 4 маводи конференсияҳои илмӣ ҷумҳуриявӣ чоп шуданд.

Сохтор ва ҳаҷми рисолаи илмӣ. Рисолаи илмӣ аз муқаддима, чор боб, хулосаҳо, рӯйхати адабиёти истифодашуда, ки 130 номгӯй дорад, ва замима (Протоколи чаласаи Шӯрои техникаи ҶСК “Азот” аз 12.08.2024) иборат буда, дар 116 саҳифаи чопи компютерӣ бо 32 ҷадвал ва 22 расм пешниҳод шудааст.

МАЗМУНИ АСОСИИ ТАҲҚИҚОТ

Дар муқаддима унвонҷӯӣ муҳимияти мавзӯ, мақсад ва вазифаҳои таҳқиқотро асоснок намуда, нағзониҳои илмӣ, аҳамияти назариявӣ ва амалӣ, эътимоднокии натиҷаҳои таҳқиқот ва дигар маълумоти лозимаро оиди рисолаи диссертсионӣ баён намудааст.

Дар **боби 1** “Ангишт ва коркарди он барои истеҳсоли кислотаҳои гуминӣ ва газҳои технологӣ” таҳлили маълумотҳои адабиётӣ оиди захираи ангишти мавзӯҳои Тоҷикистон, тавсифи кислотаҳои гуминӣ: таркиб ва сохтор, хосиятҳо ва усулҳои ҳосилкунии онҳо; тарзҳои газкунии ангишт барои истеҳсоли газҳои энергиябаранда ва технологӣ; ҳосил намудани сӯзишвориҳои сунъӣ ва пайвастагиҳои фаъоли биологӣ дар асоси кислотаҳои гуминӣ оварда шуда, бо назардошти зарурияти асосҳои физикию кимиёвӣ коркарди ангишти конҳои ҷумҳурӣ барои истеҳсоли КГ, ГЭ ва ГТ мақсади гузаронидани таҳқиқоти мазкур асоснок ва вазифаҳои он муайян шуданд.

Дар **боби 2** “Объект ва усулҳои таҳқиқот” объект ва усулҳои гузаронидани таҳқиқот муайян карда шудаанд. Объекти асосии таҳқиқоти мазкур муайян намудани имконияти ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ ва гази генератории энергиябарандагӣ аз таркиби ангишти захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон мебошад. Бинобар он дар таҳқиқоти мазкур таркиб ва хосиятҳои асосии ангиштҳои захирагоҳҳои Ҳақимӣ, Шӯроб, Фон-Яғноб, Назар Айлоқ, Зиддӣ, Куртегин, Сайёд, Тошқутан ва Шишқати Калон ва маводи дар натиҷаи коркарди онҳо ҳосилшуда омӯхта, нишондиҳандаҳои онҳо муайян карда шудаанд.

Пеш аз коркарди ангиштҳо барои ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ ва газҳои энергетикӣ технологӣ хосиятҳои зерини намунаҳои таҳқиқшаванда омӯхта шуданд: *зичӣ, намнокӣ, хокистарнокӣ, таркиби кимиёвӣ бо муайян намудани массаи органикии ангишт, қобилияти гармидиҳии ангишт, миқдори моддаҳои гуминӣ дар таркиби ангишт, қобилияти ҳалшавии ангишт дар ҳалкунандаҳои органикӣ. Инчунин хосиятҳои экстрактҳои аз ангишт ҳосилшуда: нишондиҳандаи шикасти рӯшноии экстракти ангишт ва миқдори умумии моддаҳои кислотагии таркиби он омӯхта шуданд. Экстрактсияшавии мум ва ҳосилшавии кислотаҳои гуминӣ бо ҷудокунии онҳо таҳқиқ шуданд. Таҳлили хроматографии кислотаҳои гуминии таркиби ангишти таҳқиқшаванда гузаронида шуд.*

Таҳқиқоти таркиб ва хосиятҳои ангиштҳои таҳқиқшаванда, инчунин моддаҳои аз онҳо ҳосилшуда, бо истифодаи усулҳои дар технологияи кимиёвӣ ва химияи органикӣ физикӣ қабулшуда ва бо истифодаи асбобу ускунатҳои дақиқченкунанда мувофиқи талаботҳои стандартӣ гузаронида шуданд.

Дар гузаронидани таҳқиқот лавозимоти маъмулӣ ва реактиву маводҳои кимиёвӣ барои таҳқиқҳои физикавӣ – химиявӣ зарур вобаста аз намуди реаксияҳои химиявӣ

истифода шудаанд. Таҳлилҳои сифатӣ ва миқдории узвҳои органикии таркиби ангишт ва санҷиши тозагии реактивҳои химиявӣ бо усули хроматографии таҳлил (хроматографияи қоғазӣ, найчавӣ ва тунукқабат) бо истифодаи пластинкаҳои хроматографии Силуфол (Silufol UV - 254) ва Мерк (D - Riesselgel 60), инчунин хроматографи FN 14 (истеҳсоли Олмон) ва ММ (истеҳсоли Россия) гузаронида шуданд. Таҳлилҳои хроматографии сифати маводҳои санҷидашаванда бо истифодаи омехтаҳои хроматографии “спирти метилӣ-кислотаи атсетат-об дар таносуби миқдории 95:3:2”, “спирти бутанолӣ - кислотаи атсетат - об дар таносуби миқдории 4:1:1”, “хлороформ - метанол - кислотаи атсетат дар таносуби миқдории 90:10:5”, “триэтиламин - аммиак - метанол - об дар таносуби миқдории 10:10:200:400” ва “эфирӣ этилатсетат – хлороформ – аммиак дар таносуби миқдории 10:5:0,1” иҷро гардиданд. Ба ҳайси ошкоркунандаҳои таҳлиси хроматографӣ буғи йод, маҳлули нингидрин ва маҳлули бромфеноли кабуд истифода шуданд.

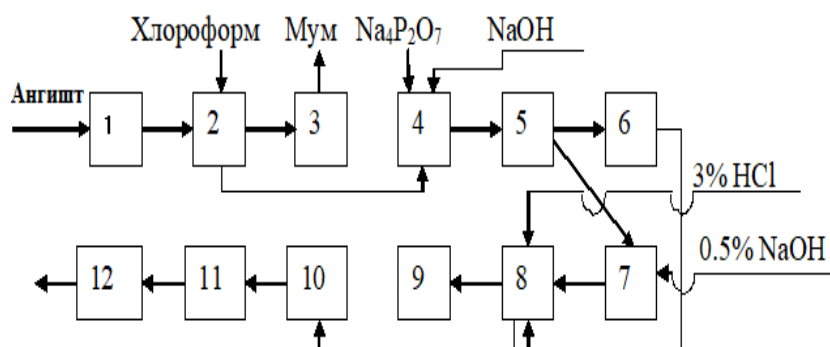
Муайянкунии нишондиҳандаи шикасти рушноии моддаҳои таҳлилшаванда дар Рефрактометри тамғаи ИРФ 56М (истеҳсоли Россия) гузаронида шуд. Ҳарорати гудозиши моддаҳои кристаллӣ тавассути асбоби Voetus (истеҳсоли Олмон) муайян карда шуд. Таҳлили спектрии спектрҳои инфрасурхи моддаҳои таҳлилшаванда бо истифода аз асбоби Спекорд - 75 (истеҳсоли Олмон) ва таҳлили спектри ултрабунафш дар дастгоҳи спектрофотометри Bruker AM-300 гузаронида шуданд. Термограммаи кислотаҳои гуминӣ ҳосилшуда бо усули калориметрӣ дар асбоби DSC- 204 F1 таҳқиқ гардиданд. Макро- ва микроэлементҳои таркиби ангишти таҳқиқшаванда бо усули таҳлили спектрографияи атомӣ-эмиссионӣ муайян карда шуданд.

Дар **боби 3** “Асосҳои физикӣ – кимиёвӣ технологияи истеҳсоли кислотаҳои гуминӣ аз ангишти конҳои асосии Тоҷикистон” таснифоти технологияи коркарди ангишт барои ҳосилкунии кислотаҳои гуминӣ (КГ) баён шудааст. Аз таркиби ангишт КГ бо роҳи оксидкунии моддаҳои гуминӣ бо истифодаи кислотаҳои HCl ва HNO₃ ҷудо карда шуданд:

а) ҳосил намудани КГ бо турикунии ангишт бо маҳлули кислотаи HCl;

Нақшаи технологияи ҳосилкунии кислотаҳои гуминӣ бо истифодаи кислотаи HCl дар расми 1 оварда шудааст.

То экстраксиякунӣ намунаи ангиштро дар осиеби озмоишӣ то андозаи донаҳои 0.1-0.3 мм коркард намуда, суда менамоянд. Хокаи суда тез коркард мешавад. Тартиби ҷудошавии кислотаҳои гуминӣ бо пайдарҳамии амалиёти технологӣ ва маводҳои истифодашаванда аз нақшаи технологӣ айён ҳастанд.



Расми 1. - Нақшаи технологии зинаҳои коркарди ангишт барои ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ: 1- майдакунии ангишт то андозаи 0.1-0.3 мм; 2- экстрактсиякунии мум аз таркиби ангишт бо хлороформ; 3-ҷудокунии омехтаи мумӣ аз таркиби ангишт; 4- экстрактсиякунии ангишти аз мум тозашуда бо маҳлулҳои $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ва NaOH ; 5- центрофугиякунии хамираи ангиштӣ; 6- ҷудокунии маҳлули экстрактӣ аз таҳшини хамираи ангиштӣ; 7- ишқорӣ намудани таҳшини хамираи ангиштӣ бо маҳлули 0.5 %-и NaOH ; 8- омехта намудани маҳлули экстрактӣ бо маҳсулоти ишқорӣ ва турикунӣ омехта бо маҳлули 3%-и HCl ; 9-ҷудокунии маҳлули обӣ аз таҳшин; 10- ҳосил намудани таҳшини саҳти КГ; 11- хушк намудани таҳшини КГ; 12- истифодаи КГ дар истеҳсоли нуриҳои органикию минералӣ барои растаниҳо

Барои ҳисоб намудани миқдори КГ дар таркиби ангишт формулаҳои зерин истифода шуданд

$$m_1 = m \frac{100 - (W^a + A^a)}{100}, \quad (1)$$

ки дар он m_1 – массаи намунаи хушкшудаи КГ баъди хушккунаки 11 дар расми 1; m – массаи ангишти таҳхисшуда, г; W^a – намнокии ангишти таҳхисшуда %; A^a – миқдори хокистар пас аз сӯзонидани КГ, %, мебошанд.

Миқдори умумии КГ-и ҳосилшуда

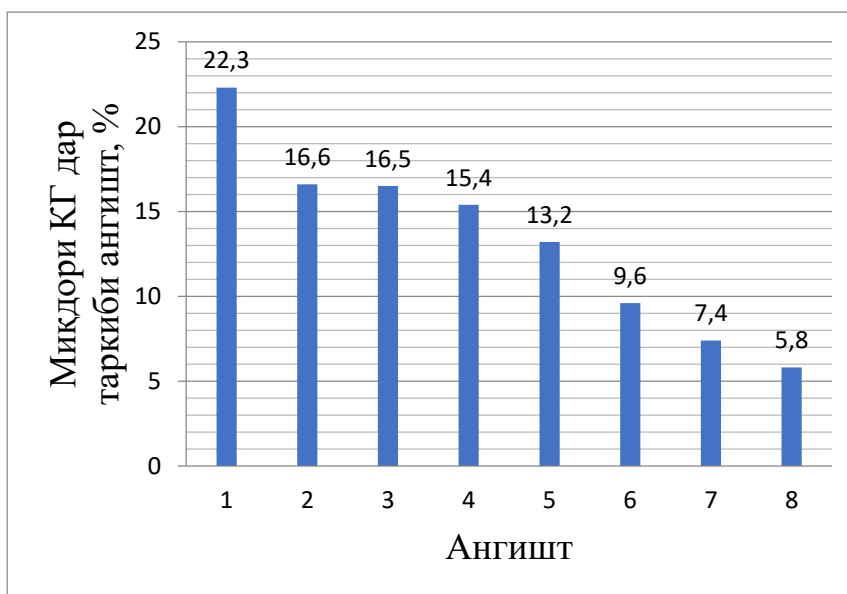
$$m_x = \frac{100 \cdot v(m_1 - m_2)}{V_1 \cdot m} \quad (2)$$

ки дар он m_x – миқдори умумии КГ дар таркиби ангишт, %; m_1 - массаи КГ-и хушкгардида, г; m_2 – массаи хокистар дар таркиби КГ, г; m – массаи намунаи санҷидашудаи ангишт, г; V – ҳаҷми маҳлули ишқорӣ истифодашуда, мл; V_1 – ҳаҷми маҳлули аликвотии сарфшуда барои таҳшин намудани КГ, мл, мебошанд,

Дар расми 2 нишондиҳандаҳои миқдори КГ дар таркиби ангишти захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон оварда шудааст. Миқдори зиёдтарини КГ (22.3%) дар таркиби ангишти Шӯроб ва миқдори камтарини он дар таркиби ангишти Тошқутан (5.8%) мебошанд.

б) ҳосил кардани кислотаҳои гуминӣ бо истифодаи кислотаи HNO_3 ;

Барои туршқунии ангишт бо истифодаи кислотаи HNO_3 намунаҳои ангишти Фон-Яғноб ва Шӯроб истифода шуданд. Таъсири кислотаи HNO_3 ба раванди ҷудошавии КГ аз таркиби ангишти Фон-Яғноб дар намунае гузаронида шуд, ки ҳамагӣ 1.05% моддаҳои гуминӣ дорад. Таҷрибаро бо тағйир додани бузургиҳои зерин гузаронидем: консентратсияи кислотаи HNO_3 30; 40 ва 50%; давомнокии раванди экстраксияшавии кислотаҳои гуминӣ аз таркиби ангишт аз 5 дақиқа то 40 дақиқа; таносуби миқдории “ангишт:кислота”=(1:0.5)-1:2; ҳарорати раванди экстраксиякунии КГ - 45°C. Натиҷаҳои таҳқиқот дар ҷадвали 1 ҷамъбаст шудаанд.



Расми 2. - Миқдори муайян шудаи КГ дар таркиби ангишти: 1-Шӯроб; 2-Сайёд; 3-Зиддӣ; 4 - Фон Яғноб; 5-Куртегин; 6-Назар Айлок; 7-Ҳақимӣ; 8-Тошқутан

Ҷадвали 1. - Ҷудошавии КГ-и ангишти Фон-Яғноб зери таъсири кислотаи HNO_3

Ғализии маҳлули кислотаи HNO_3	Таносуби миқдории “ангишт:кислота”	Вақти оксидкунии ангишт, дақиқа	Қобилияти экстраксияшавии КГ, %
30	1:1	30	1.36
30	1:2	30	2.74
40	1:2	30	7.03
50	1:2	30	12.03
50	1:1	10	3.89
50	1:1	40	6.84

Бо зиёд шудани таносуби миқдории “ангишт:кислота”, консентратсияи кислота ва вақти таъсири он ба ангишти Фон-Яғноб қобилияти ҷудошавии КГ аз таркиби ангишт меафзояд.

Таҳқиқоти ангишти кони Шӯроб барои экстрактсия намудани кислотаҳои гуминӣ аз таркиби он бо намунаи он, ки таркибаш чунин аст: намнокӣ 7.9 W; 6.3 A_a; моддаҳои органикӣ-75.8%; миқдори кислотаҳои гуминӣ дар таркиби моддаҳои органикӣ 23,97%, бо таъмин намудани параметрҳои таҷриба: таносуби миқдории “ангишт: кислота” = 1:2; ғализии маҳлули кислота 50%; ҳарорат 45°C ва давомнокии раванди экстрактсиякунии КГ 0.5; 1.0; 1.5 ва 2.0 соат мебошанд, гузаронида шуд. Дар таҷриба фақат вақти коркарди намунаи ангишт бузургии тағйирёбанда аст, бинобар он кинетикаи экстрактсияшавии КГ омӯхта шуд. Натиҷаҳои таҳқиқот дар ҷадвали 2 оварда шудаанд.

Ҷадвали 2. - Ҳосилшавии КГ ангишти Шӯроб аз давомнокии таҷриба

Миқдори КГ дар таркиби моддаҳои органикии ангишти Шӯроб 23.95%	Давомнокии раванди экстрактсияшавии КГ, соат			
	0.5	1.0	1.5	2.0
Миқдори экстрактсия шудаи КГ, %	62.	66.6	69.8	74.1

Таъсири 2 соатаи кислотаи 50%-и HNO₃ ба намунаи ангишти Шӯроб имкон дод, ки аз таркиби он то 74.1% КГ ҷудо карда шаванд. Татбиқи ин усул дар истеҳсолоти саноатӣ ба ҳисоб намудани нишондиҳандаҳои техникӣ-иқтисодӣ ниёз дорад.

Ҳамин тавр, хулоса намудан мумкин аст, ки бо истифодаи кислотаи HNO₃ низ аз таркиби ангиштҳо ҷудо намудани КГ имконият дорад. Нишондиҳандаҳои самаранокии ин усул: ҳарорат 45°C; таносуби миқдории “ангишт:кислота” = 1:2; вақти коркарди ангишт аз 0,5 то 2 соат; ғализии маҳлули HNO₃ 50%, мебошанд.

в) таҳлили ангишти кони Шишқати Калон барои муайян намудани имконияти истифодабарии он дар истеҳсолоти КГ;

Яке аз конҳои дар замони шӯравӣ истифодашуда ва ҳозир истифодаи он эҳёгардидаи ангишт кони Шишқати Калон мебошад, ки захираҳои он 736.7 ҳазор т ангишти коркарди рӯйизаминӣ ва 4325.2 ҳазор т ангишти коркарди зеризаминӣ дорад. Ангишти он асосан бӯрии тамғаи ЗБ мебошад ва компонентҳои захрнок надорад.

Истифодаи ангишти кони Шишқати Калон барои равнақи иқтисодиёти ноҳияҳои Панҷакент ва Айнӣ аҳамияти калон дорад. Дар ин ноҳияҳо корхонаҳои калони саноатӣ, махсусан корхонаҳои саноати коркарди кӯҳӣ, мавҷуданд ва талаботи онҳо барои таъмини маводи энергиябаранда, аз ҷумла ангишт, зиёд аст.

Бо мақсади муайян намудани имконияти истифодабарии истеҳсоли ангишти кони Шишқати Калон таҳлили аналитикии онро бо истифодаи усулҳои таҷрибавии дар таҳқиқоти мазкур истифодашуда гузаронида, хосиятҳои физикӣ-кимиёвиашро муайян

намудем. Дар чадвали 3 нишондиҳандаҳои ҳосиятҳои асосии ангишти Шишқати Калон оварда шудаанд.

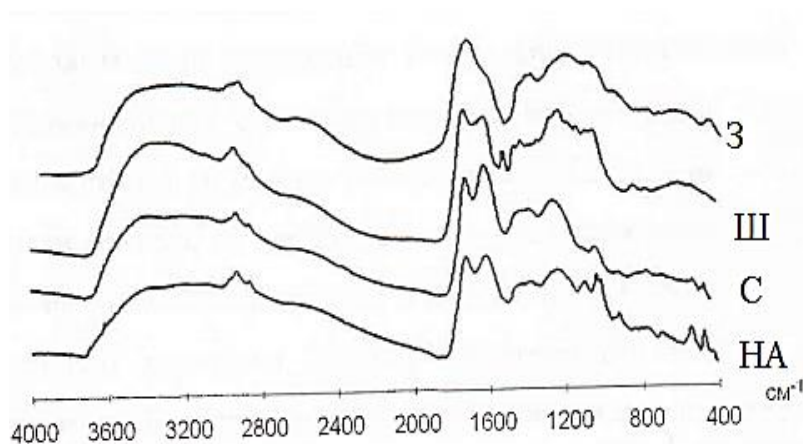
Аз бузургҳои чадвали 3 бармеояд, ки миқдори КГ дар ангишти мавзеи болои деҳа 15.4% ва дар ангишти софкардаи кон 22.7% мебошад. Ин ангиштҳо барои истеҳсоли КГ самаранок мебошанд, бинобар он барои амали намудани технологияи аз онҳо ҷудокунии КГ таҳқиқоти иловагӣ гузаронидан лозим аст.

Чадвали 3. - Нишондиҳандаҳои ҳосиятҳои асосии ангишти Шишқати Калон

Ангишти Шишқати Калон дар мавзеҳои	Миқдори маводҳои таркиби ангишт, % мас.				Ҳосилшавии кислотаҳои гуминӣ, % мас.
	намнокӣ (W)	моддаҳои тезҷудошаванда	хокистарнокӣ, (A _a)	массаи органикӣ (C)	
болои деҳа	0.26	23.4	28.12	48,22	15.4
соҳили рости дарё	0.19	19.5	18.0	62.31	3.8
соҳили чапи дарё	0.12	9.3	8.6	81.98	0.3
ангишти софкарда	0.27	12.5	20.0	67.23	22.7
ангишти шахтаи 8	0.30	24.0	28.0	47.7	1.7
партови истеҳсоли ангишт	0.9	20.0	18.0	61.1	2.9

г) таҳқиқи сохти молекулавии КГ-и ангиштҳои таҳқиқшуда;

Барои амиқ намудани сохтори молекулавии КГ-и аз ангиштҳои санҷишӣ ҳосилшуда таҳлили спектрометрӣ гузаронида шуд. Дар расми 3 спектрограммаҳои КГ-и аз ангиштҳои Зиддӣ, Шӯроб, Сайёд ва Назар Айлоқ ҳосилкарда нишон дода шудаанд. Характери тағйирёбии спектрҳо яхела аст, ки аз мавҷудияти гурӯҳҳои функционалии яхела дар сохтори молекулавӣ ва умӯмияти таркиби КГ-и аз ангиштҳои гуногун ҳосилшуда шаҳодат медиҳад.



Расми 3. - Спектрограммаҳои спектрҳои инфрасурхи маҳлулҳои КГ-и таркиби ангишти: З-Зиддӣ; Ш-Шӯроб; С-Сайёд; НА-Назар Айлоқ

Дар чадвали 4 нишондиҳандаҳои таҳлили спектроскопияи инфрасурхи КГ-и аз ангишти кони Ҳакимӣ ҳосил шуда оварда шудаанд.

Чадвали 4. - Нишондиҳандаҳои спектри инфрасурхи КГ- ангишти кони Ҳакимӣ, (ν , см^{-1})

Гурӯҳҳои функционалӣ ва синфи пайвастагиҳои идентификат-сияшуда	Фурӯбарии максималӣ, см^{-1}	Гурӯҳҳои функционалӣ ва синфи пайвастагиҳои идентификат-сияшуда	Фурӯбарии максималӣ, см^{-1}
N–H, O–H	3394–3348	C–OH	1170-1155
N–H ва NH ₂	3259-3223	Эфирҳои мураккаби алифатӣ	1185–1155
	3300	C = O	1700
Робитаи O–H бо H	3650-3390	NH ₂ ва NH	850-700
Робитаи C–H дар аминҳо	2880-2835	CH – ароматӣ	770-761
Кислотаҳои OH робитадош та бо H	2922	C–O	1093-1060
NH робитадош-та дар пиррол	2852	CO – C (пайвастагиҳои гетеросиклӣ)	1184
Нитропайвастҳои алифатӣ C–NO ₂ (C–N)	1380-1350	Пайвастагиҳои ароматии бисёрҳалқагӣ	
Феноли якатама	1920-1754	Фенолҳои дуатома	1750

Аз бузургҳои чадвали 4 бармеояд, ки фурӯбарии максималии спектрӣ дар ҳудудҳои 3400-3348 см^{-1} ошкор гардидааст ва он мутааллиқ ба лапиши валентӣ буда, аз мавҷудияти бандҳои NH ва OH гувоҳӣ медиҳад. Дар миёни ин бандҳо мавҷудияти банди гидрогенӣ сабаби фурӯбарии гурӯҳи функционалии аминӣ мегардад. Сабаби асосии ин ҳолат агрегатсияи ҳастии молекулаҳои гуногун дар таркиби КГ мебошад. Лапиши валентӣ ба аминҳои ароматӣ дахл надорад. Ин пайвастагиҳои органикиро дар дарозии мавҷи нури онҳо 1400-1300 см^{-1} идентификатсия намудан имконпазир мебошад.

Таҳлили спектрометрии спектрҳои инфрасурхи КГ- и таркиби ангиштҳои таҳқиқшуда нишон дод, ки дар ҳудуди дарозии мавҷи 3650-3390 см^{-1} фурӯбарии хеле васеъ намоён мегардад, ки он ба банди гидрогении гурӯҳи функционалии гидрооксилӣ (OH^-) тааллуқ дорад.

Муайян гардид, ки лағжиши спектрҳои инфрасурх дар дарозии мавҷи 200-100 см^{-1} пайдо гардида, ба заиф гардидани бандҳои гидрогении гурӯҳҳои функционалии

гидрооксилӣ вобастагӣ доранд. Бо ин сабаб фурӯбарии спектрӣ дар басомади нисбатан паст дар дарозии мавҷи 3600 см^{-1} ба амал меояд.

Фурӯбарии максималӣ дар ҳудудҳои васеи спектр ифодагари он аст, ки гурӯҳи функционалии OH^- дар молекулаи КГ-и таҳқиқшаванда сабаби пайдо гардидани сохтори агрегатсионии онҳо мегарданд. Таҳқиқи сохти молекулавии КГ муайян кард, ки гурӯҳҳои функционалии OH^- низ ассотсиат-сияшуда буда, барои устувории чунин сохтор онҳо низ мисли гурӯҳи COOH саҳми худро мегузоранд.

Бандҳои гидрогени метавонанд дар шаклҳои гуногун арзи ҳастӣ намоянд, бинобар он хатҳои спектрии КГ зич ҷой гирифтаанд, ки сабаби асосии ин ҳолат мавҷудияти гурӯҳҳои функционалии $-\text{OH}$, $-\text{CO}$, $-\text{NH}$, NO_2 , OH -и аз ангиштҳо ва сафедаҳо ба вучуд омада мебошанд, ки қисми бандҳои гидрогении дохилимолекулавиро ба миён оварда, дар дарозии мавҷи $3700\text{-}3950\text{ см}^{-1}$ спектрҳои зичро пайдо менамоянд.

Чунин намуди спектрҳо дар дарозии мавҷи $2000\text{-}1500\text{ см}^{-1}$ низ мушоҳида шуданд, ки аз таркиб ва сохти мураккаб доштани экстракти КГ гувоҳӣ медиҳад.

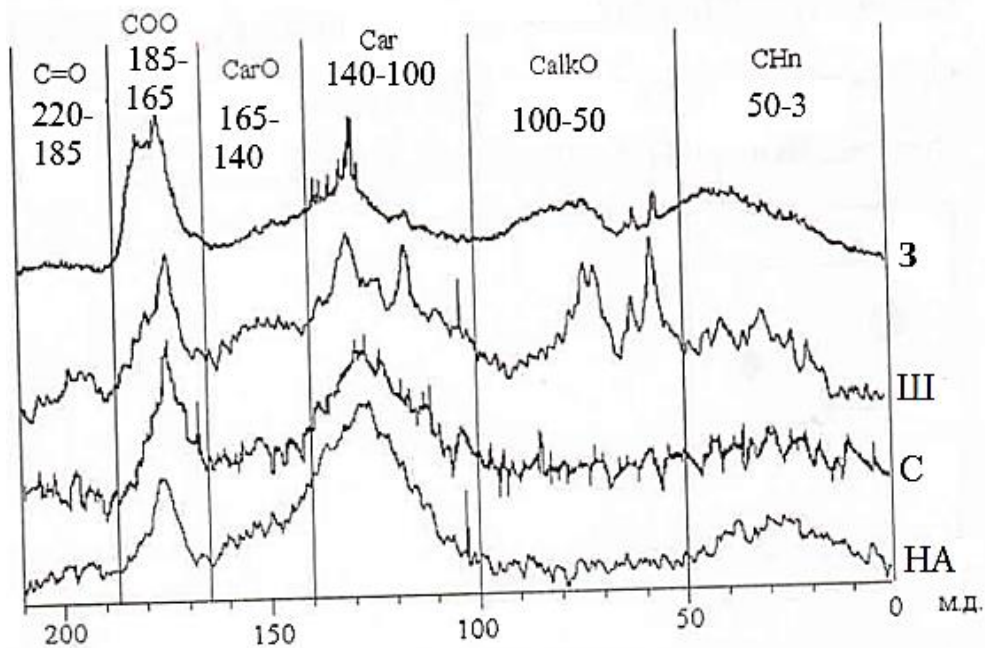
Таҳлили хроматографии КГ-и таркиби ангиштҳои таҳқиқшуда нишон дод, ки дар таркиби онҳо баъзе ғашҳое ҳастанд, ки барои мушоҳидаи фурӯбарии нурҳои спектрҳои инфрасурх дар майдонҳои муайяни дарозии онҳо монетӣ меоваранд.

Сохти молекулавии КГ-и ҳосилкарда бо истифода аз таҳлили ^{13}C резонанси магнитии ядрой низ таҳқиқ карда шуд. Натиҷаҳои асосии таҳлили ^{13}C резонанси магнитии ядрои КГ-и таркиби ангишти кони Шӯроб дар ҷадвали 5 ва нишондиҳандаҳои КГ-и дигар ангиштҳои санҷишӣ дар расми 4 оварда шудаанд.

Ҷадвали 5.- Натиҷаҳои таҳлили ^{13}C резонанси магнитии ядрои КГ-и таркиби ангишти кони Шӯроб

Ҷаҳиши хим. ^а	Мавқеи сигналҳо
20.5-30.1	гурӯҳи CH_3
26,5-56	гурӯҳи CH_2
39-60	гурӯҳи CH
22-38	C дар COOH
44-75	гурӯҳи CH_2 дар радикалҳои мураккаб
42-180	гурӯҳи CH_2 дар α - ҳолати гурӯҳи COOH
59-80	C дар гурӯҳи CH_2OH
76-90	C дар гурӯҳи $\text{CH}(\text{OH})$
118.5-135	карбони ҳалқай бензолӣ дар o - ҳолат
134-160	карбони гурӯҳи алкилӣ дар ҳалқай бензолӣ
120-151	O ва N ивазшудаи карбони ҳалқай ароматӣ
160-167	карбон дар COOH , дар эфирҳо ва амидҳои мураккаб
190-215	C дар $\text{C}=\text{O}$ ва CHO гурӯҳҳо

а- нисбати ТМС бо $0,00\text{ х.м.}$



Расми 4. - Таҳлили спектрии ^{13}C резонанси магниту ядроии КГ-и ангишти: З-Зиддӣ; Ш-Шӯроб; С-Сайёд; НА-Назар Айлоқ

Таҳлили ^{13}C резонанси магниту ядроии КГ-и таркиби ангишти кони Шӯроб нишон дод, ки дар спектрограммаҳо куллаҳои диапазони фосилашон кам бо интенсивияти хурд мавҷуд ҳастанд. Аз маълумотҳои адабиётӣ маълум аст, ки КГ сохти молекулавии дақиқи параметрҳои муайяноштаро надоранд. Натиҷаҳои таҳлили таҷрибаҳои гузаронидашуда нишон доданд, ки КГ чун сополимерҳои ғайримунтазами дар молекулаҳои худ ҳалқаи бензолдоштаеро мемонанд, ки дар таркибашон боқимондаҳои сафедаҳои нитрогендошта ва ангиштобҳо ҳастанд.

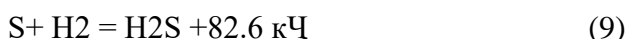
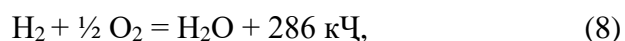
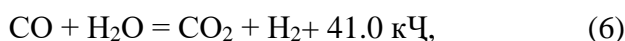
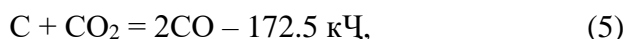
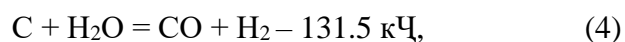
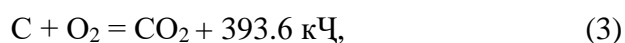
Инчунин муайян карда шуд, ки пуршавии порчаҳои пайвастиҳои калонмолекула ва хурдмолекулаи органикии таркиби молекулаҳои КГ бо f- ва d- элементҳо таъсири мутақобила намуда, пайвастиҳои конгломератиро ҳосил менамоянд. Ин пайвастиҳои моддаҳои фаъоли биологӣ мебошанд.

Дар **боби 4** “Қоркарди ангишти захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон барои истеҳсоли гази технологӣ” раванди газкунии ангишт бо истифодаи моддаҳои газкунанда: буғи обӣ, оксиген ва ҳаво тавсиф шуда, модели математикии баланси материалию гармии он тартиб дода, бо истифодаи нишондиҳандаҳои мувозинии модели математикӣ газкунии ангишти захирагоҳҳои Зиддӣ, Фон-Яғноб, Шӯроб ва антрацити Назар Айлоқ барои ҳосил намудани гази генератории қобилияти гармидиҳиаш баланд гузаронида шуд. Инчунин усули

технологияи босамари газкунии ангишт барои истеҳсоли газҳои истеҳсоли аммиак ва карбамид коркард шуд:

а) раванди газкунии ангишт ва модели математикии он;

Раванди газкунии ангиштро асосан реаксияҳои зерин ифода мекунанд:



Модели математикии баланси масса ва гармии раванди газкунии ангишт дар намуди умӯмӣ бо муодилаҳои зерин ифода карда мешавад

$$\Sigma m_{\text{сарф.}} = \Sigma m_{\text{ҳосил.}}, \quad (10)$$

$$\Sigma Q_{\text{омад.}} = \Sigma Q_{\text{сарф.}} \quad (11).$$

ки дар он $\Sigma m_{\text{сарф.}}$ – массаи умӯмии моддаҳои сарфшуда, кг; $\Sigma m_{\text{ҳосил.}}$ – массаи умӯмии моддаҳои ҳосилшуда, кг; $\Sigma Q_{\text{омад.}}$ – миқдори умӯмии гармии ба муҳити газкунии ангишт дохилшуда, кҶоул/кг; $\Sigma Q_{\text{сарф.}}$ – миқдори умӯмии гармии дар муҳити газкунии ангишт сарфшуда, кҶоул/кг, мебошанд.

Барои зиёд истеҳсол намудани газҳои гармитавлидкунанда шарти ҳалли модели математикии (10)– (11)–ро чунин қабул мекунем:

$$CO_2 = \min = \text{const}; CH_4 + H_2 + CO = \max, \quad (12).$$

Газкунии ангишт бо намунаҳои дар ҷадвали 6 оварда гузаронида шуд.

Ҷадвали 6. - Намунаҳои ангишт ва таркиби онҳо

Ангишт	Миқдори компонентҳои таркиби ангишт, %						
	C	H	N	O	S	A _a	W
Зиддӣ	76.4	4.5	2.2	4.1	1.3	9.2	2.3
Ф-Я	80.5	4.9	1.7	2.2	1.3	5.1	4.3
Шӯроб	78.3	3.5	1.3	2.4	1.8	6.2	6.5
Н-А	87.0	3.1	1.2	3.2	1.1	2.8	1.6

Модели математикии (10) ва (11) барои се речаи газкунии ангишт ҳал карда шуд: *а) варианти 1: 10% C ба CO₂; 10% C ба CH₄; 80% C ба CO табил мешавад; б) варианти 2:*

5% C ба CO₂; 20% C ба CH₄ ва 75% C ба CO табдил мешавад; в) *варианти 3*: 5% C ба CO₂; 15% C ба CH₄ ва 80% C ба CO табдил мешавад. Дар ҳама ҳолат S ба H₂S табдил мешавад.

Ҳисобкунии нишондиҳандаҳои модели математикӣ барои газкунии 100 кг ангишт дар ҳарорати 1000°C гузаронида шуд. Барои ҳисоб намудани қобилияти гармидиҳии газӣ генераторӣ бузургҳои зерини гармидиҳии газҳои алоҳида истифода шуданд: CH₄ – 55.6 мДж/кг; CO – 10.104 мДж/кг; H₂ – 141 мДж/кг; H₂S – 15.4 мДж/кг. Дар ҷадвали 7 нишондиҳандаҳои баланси материалии раванди газкунии ангишт барои намунаҳои коркардшуда оварда шудаанд.

Ҷадвали 7. - Нишондиҳандаҳои баланси материалии газкунии ангишт

Варианти газкунии Ангишт	Харчи ашё, кг				Ҳосилшавии маводҳо, кг		
	Ангишт	ҳаво	буғи обӣ H ₂ O	ҳамагӣ	гази ге- нераторӣ	хокис- тар	ҳамагӣ
Ангишти захирагоҳи Зиддӣ							
1	100	75.6	87.6	263.2	254.0	9.2	263.2
2	100	32.0	88.9	220.6	210.3	9.2	219.5
3	100	32.0	82.2	214.2	204.7	9.2	213.9
Ангишти захирагоҳи Фон-Яғноб							
1	100	88.4	90.9	279.3	273.6	5.1	278.7
2	100	42.0	86.9	226.9	221.6	5.1	226.7
3	100	42.0	91.0	233.0	227.6	5.1	232.7
Ангишти захирагоҳи Шӯроб							
1	100	87.5	85.4	272.9	266.2	6.2	272.4
2	100	42.4	79.5	221.9	215.4	6.2	221.6
3	100	42.4	85.9	227.9	221.3	6.2	227.5
Антрасити захирагоҳи Назар Айлоқ							
1	100	91.0	101.6	292.6	289.3	2.8	292.1
2	100	41.0	95.1	236.1	233.1	2.8	235.9
3	100	41.0	101.6	242.6	239.7	2.8	242.5

Дар ҷадвали 8 нишондиҳандаҳои таркибию миқдорӣ ва гармидиҳии воҳидии газӣ генераторӣ ҷамъбаст шудаанд.

Чадвали 8. - Таркиб ва гармидиҳии гази генераторӣ

Вари-ант	Таркиб (% мас.), миқдори газҳои гармидиҳанда ($\Sigma_{т.г.}$,%) ва гармидиҳии воҳидии гази генераторӣ, Q, мДж/кг								
	CO ₂	CH ₄	CO	H ₂	H ₂ S	N ₂	Σ , %	$\Sigma_{т.г.}$,%	Q
Ангишти захирагоҳи Зиддӣ									
1	11.0	4.0	56.2	4.6	0.5	23.7	100	65.3	14.47
2	6.7	7.3	67.9	4.9	0.6	12.6	100	80.7	17.92
3	7.1	9.9	65.3	4.1	0.6	13.0	100	79.9	18.47
Ангишти захирагоҳи Фон-Яғноб									
1	10.8	3.9	54.9	4.6	0.5	25.3	100	63.9	14.28
2	6.6	9.7	63.6	4.2	0.6	15.3	100	78.1	17.84
3	6.5	7.1	66.0	5.0	0.6	14.8	100	78.7	18.80
Ангишти захирагоҳи Шӯроб									
1	10.8	3.9	54.9	4.1	0.7	25.6	100	63.6	13.61
2	6.6	9.7	63.6	3.6	0.9	15.6	100	77.8	17.04
3	6.4	7.0	66.1	4.4	0.9	15.2	100	78.4	16.92
Антрцити захирагоҳи Назар Айлоқ									
1	11.0	4.0	56.2	4.0	0.4	24.4	100	64.6	13.60
2	6.9	10.0	65.3	3.4	0.5	13.9	100	79.2	17.03
3	6.7	7.3	67.8	4.3	0.4	13.5	100	78.8	17.03

Дар вариантҳои 2 ва 3 қобилияти воҳидии гармидиҳии газ нисбати *варианти 1* 22.2-31.6% зиёд аст. Дар чадвали 9 нишондиҳандаҳои муқоисавии миқдори гази генератории ҳосилшуда ва гармидиҳии он оварда шудаанд.

Чадвали 9. - Нишондиҳандаҳои муқоисавии гази генераторӣ

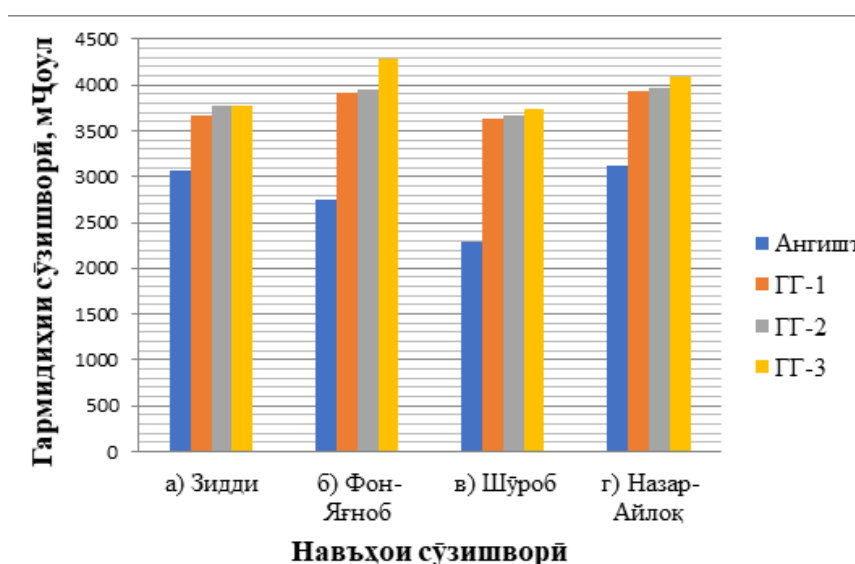
Захирагоҳ	Миқдор ($G_{тг}$) ва гармидиҳии (Q) гази генераторӣ					
	варианти 1		варианти 2		варианти 3	
	$G_{тг}$,кг	Q,мДж/кг	$G_{тг}$,кг	Q,мДж/кг	$G_{тг}$,кг	Q,мДж/кг
Зиддӣ	254.0	14.47	210.3	17.92	204.7	18.47
Фон-Яғноб	273.6	14.28	221.6	17.84	227.6	18.80
Шӯроб	266.2	13.61	215.4	17.04	221.3	16.92
Назар Айлоқ	289.3	13.60	233.1	17.03	239.7	17.03

Қобилияти гармидиҳии гази ангишти Зиддӣ ва Фон-Яғноб қариб баробаранд, вале миқдори гази ҳосилшуда аз ангишти Фон-Яғноб зиёдтар аст. Чунин ҳолат дар байни гази ангишти Шӯроб ва антратсити Назар Айлоқ бо зиёд будани миқдори гази антратсити Назар Айлоқ мушоҳида мешавад.

Мувофиқи маълумотҳои адабиётӣ гармидиҳии сӯзишвориҳои саҳти санҷишӣ дар ҳудудҳои зерин тағйир меёбад: ангишти Зиддӣ 28.04-33.4 мҶоул/кг; ангишти Фон-Яғноб 26.1-28.6 мҶоул/кг; ангишти Шӯроб 17.3-28.5 мҶоул/кг; антратсити Назар Айлоқ ба ҳисоби миёна 31.3 мҶоул/кг. Муқоисаи қиматҳои миёнаи ин нишондиҳандаҳо бо нишондиҳандаҳои гармидиҳии гази генератории аз 100 кг намунаҳои санҷишӣ ҳосилшуда дар диаграммаи **расми 5** муайян мекунад, ки гармидиҳии гази ангишти Зиддӣ 19.7-23.1%; гази ангишти Фон-Яғноб 42.6 - 56.2%; гази ангишти Шӯроб 58.1 - 63.4% ва гази антратсити Назар Айлоқ 25.9 – 30.6% зиёд аз гармидиҳии ашёи аз он ҳосилшудаашон мебошанд. Ин нишондиҳандаҳо маҳсулнокии газкунии сӯзишвории саҳтро тасдиқ мекунад.

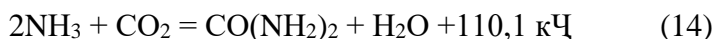
б) газкунии ангишт барои истеҳсоли газҳои таркиби аммиак ва карбамид;

Дар таҳқиқоти мазкур ангиштро барои ҳосил намудани газҳои таркиби аммиак NH_3 ва карбамид $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, ки васеъ дар истеҳсолоти кимиёвӣ истифода мешаванд, газкунӣ намудем. Аммиак барои истеҳсоли моддаҳои нитрогендор (кислотаҳои HNO_3 ва HNO_2 , намакҳои нитрогендор ва ғ.) истифода мешавад. Карбамид аз NH_3 ва CO_2 истеҳсол карда мешавад ва онро ҳамчун нурии баландсифати кимиёвӣ, ки 46.7 % N_2 дорад, барои серғизо намудани замини қорам истифода мебаранд.

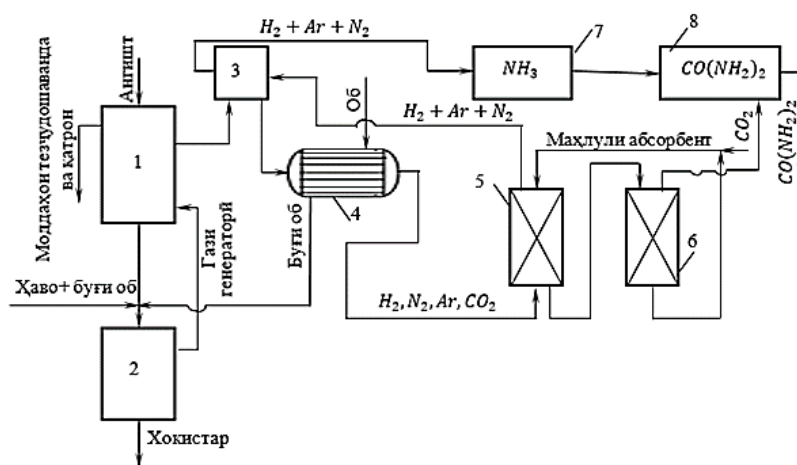


Расми 5. - Диаграммаи нишондиҳандаҳои қобилияти гармидиҳии 100 кг сӯзишвории саҳт ва гази генератории ангишти: а)Зиддӣ; б)Фон-Яғноб; в) Шӯроб; г) Назар Айлоқ.

Ҳосилшавии аммиак ва карбамид аз газҳо аз рӯи реаксияҳои зерин мегузарад



Дар расми 6 нақшаи технологияи ҳосил намудани газҳои H_2 , N_2 ва CO_2 аз ангишт оварда шудааст. Дар реактори 1 дар ҳарорати $550^\circ\text{C} - 600^\circ\text{C}$ аз таркиби ангишт моддаҳои тезҷудошаванда газ шуда, аз реактор бароварда мешаванд ва карбони боқимонда мулоим шуда, дар ҳарорати аз 950°C то 1000°C бо истифодаи омехтаи буғи обӣ ва ҳаво дар реактори 2 газкунӣ мешавад. Шартҳои асосии раванди газкунии карбони мулоимшуда он аст, ки бояд омехтаи буғи обӣ ва ҳаворо ба миқдорҳои гирифташуда лозим, ки дар аввал гузаронидани реаксияҳои (3)-(6)-ро дар ҳароратҳои аз 950°C то 1000°C , бе истифодаи гармии аз берун ба реактор дода, таъмин намоянд ва пас дар таркиби гази генераторӣ таносуби миқдории $\text{H}_2:\text{N}_2 = (3.1 \dots 3.2):1$ бояд бошад. Таъмини ин таносуб барои гузаронидани синтези NH_3 мувофиқи реаксияи (13) лозим аст. Ин талаботҳо бо роҳи ҳал намудани модели математикии раванди газкунии ангишт (10)-(12), ки дар боло таҳлил намудем, муайян карда мешаванд.



Расми 6. - Нақшаи технологияи усули ҳосилкунии газҳо барои истеҳсоли аммиак ва карбамид: 1-реактори гармкунии ангишт ва ҳосилкунии карбони мулоим; 2-генератори газкунии карбон; 3-гармишвазкунаки гази генераторӣ ва омехтаи гидрогену нитроген; 4-деги истифбарии гармӣ барои истеҳсоли буғи обӣ; 5-абсорбери CO₂; 6-десорбери CO₂; 7-реактори ҳосилкунии NH₃; 8-реактори ҳосилкунии CO(NH₂)₂.

Амалиётҳои иҷрошавандаи технологияи коркардшуда аз нақшаи он айён ҳастанд, тавсифи онҳо пурра дар рисолаи пешниҳодшуда оварда шудааст. Дар **Ҷадвали 10** нишондиҳандаҳои раванди газкунии намунаи ангишти кони Фон-Яғноб, ки таркибаш, мас. %: 80.5C; 4.9H; 1.7N; 2.2 O; 1.3S; 5.1A_a; 4.3W аст, оварда шудаанд. Таносуби

миқдории моддаҳои дар газкунӣ иштирок намуда (*ангишт:буғи обӣ:ҳаво*)=(1:6,016:4,76) кмол мебошад. Дар таркиби ГГ таносуби $N_2 / N_2=3.04$ мебошад,ки барои истеҳсоли аммиак мувофиқ аст.

Ҷадвали 10. - Баланси материалии тарзи газкунии ангишт барои ҳосил намудани газҳои истеҳсолоти аммиак ва карбамид

Ашёи газкунӣ		Моддаҳои газкунӣ		Маҳсулоти газкунӣ	
Модда	миқдор,кг	Модда	миқдор,кг	модда	миқдор, кг
Ангишт	100.0	CO ₂	295.24	NH ₃	127.84
Ҳаво	138.04	N ₂	105.28	CO(NH ₂) ₂	224.6
H ₂ O _{буғ}	205.56	H ₂	22.84	CO ₂	2.24
–	–	Хокистар	5.10	H ₂	0.40
–	–	моддаҳои тезчудошаванда	14.40	моддаҳои тезчудошаванда	14.40
–	–	Фарқият	1.14	хокистар	5.10
–	–	–	–	H ₂ O _{кон.}	67.68
–	–	–	–	фарқият	1.34
Ҳамагӣ	443.60	Ҳамагӣ	443.60	ҳамагӣ	443.60

Технологияи коркардшуда бепартов буда, инчунин гармии зинаҳои тафсонаи он барои гарм намудани зинаҳои ҳарораташон паст истифода мешавад, ки имконият медиҳад барои пурра амалӣ намудани он аз берун гармӣ сарф нашавад.

ХУЛОСАҶО

1. Таҳлили аналитикии мавҷеъи ҷойгирӣ ва миқдории захирагоҳҳои ангишти чумхурӣ ва гурӯҳбандии онҳо маълум намуд, ки ангишти захирагоҳҳои Фон-Яғноб, Шӯроб, Зиддӣ, Назар Айлоқ, Сайёд, Ҳакимӣ, Тошқутан, Куртегин ва Шишкати Калон истифодаи васеъро барои таъмини талаботи истеҳсолии корхонаҳо ва аҳоли бо маводи энергиябаранда дорад [1-М, 4-М, 5-М, 7-М].

2. Таҳқиқоти таркибии ангишти захирагоҳҳои ангишт нишон доданд, ки миқдори моддаҳои ба КГ табдилёбанда дар ангишти Шӯроб ва намунаи софкардаи ангишти Шишкати Калон баландтарин то 22.3-24.0 %, дар ангишти Фон-Яғноб, Сайёд, Зиддӣ, Куртегин ва Шишкати Калон (дар мавзеъи болои деҳа) дар ҳудудҳои 13.2 - 16,6 % буда, вале дар таркиби ангишти Тошқутан, Ҳакимӣ ва антрцити Назар Айлоқ аз 5.8% то 9.5% мебошад [2-М, 3-М, 7-М, 8-М, 10-М, 11-М].

3. Қобилияти экстраксияшавии моддаҳои гуминӣ зери таъсири ҳалкунандаҳои органикӣ ба тартиби зерин зиёд мешавад: 1-гептан; 2-гексан; 3-этилатсетат; 4-хлороформ; 5-бензол. Бо зиёд шудани вақти таъсири ҳалкунандаҳо ба ангишт миқдори моддаҳои экстраксияшуда меафзояд. Қобилияти ҳалкунии бензол нисбати дигар ҳалкунандаҳои номбаршуда 2.0 - 3.5 маротиба зиёд аст [2-М, 3-М, 4-М].

4. Раванди оксидкунии моддаҳои гуминии таркиби ангиштҳои санчидашударо барои ҳосил намудани КГ бо истифода бурдани кислотаҳои HNO_3 ва HCl гузаронидан маҳсулноқ мебошад. Қобилияти экстраксияшавии КГ аз таркиби ангишт бо зиёдшавии концентратсияи кислота, таносуби миқдории “ангишт:маҳлули кислота” ва вақти коркарди он бо маҳлули кислота меафзояд [2-М, 3-М, 4-М].

5. Қобилияти ҷудошавии КГ аз ангишти Шӯроб нисбати ангишти Фон-Яғноб зиёдтар мебошад. Дар ҳолати дар давоми то 2 соат коркарди ангишти Шӯроб бо маҳлули 50 %-и кислотаи HNO_3 ҷудошавии КГ то 74.1 % меафзояд [2-М, 3-М, 4-М, 8-М, 10-М].

6. Технологияи сермаҳсули газкунии ангишт барои ҳосил намудани гази генератории энергиябарандагиаш баланд коркард шудааст. Технологияи коркардшуда бо ҳалли мувозинии модели математикии раванди газкунии ангишт имконият медиҳад, ки чунин таносубҳои миқдории “ангишт:буғи обӣ:ҳаво”-ро истифода бурд, ки дар таркиби гази генератории ҳосилшаванда миқдори газҳои гармидиҳӣ надошта ($\text{CO}_2 + \text{N}_2$) кам, вале миқдори газҳои энергиябаранда ($\text{CO} + \text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{H}_2\text{S}$) афзалият дошта бошад [4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 12-М].

7. Ангишти захирагоҳҳои Фон-Яғноб, Зиддӣ, Шӯроб ва антрацити Назар Айлоқ қобилияти хуби газшавӣ барои ҳосил намудани гази генератории энергиябарандагии баланд доштаро дорад. Дар ҳолати истифодаи қиматҳои мувозинии “ангишт:буғи обӣ.ҳаво” барои газкунии ангишт миқдори газҳои энергиябаранда ($\text{CO}+\text{CH}_4+\text{H}_2+\text{H}_2\text{S}$) дар таркиби гази генераторӣ то 78.1-80,7 % меафзояд [4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 12-М].

8. Гази генератории аз газкунии ангишт ҳосилшуда нисбати гармидиҳии ангишти истифодашуда қобилияти гармидиҳии баланд дорад. Афзоиши қобилияти гармидиҳии гази генератории ангишти: Зиддӣ 19.7- 23.1%; Фон-Яғноб 42.6 - 56.2 %; Шӯроб 58.1- 63,4% ва антрацити Назар Айлоқ 25,9 - 30,6% мебошад [6-М, 7-М, 12-М].

9. Усули газкунии ангишт барои истеҳсоли газҳои таркиби аммиак ва карбамид коркард шудааст, ки имконият медиҳад дар доираи як корхона бо истифодаи ангишт, буғи обӣ ва ҳаво истеҳсолоти комплекси $\text{H}_2, \text{N}_2, \text{CO}_2, \text{NH}_3, \text{CO}(\text{NH}_2)_2$, хокистари ангишт, моддаҳои тезхориҷшавандаи таркиби ангишт ва буғи обиро ташкил карда шавад. Усули коркардшуда бепартов ва камхарҷ аст, энергиятаъминкунии он асосан аз ҳисоби гармии равандҳои дохилиаш амалӣ карда мешавад [12-М].

10. Таҳқиқоти мазкур имконият медиҳад, ки аз ангиштҳои захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон, бо харҷи кам ва бе партовҳои истеҳсолотӣ, кислотаҳои гуминӣ, гази генератории энергиябарандагӣ баланд ва газҳои реаксионӣ барои ҳосил намудани моддаҳои кимиёвӣ ҳосил карда шаванд. Ҷорӣ намудани ин технологияҳо дар соҳаҳои энергетика, саноати кимиёвӣ ва ғ. на танҳо талаботи иқтисодӣро бо гармӣ ва ашёи истеҳсоли маводҳои кимиёвӣ таъмин мекунад, балки низ тозагии муҳити табиӣи кишварамонро нигоҳ медорад ва барои барпо намудани иқтисодиёти сабз мусоидат менамояд [2-М, 4-М, 6-М, 9-М, 10-М, 11-М, 12-М, 13-М].

РҶҶҲАТИ НАШРҲО ДАР МАВЗҶИ ДИССЕРТАТСИЯ

Мақолаҳои дар маҷаллаҳои илмӣ тавсиянамудаи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашршуда:

[1-М]. Эмомов Б.Ф. Хосиятҳои энергиябарандагии конҳои ангишти “Ҳакимӣ” и “Тошқутан” / П.М. Насрединова, Ф.Д.Ибрагимов, Б.Ф.Эмомов// Илм ва инноватсия, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ, 2023, №1.- С. 107-109.

[2-М]. Эмомов Б.Ф. Извлечение гуминовых кислот пирофосфатным методом / Д.Э.Ибрагимзада, Т.М. Махмудова, Б.Ф. Эмомов// Вестник Бохтарского, государственного университета имени Носира Хусрав (научный журнал), серия естественных наук, 2023, № 2/1 (108).-С 111.-114.

[3-М]. Эмомов Б.Ф. Технологияи муфиди ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ дар асоси беъзе намунаҳои захираҳои ангишти Ҷумҳурии Тоҷикистон / Эмомов Б.Ф. // Илм ва инноватсия, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, бахши илмҳои геологӣ ва техникаӣ, 2023, №4, С. 82 -87.

[4-М]. Эмомов Б.Ф. Технологияи ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ дар асоси ангиштҳои конҳои Ҳақимӣ, Шӯроб, Фон-Яғноб, Назар Айлоқ, Зиддӣ, Куртегин, Сайёд ва Санги танг / Иброҳимзода Д.Э., Назарова Х.Д., Эмомов Б.Ф. // Илм ва инноватсия, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, Бахши илмҳои геологӣ ва техникаӣ, 2024.- №1.-С.120-124.

[5-М]. Эмомов Б.Ф. Уголь основных месторождений Таджикистана как сырьё для производства гуминовых кислот / Шарифов А., Эмомов Б.Ф., Зухурова М.А., Субханов Д.К., Ибрагимзада Д.Э. // Доклады НАНТ, 2024, Т., № 5-6.-С.

[6-М]. Эмомов Б.Ф. Газификация углей основных месторождений Таджикистана / Шарифов А., Эмомов Б.Ф., Субханов Д.К., Зухурова М.А. // Политехнический Вестник, Таджикский технический университет имени акад.М.С.Осими, 2024, №3 (67).- С.37-41.

Мақолаҳои дар дигар нашрияҳо ҷопшуда:

[7-М]. Эмомов Б.Ф. Хосиятҳои энергиябарандагии баъзе захираҳои ангишти Ҷумҳурии Тоҷикистон / Д.Э.Иброҳимзода, Б.Ф.Эмомов// Вестник Института энергетика Таджикистана, Серия инженерных, инновационных и инвестиционных исследований, 2023, №4 (4).- С.62-64.

[8-М]. Эмомов Б.Ф. Таҳлилҳои спектрии моддаҳои гуминии таркиби ангишт / Иброҳимзода Д.Э., Эмомов Б.Ф., Ибрагимов Ф.Д. // Вестник Института энергетика Таджикистана, Серия инженерных, инновационных и инвестиционных исследований, 2023. №3 (3) - 2023.- С.14-17.

[9-М]. Эмомов Б.Ф. Перспективы применения триацилглицерина как альтернативное топливо / Т.М.Махмудзода, П.М. Насрединов, Б.Ф.Эмомов// Материалы международной научно-практической конференции, (ISSN -2709-1201), Алматы, Казахстан, 2023, 30 ноября 2023 г.- С. -110-115.

[10-М]. Эмомов Б.Ф. Таҳлили спектрии моддаҳои гуминии таркиби ангишт/ Ж.А. Олифтаев, П.М, Насрединов, Б.Ф. Эмомов// Материалҳои конференсияи

байналмиллалии илмӣ_амалӣ “Энергетика – соҳаи калидии рушди иқтисодиёти миллӣ”, Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон, 22 декабри соли 2023.- С-110.

[11-М]. Эмомов Б.Ф. Исследование гуминовых кислот в углях Таджикистана /Б.Ф.Эмомов//Вестник фундаментальной и клинической медицины,Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино, 2024,№4(10).- С.421-422.

[12-М]. Эмомов Б.Ф.Технология переработки угля для получения газов в производствах аммиака и карбамида / А.Шарифов, Б.Ф.Эмомов, Д.К.Субханов, М.А.Зухурова // 19 Нумановские чтения “Развитие фундаментальной и прикладной химии и её вклад в индустриализации страны”, Душанбе, 16 октября 2024 г. -С. 120_124.

[13-М]. Эмомов Б.Ф. Потенциальные возможности Таджикистана для развития водородной энергетики/Х.А.Хусайнов,М.С.,Кувватзода, Б.Ф.Эмомов, Шарифов А. // Материалы международной научно-практической конференции ”Зеленая энергетика:состояние и перспективы”,технический колледж ТТУ имени акад.М.С.Осими,Душанбе, 17 октября 2024 г.-С. 73_77.

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
ИНСТИТУТ ХИМИИ ИМЕНИ В.И.НИКИТИНА
ИНСТИТУТА ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ, ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОЛОГИИ

УДК:552.11(575.3)

ББК:24.46

Э- 57



На правах рукописи

ЭМОМОВ БАХРОМ ФАЙЗУЛЛАЕВИЧ

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ ОСНОВНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТАДЖИКИСТАНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГУМИНОВЫХ
КИСЛОТ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГАЗА**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
05.17.00- Химическая технология (05.17.01 – Технология неорганических веществ)

ДУШАНБЕ – 2024

Научная работа проведена в отделе «Водородная энергетика»- Института химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана и в лаборатории «Энергетики, ресурсов и энергосбережения»- Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана.

Научный руководитель: **Абдумумин Шарифов** – доктора технических наук, профессор, заведующий отделом «Водородная энергетика» Института химии имени В.И. Никитина НАНТ

Официальные оппоненты: **Рузиев Джура Рахимназарович** - доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная химия» химического факультета Национального университета Таджикистана

Зоиров Хусайн Абдурахмонович - кандидат химических наук, доцент кафедрой “Общей и неорганической химии” Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими

Ведущая организация: Государственное научное учреждение «**Научно-исследовательский институт**» Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан

Защита диссертации состоится “26” февраля 2025 года, в 10-00 на заседании диссертационного совета 6D.KOA-042 на базе Института химии имени В.И.Никитина НАН Таджикистана и Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана по адресу: 734063, г.Душанбе,ул. Айни, 299/2 в зале учёного совета,Е-mail: f.khamidov@cbrn.tj.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Института химии им.В.И.Никитина НАНТ www.chemistry.tj.

Автореферат разослан “ “ 2025 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук



Хамидов Ф.А.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Уголь как многокомпонентное органо-минеральное вещество используется как энергоноситель и как природное сырьё в производствах многих химических веществ, в том числе, для получения газов с высокими теплотворностями CH_4 , CO , H_2 и гуминовых кислот (ГК). Согласно статистическим данным на территории Таджикистана имеются 36 месторождений с общим запасом более 4 миллиарда т угля. Эффективное использование угля позволяет с использованием безотходных технологий переработать его для получения из него газового топлива и других химических веществ, в том числе технологических газов (ТГ) в производствах аммиака, карбамида, азотной кислоты, азотистой кислоты, азотсодержащих солей и других веществ.

В данной работе проведено исследование по получению из угля основных месторождений Таджикистана гуминовые кислоты (ГК), энергетические газы (ЭГ) и ТГ. ГК используются в производствах многих веществ. В общем, использование угля месторождений Таджикистана для получения ГК, ЭГ, ТГ и других веществ, и использование других компонентов состава угля, которые также образуются при его переработке, вносят определённый вклад в стратегии индустриализации экономики страны. Поэтому, данное научное исследование, которое посвящено безотходной переработке угля месторождений страны, является важным и актуальным для эффективного использования угля в производствах тепла и материалов.

Целью данного исследования является разработка физико-химических основ технологии переработки угля основных месторождений Таджикистана для производства гуминовых кислот, энергетических и технологических газов и попутно образующихся веществ.

Для реализации данной цели решены следующие задачи::

- проведено аналитическое исследование места нахождения и количественных запасов угля месторождений, проходившихся геолого-поисковых обследований и осуществление их сгруппирование;
- изучены составы, физико-химические показатели и теплотворной способности углей основных месторождений Таджикистана;
- дана количественная оценка содержания веществ состава угля, способных превращаться в гуминовые кислоты;
- разработана эффективная технология получения гуминовых кислот из состава угля с определением их количества, молекулярного строения и физико-химических свойств;

- разработана эффективная технология газификации угля основных месторождений Таджикистана с определением её оптимальных показателей;
- разработана эффективная технологии газификации угля для получения газов в производствах аммиака и карбамида.

Объекты исследования. Объектами исследования являются пробы углей месторождений Шураб, Фон-Ягноб, Зидди, Хакими, Сайёд, Назар Айлок, Куртегин, Тошкунтан и Большой Шишкат, технологические газы (ТГ), энергетические газы (ЭГ) и гуминовые кислоты (ГК), полученные из углей названных месторождений.

Тема исследования включает процессы газификации угля и его переработки для получения гуминовой кислоты, использование полученных газов в качестве эффективных энергоносителей и химических реагентов в производствах аммиака и карбамида, анализ состава и свойств полученных гуминовых кислот из исследуемых углей, оценка эффективности углей для производства ГК, ЭГ и ТГ.

Способы и методы исследования. В данной работе, с применением соответствующих оборудований и точных приборов использованы способы и методы физико-химических и технологических исследований, принятые в отрасли технология неорганических веществ.

Научная новизна результатов исследования:

1. Проведены исследования составов и свойств углей месторождений Фон-Ягноб, Шураб, Зидди, Сайёд, Хакими, Тошкунтан, Куртегин, Большой Шишкат и антрацит Назар Айлока. Определено, что:

- содержание веществ, способных превращаться в ГК, в угле Шураба и очищенной пробы угля Большой Шишкат составляет 22.3-24.0 %, в углях Фон-Ягноба, Сайёд, Зидди, Куртегин и Большой Шишкат (на участке выше кишлака) 13.2-16.6%, в углях Тошкунтана, Хакими и антрацита Назар Айлок 5.8 – 9.5%;

- экстрагируемая способность гуминовых веществ в органических растворителях повышается в следующем порядке: 1-гептан; 2-гексан; 3-этилатцетат; 4-хлороформ; 5-бензол. Экстракционная скорость бензола от 2.0 до 3.5 раза выше, чем для других растворителей. Продолжительность процесса экстракции положительно влияет на выход гуминовых веществ;

- использование кислот HNO_3 и HCl для окисления гуминовых веществ является эффективным. Скорость экстракции ГК из состава угля с повышением

концентрации кислоты, количественного отношения “*уголь:раствор кислоты*” и времени экстракции повышается;

- способность выделения ГК из состава угля Шураб является повышенной: при обработке угля Шураб 50 %-ным раствором HNO_3 степень выделения ГК повышается до 74.1%.

2. Разработана эффективная технология газификации углей месторождений Фон-Ягноб, Зидди, Шураб и антрацита Назар Айлок с использованием оптимальных значений количественного соотношения “*уголь:водяной пар :воздух*”. Определено, что:

- уголь данных месторождений имеет высокую способность к газификации, в составе газа, полученного газификацией угля, содержание ЭГ составляет 78.1-80.7%;

- теплотворность газа, полученного из: угля Зидди - на 19,7 - 23,1%; угля Фон-Ягноб - на 42.6 - 56.2%; угля Шураб- на 58.1 – 63.4% и из антрацита Назар Айлок -на 25.9 – 30.6% выше теплотворности угля для их получения.

3. Разработанный способ газификации угля для получения газов в производствах аммиака и карбамида позволяет в пределах одного промышленного предприятия с использованием угля, водяного пара и воздуха организовать комплексное производство $\text{H}_2, \text{N}_2, \text{CO}_2, \text{NH}_3, \text{CO}(\text{NH}_2)_2$, золы угля, летучие и смолистые вещества состава угля, водяной пар. Данный способ является безотходным и малозатратным, его теплообеспечение в основном осуществляется использованием тепла его внутренних стадий.

Достоверность результатов исследования.

Достоверность научных результатов обеспечивается использованием принятых методов физико-химических исследований с применением современного оборудования и точно измеряющих приборов.

Теоретическая значимость исследования. Научные результаты, полученные экспериментально-инфракрасными; ультра фиолетовыми; ядерно-магнитно-резонансными; парамагнитно-резонансными и массовыми спектральными анализами, позволяют заложить основу для диагностирования молекулярного строения гуминовых кислот

Практическая значимость исследования. Данное исследование позволяет с минимальными затратами и без образования производственных отходов переработать углей месторождений Таджикистана для получения ГК, ЭГ с высокой теплотворностью и ТГ для получения химических веществ. Внедрение разработанных технологий в отраслях энергетики, химической промышленности и др. не только обеспечивает потребность экономики в тепле и сырье для получения химических материалов, но и сохраняет

экологическую чистоту природы нашей земли и способствует созданию зеленой экономики в стране.

Личный вклад соискателя выражается в анализе литературных данных по исследуемой теме, выполнение научно-практических исследований по переработке образцов углей основных месторождений страны в ГГ, интерпретации полученных научных результатов, подготовке научных статей и материалов конференций, написание диссертации и формировании выводов.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждались и получили одобрение на: Международной научно-практической конференции, (ISSN - 2709-1201), Алматы, Казахстан, 30 ноября 2023 г; Конференсияи байналмиллалии илмӣ-амалӣ “Энергетика - соҳаи кали- дии рушди иқтисодиёти миллӣ”, Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон, 22 декабри соли 2023; Республиканской научно-практической конференции: 19 Нумановские чтения “Развитие фундаментальной и прикладной химии и её вклад в индустриализации страны”, Душанбе, 16 октября 2024 г; Международной научно-практической конференции “Зеленая энергетика: состояние и перспективы развития”, Технический колледж ТГУ имени акад. М.С. Осими, Душанбе, 17 октября 2024 года.

Публикации. Результаты исследования опубликованы в 13 научных научных статей и материалов конференций, в том числе 6 статей в журналах, включённых в перечень рецензируемых научных журналов ВАК Республики Таджикистан, 3 статьи в научных журналах и 4 в материалах научных международных и республиканских конференций.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введение, четырех глав, выводов, списка использованной литературы из 130 наименования, приложение (Протокол заседание Технического совета ОАО “Азот” от 12.08.2024г.) Текст диссертации изложен на 116 страницах, содержит 32 таблицы и 22 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В введение соискатель отмечает актуальность темы, обоснует цель и задачи исследования, научную новизну, теоретическую и практическую ценность, достоверность полученных результатов исследования и приводит другие сведения об диссертационной работе.

В главе 1 “Уголь и его переработка в производствах гуминовых кислот и технологических газов” проведен анализ литературных информационных о запасах угля месторождений Таджикистана, приведены характеристики гуминовых кислот: состав и строение, свойства и способы их получения; указаны способы газификации угля для производства энергетического и технологического газов; показаны способы получения искусственного топлива и активных биологических соединений на основе гуминовых кислот, с учётом необходимости исследования физико-химических основ переработки угля месторождений страны обоснована цель и определены задачи исследования.

В главе 2 “Объекты и способы исследования” описаны объекты и способы их исследования. Основным объектом исследования является выяснение возможностей получения гуминовых кислот и генераторный энергетический газ с высокой теплотворностью из углей основных месторождений Таджикистана. Поэтому, в данном исследовании определены составы и основные свойства углей месторождений Хакими, Шураб, Фон-Ягноб, Назар Айлок, Зидди, Куртегин, Сайёд, Тошкунтан и Большой Шишкат, и материалов, полученных при их переработке с определением их показателей.

Перед переработкой углей для получения гуминовых кислот и энергетический и технологический газы исследованы следующие их характеристики: *плотность, влажность, зольность, химический состав с определением органической массы угля, теплотворность угля, содержание гуминовых веществ в составе угля, способность угля растворяться в органических растворителях.* Также исследованы свойства полученных экстрактов из угля: *показатель преломления света в экстракте угля и содержание гуминовых веществ в угле. Исследованы экстрагируемая способность битума и образование гуминовых кислот с их разделением. Проведён хроматографический анализ гуминовых кислот состава углей.*

Исследование составов и свойств углей и полученных из них веществ проведено соответствующими способами, принятыми в химической технологии, органической и физической химии с использованием аппаратур и точных приборов, отвечающих стандартным требованиям.

Для проведения исследования использованы соответствующие аппаратуры и химические реактивы, необходимые для физико-химического анализа протекающей реакции. Качественное и количественное определение содержаний угля проведено анализами бумажной, трубчатой и тонколиственной хроматографии с использованием хроматографических пластинок Силуфол (Silufol UV - 254) и Мерк (D - Riesselgel 60), также хроматографов FN 14 (Германии) и ММ (Россия).

Показатель прилобления исследуемых веществ определён на рефрактометре ИРФ 56М (Россия), температура плавления веществ измерена прибором Voetus (Германия). Спектральный анализ веществ проведён на приборе Спекорд - 75 (Германия), а ультрафиолетовый анализ -на спектрофотометре Bruker AM-300. Термограммы гуминовых кислот сняты на калориметре DSC- 204 F1.

В главе 3 “Физико-химические основы производства гуминовых кислот из угля основных месторождений Таджикистана” описана технология переработки угля для получения гуминовых кислот (ГК). Из состава угля ГК выделены окислением гуминовых веществ кислотами HCl и HNO₃.

а) получение ГК окислением угля раствором HCl;

Технологическая схема получения ГК с использованием раствора кислоты HCl приведена на рисунке 1. До экстрагирования пробы угля подвергают помолу в лабораторной мельнице до размера частиц 0,1-0,3 мм. Тонкий порошок угля быстрее перерабатывается. Порядок выделения ГК и последовательность операций с использованием химических реагентов видны из технологической схемы.

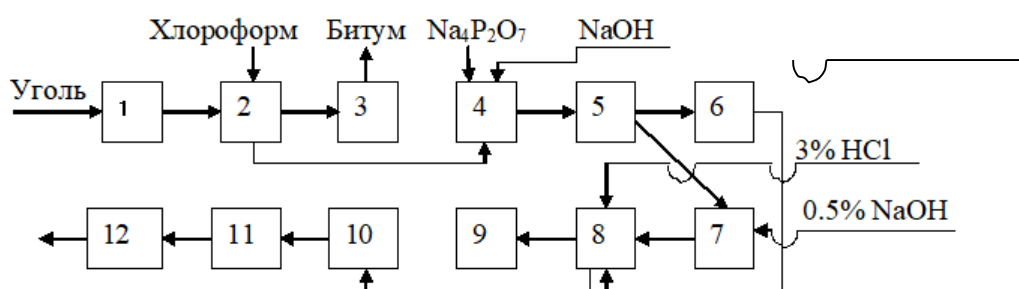


Рисунок 1. - Технологическая схема стадии переработки угля для получения гуминовых кислот: 1- измельчение угля до размера частиц 0.1-0.3 мм; 2- экстрагирование битума из состава угля хлороформом; 3-выделение битума из угля; 4-экстрагирование очищенного от битума угля растворами Na₄P₂O₇ и NaOH; 5- центрифугирование угольного теста; 6- выделение раствора экстракта от осадка угольного теста; 7- выщелачивание осадка угольного теста раствором 0.5 %-ного NaOH; 8- смешивание раствора экстракта с щелочным раствором и окисление смеси раствором 3%-ной HCl; 9-выделение водного

раствора от осадка; 10- получение твердого осадка ГК; 11- сушка осадка ГК; 12- использование ГК в производстве органо-минерального удобрения для растения

Для вычисления количество ГК используют нижеследующие формулы

$$m_1 = m \frac{100 - (W^a + A^a)}{100}, \quad (1)$$

где, m_1 – масса сухой пробы ГК после сушки в осушителе 11 на рисунке 1, г; m – масса навески угля, г; W^a – влажность навески угля %; A^a – количество золы после сжигания ГК, %.

Общее количество ГК вычисляют как

$$m_x = \frac{100 \cdot v(m_1 - m_2)}{V_1 \cdot m} \quad (2)$$

где, m_x – содержание ГК в составе угля, %; m_1 – масса сухой ГК, г; m_2 – масса золы в составе ГК, г; m – масса пробы угля, г; V – объём расхода щелочи, мл; V_1 – объём расхода аликвотного раствора для осаждение ГК, мл.

На рисунке 2 показаны количественные показатели ГК в составах углей основных месторождений Таджикистана. Наибольшее количество ГК (22.3%) имеется в составе угля Шураб и наименьшее количество ГК (5.8%) имеется в составе угля Тошкутан.

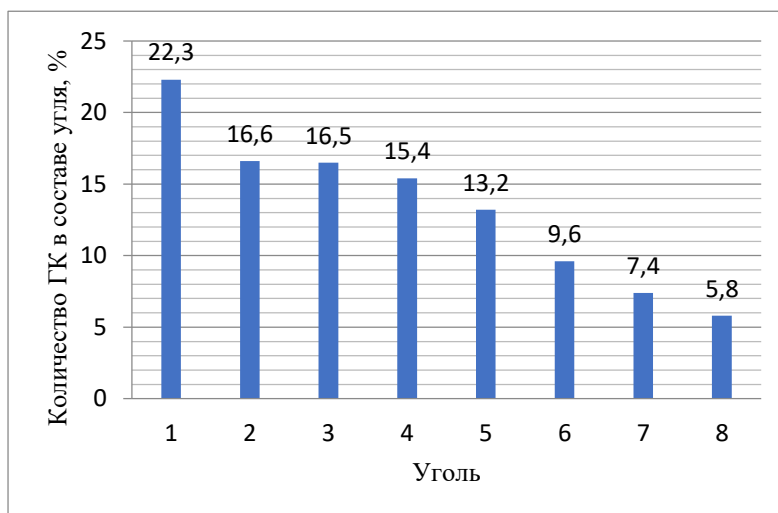


Рисунок 2. - Количество ГК в составе угля: 1-Шураб; 2-Сай- ёд; 3-Зидди; 4 - Фон Ягноб; 5-Куртегин; 6-Назар Айлок; 7-Хаками; 8-Тошкутан

б) получение гуминовых кислот с использованием HNO_3 ;

Получение гуминовых кислот с использованием азотной кислоты проведено на пробах углей Фон-Ягноба и Шураба. Влияние HNO_3 на процесс выделения ГК из угля Фон-Ягноб проведено на пробах с содержанием гуминовых веществ всего 1.05%.

Исследование проведено при изменении параметров процесса окисления в пределах: концентрация раствора HNO_3 30; 40 и 50%; время окисления угля кислотой от 5 мин до 40 мин; количественное соотношение “уголь:кислота”=(1:0,5)-1:2; температура процесса экстра-гирования ГК - 45°C. Результаты исследования обобщены в Таблице 1.

Таблица 1. - Параметры выделения ГК из угля Фон-Ягноб под влиянием HNO_3

Концентрация раствора HNO_3 ,%	Количественное отношение “уголь:кислота”	Время окисление угля, мин	Степень экстракции ГК,%
30	1:1	30	1.36
30	1:2	30	2.74
40	1:2	30	7.03
50	1:2	30	12.03
50	1:1	10	3.89
50	1:1	40	6.84

С увеличением количественного соотношения “уголь:кислота”, концентрации кислоты и времени влияния кислоты на уголь Фон-Ягноба степень выделения ГК из состава угля.

Исследование угля Шураб для экстракции ГК из его состава осуществлено на пробе следующего состава: 7.9W; 6.3A_a; органическая масса-75.8%; содержание ГК в составе органической массы 23.97% при следующих экспериментальных параметрах: количественное соотношение “уголь: кислота” = 1:2; концентрация раствора кислоты 50%; температура 45°C и продолжительность процесса экстракции ГК 0.5; 1.0; 1.5 и 2.0 ч. Переменным параметром исследования является время экстракции, что позволяет исследовать кинетику реакции экстрагирования ГК из состава угля. Результаты исследования приведены в Таблице 2.

Таблица 2. - Выход ГК из угля Шураб от продолжительности процесса экстрагирования

Содержание ГК в составе органической массы угля 23.95 %	Продолжительность процесса экстрагирования ГК, час			
	0.5	1.0	1.5	2.0
Выход КГ,%	62.4	66.6	69.8	74.1

Двухчасовое влияние 50%-ного раствора HNO_3 на пробу угля Шураб позволила вывести из её состава 74.1% ГК . Использование данного способа в промышленности требует проведения технико-экономических оценок.

Таким образом, можно заключить, что с использованием HNO_3 также можно выделить ГК из состава угля. Оптимальные параметры данного способа: температура 45°C;

количественное соотношение "уголь:кислота" =1:2; время переработки угля кислотой от 0.5 до 2 ч; концентрация раствора HNO_3 50%.

в) исследование угля месторождения Большой Шишкат для определения возможности его использования в производстве ГК

Одним из основных месторождений используемого ещё с советского периода является месторождение угля Большой Шишкат, запасы которых оцениваются в 736.7 тысячи т угля надземной и в 4 325.2 тысячи т угля подземной добычи. Уголь в основном бурый марки ЗБ без вредных примесей.

Использование угля месторождения Большой Шишкат является выгодным для развития экономики районов Пенджикент и Айни, где имеются крупные промышленные предприятия, в основном горноперерабатывающие, которые нуждаются в использовании энергоносителей, в том числе и угля.

В таблице 3 приведены показатели основных свойств угля месторождения Большой Шишкат, из которых следует, что содержание ГК в составе породы из участка выше кишлака 15.4 %, а в составе очищенного угля-22.7%. Данные составы угля являются эффективными для получения ГК, однако практическое их использование для выделения ГК требует дополнительного исследования.

Таблица 3. - Показатели основных свойств угля Большой Шишкат

Уголь Большого Шишката на участках	Содержание компонентов состава угля, мас. %				Выход ГК, мас. %
	W	Л и СВ	A _a	C	
выше кишлака	0.26	23.4	28.12	48.22	15.4
правый берег реки	0.19	19.5	18.0	62.31	3.8
левый берег реки	0.12	9.3	8.6	81.98	0.3
очищенный уголь	0.27	12.5	20.0	67.23	22.7
уголь шахты 8	0.30	24.0	28.0	47.7	1.7
отходы угля	0.9	20.0	18.0	61.1	2.9

г) исследование молекулярного строения ГК угля

Для определения молекулярного строения ГК из исследуемых углей проводили спектральные анализы. На рисунке 3 приведены спектрограммы ГК, полученные из углей Зидди, Шураб, Сайёд и Назар Айлок. Характер изменения спектров одинаковый, что свидетельствует о наличие одинаковых функциональных групп в молекулярном строение ГК, полученных из разных углей.

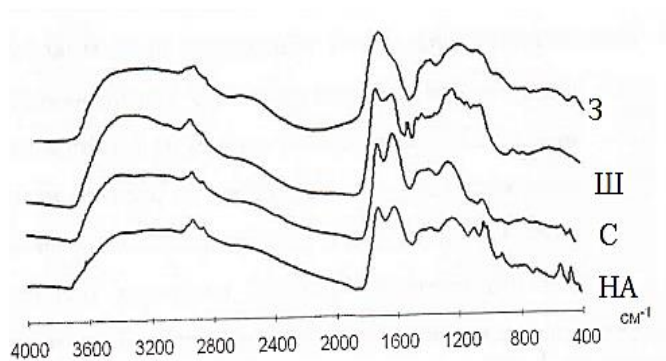


Рисунок 3. - Спектрограммы инфракрасного спектра растворов ГК, полученного из угля: 3-Зидди; III-Шураб; С-Сайёд; HA-Назар Айлок

В таблице 4 приведены показатели анализа инфракрасного спектроскопии ГК угля месторождения Хаками.

Таблица 4. -Показатели инфракрасного спектра ГК угля Хаками, (ν , см^{-1})

Функциональ-ные группы и классы инденти-фицированных соединений	Максимальное поглощение , см^{-1}	Функциональные группы и классы идентифицирован-ных соединений	Максималь-ное погло-щение , см^{-1}
N–H, O–H	3394–3348	C–OH	1170-1155
N–H и NH ₂	3259-3223	Сложные алифатические эфиры	1185–1155
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{NH} \end{array}$	3300	C = O	1700
Связь O–H с H	3650-3390	NH ₂ ва NH	850-700
Связь C–H в аминах	2880-2835	СН – ароматический	770-761
Связь OH содержащих кислот с H	2922	C–O	1093-1060
Связь NH в пирроле	2852	CO – C (гетероциклические соединения)	1184
Алифатические нитросоедине-ния C–NO ₂ (C–N)	1380-1350	Ароматические многокольцовые соединения	
Одноатомный фенол	1920-1754	Двухатомные фенолы	1750

Из величин таблицы 4 следует, что максимальное спектральное поглощение является в пределах $3400-3348 \text{ см}^{-1}$, что относится к валентным влпескам групп NH и OH. В середине этих связей нахождение группы Н является причиной поглощения амминовой функциональной группы. Причиной этого является существование агрегации разных молекул в составе ГК. Валентный влпеск не относится к ароматическим аминам. Эти органические соединения можно идентифицировать в пределах длины лучевой волны $1400-1300 \text{ см}^{-1}$.

Анализ спектров инфратструктурной спектроскопии ГК показал, что в пределах длины волны $3650-3390 \text{ см}^{-1}$ наблюдается широкое поглощение, что относится к связи водорога в функциональной гидроксильной группе (OH^-).

Определено, что влпеск инфракрасных спектров происходит при длине волны $200-100 \text{ см}^{-1}$, что связано с ослаблением связи водорога в функциональной гидроксильной группе. По этой причине, спектральное поглощение с меньшей интенсивностью происходит при длине волны 3600 см^{-1} .

Максимальное поглощение в широких пределах спектров является причиной того, что функциональная группа OH^- в молекуле исследуемой ГК является причиной появления агрегационного строения. Анализ молекулярного строения ГК показал, что функциональная группа OH^- также является ассоциированной и для устойчивости этого строения она также, как и группа COOH , вносит свой вклад.

Водородные связи могут существовать в различной форме, поэтому спектральные линии ГК расположены в более плотном состоянии, что свидетельствует о существовании функциональных групп $-\text{OH}$, $-\text{CO}$, $-\text{NH}$, NO_2 , OH , которые образуя внутримолекулярные водородные связи, при длине волны $3700-3950 \text{ см}^{-1}$ создают плотные спектры. Такие спектры также образуются при длине волны $2000-1500 \text{ см}^{-1}$, что указывает о том, что ГК имеют сложный состав и строение.

Хроматографический анализ ГК показывает, что в их составах имеются некоторые примеси, которые для наблюдения степени поглощения инфракрасных спектров при определённых площадях длины волны оказывают сопротивление.

Молекулярное строение полученных ГК было также исследовано с использованием ^{13}C ЯМР. Результаты исследования ГК, полученной из угля Шураб, приведены в Таблице 4, а показатели ГК из других углей представлены на рисунке 4.

Таблица 5. - Результаты анализа ^{13}C ЯМР ГК, полученных из угля Шураб

Химический вплеск	Положение сигналов
20.5-30.1	группа CH_3
26.5-56	группа CH_2
39-60	группа CH
22-38	C в COOH
44-75	группа CH_2 в сложном радикале
42-180	группа CH_2 в α -положении группы COOH
59-80	C в группе CH_2OH
76-90	C в группе $\text{CH}(\text{OH})$
118,5-135	C бензольного кольца в o -положении
134-160	C алкильной группы в бензольном кольце
120-151	поменяемые O и N углерода ароматического кольца
160-167	C в COOH , в эфирах и сложных амидах
190-215	C в $\text{C}=\text{O}$ и группы CHO

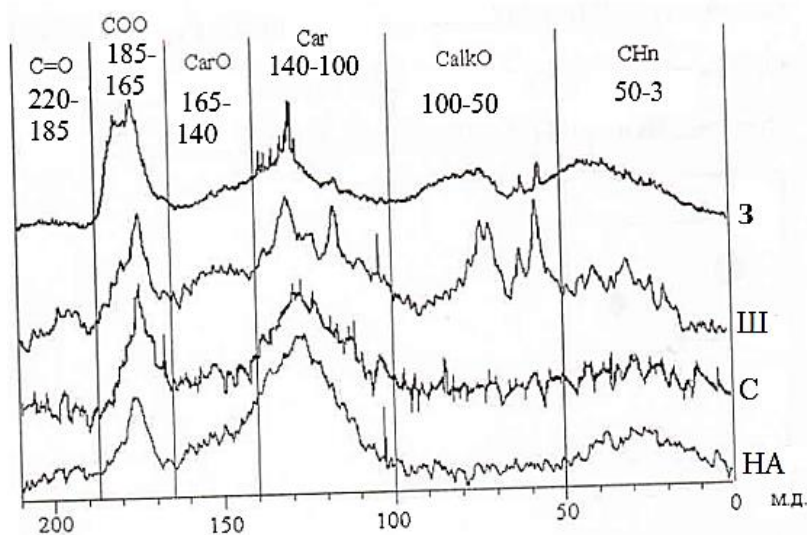


Рисунок 4. - Анализ ^{13}C ядерного магнитного резонанса ГК, полученных из углей: *З-Зидди; Ш-Шуркб; С-Сайёд; НА-Назар Айлок*

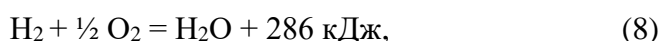
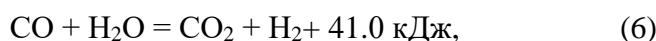
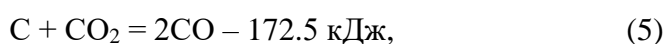
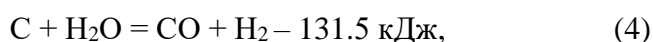
Анализ ^{13}C ЯМР ГК из угля Шураб показал, что в спектрограммах наблюдается пики с малыми диапазонами низкой интенсивности. Из литературных источников известно, что ГК не имеют определённое строение с постоянными параметрами. Проведённые

исследования показали, что ГК представляют собой как неупорядочные сополимеры с содержанием бензольного кольца, состоящей из белок и углеводов. Также определено, что заполнение отрезков высокомолекулярных и низкомолекулярных органических соединений ГК f- и d- элементами, оказывая противоречивое влияние, образуют конгломератное соединение, которые являются биологически активными веществами.

В главе 4 “Переработка угля основных месторождений Таджикистана для производства технологического газа” анализирован процесс газификации угля с использованием газифицирующих веществ: водяной пар, кислород и воздух, разработана его математическая модель материально-тепловых балансов, с использованием оптимальных параметров математической модели проведено моделирование процесса газификации углей Зидди, Фон-Ягноб, Шураб и антрацита Назар Айлок для получения генераторного газа с высокой теплотворной способностью. Также разработана эффективная технология газификации угля для получения газов в производства аммиака и карбамида:

а) процесс газификации угля и его математическая модель

Процесс газификации угля описывается реакциями:



Математическая модель материально-тепловых балансов процесса газификации угля в общем виде описывается уравнениями

$$\Sigma m_{\text{сарф.}} = \Sigma m_{\text{хосил.}}, \quad (10)$$

$$\Sigma Q_{\text{омад.}} = \Sigma Q_{\text{сарф.}} \quad (11)$$

где, $\Sigma m_{\text{сарф.}}$ – общая масса расходуемых веществ, кг; $\Sigma m_{\text{хосил.}}$ –общая масса образующихся веществ, кг; $\Sigma Q_{\text{омад.}}$ –общее количество тепла, поступающее в зону газификации угля, кДж/кг; $\Sigma Q_{\text{сарф.}}$ – общее количество тепла, расходуемое в зоне газификации угля, кДж/кг, мебошанд.

Для повышения доли теплотворных газов в составе генераторного газа условие решения математической модели (10)- (11) принимается как::

$$CO_2 = \min = \text{const}; CH_4 + H_2 + CO = \max, \quad (12)$$

Газификация угля осуществлена с пробами углей составов, приведённых в таблице 6.

Таблица 6. - Пробы угля и их составы

Уголь	Содержание компонентов состава угля, %						
	C	H	N	O	S	A _a	W
Зидди	76.4	4.5	2.2	4.1	1.3	9.2	2.3
Фон-Ягноб	80.5	4.9	1.7	2.2	1.3	5.1	4.3
Шураб	78.3	3.5	1.3	2.4	1.8	6.2	6.5
Назар Айлок	87.0	3.1	1.2	3.2	1.1	2.8	1.6

Математическая модель (10) - (11) решена для трёх вариантов газификации угля: **а) вариант 1:** 10% C превращается в CO₂; 10% C в CH₄; 80% C в CO ; **б) вариант 2:** 5% C превращается в CO₂; 20% C в CH₄; 75% C в CO; **в) вариант 3:** 5% C превращается в CO₂; 15% C в CH₄ и 80% C в CO. Во всех вариантах S превращается в H₂S.

Решение математической модели осуществлено для газификации 100 кг угля при температуре 1000°C. Для расчёта теплотворности генераторного газа использованы удельные теплотворности газов: CH₄ - 55.6 мДж/кг; CO -10.104 мДж/кг; H₂ -141 мДж/кг; H₂S -15.4 мДж/кг. В таблице 7 приведены показатели газификации проб исследуемых углей.

Таблица 7. - Показатели материального баланса газификации угля

Варианты газификации Угля	Количество сырья, кг				Количество продукта, кг		
	уголь	воздух	H ₂ O _{пар}	всего	ГГ	зола	всего
Уголь месторождения Зидди							
1	100	75.6	87.6	263.2	254.0	9.2	263.2
2	100	32.0	88.9	220.6	210.3	9.2	219.5
3	100	32.0	82.2	214.2	204.7	9.2	213.9
Уголь месторождения Фон-Ягноб							
1	100	88.4	90.9	279.3	273.6	5.1	278.7
2	100	42.0	86.9	226.9	221.6	5.1	226.7
3	100	42.0	91.0	233.0	227.6	5.1	232.7
Уголь месторождения Шураб							
1	100	87.5	85.4	272.9	266.2	6.2	272.4
2	100	42.4	79.5	221.9	215.4	6.2	221.6
3	100	42.4	85.9	227.9	221.3	6.2	227.5
Антрацит месторождения Назар Айлок							
1	100	91.0	101.6	292.6	289.3	2.8	292.1
2	100	41.0	95.1	236.1	233.1	2.8	235.9
3	100	41.0	101.6	242.6	239.7	2.8	242.5

В таблице 8 обобщены показатели состава, количества и теплотворности генераторного газа.

Таблица 8. - Состав и теплотворность генераторного газа

Вариант	Состав (мас. %), количество теплотворных газов ($\Sigma_{т.г.}$,%) и удельная теплотворность генераторного газа, Q, мДж/кг								
	CO ₂	CH ₄	CO	H ₂	H ₂ S	N ₂	Σ , %	$\Sigma_{т.г.}$,%	Q
Уголь месторождения Зидди									
1	11.0	4.0	56.2	4.6	0.5	23.7	100	65.3	14.47
2	6.7	7.3	67.9	4.9	0.6	12.6	100	80.7	17.92
3	7.1	9.9	65.3	4.1	0.6	13.0	100	79.9	18.47
Уголь месторождения Фон-Ягноб									
1	10.8	3.9	54.9	4.6	0.5	25.3	100	63.9	14.28
2	6.6	9.7	63.6	4.2	0.6	15.3	100	78.1	17.84
3	6.5	7.1	66.0	5.0	0.6	14.8	100	78.7	18.80
Уголь месторождения Шураб									
1	10,8	3.9	54.9	4.1	0.7	25.6	100	63,6	13.61
2	6,6	9.7	63.6	3.6	0.9	15,6	100	77.8	17.04
3	6.4	7.0	66.1	4.4	0.9	15.2	100	78.4	16.92
Антрацит месторождения Назар Айлок									
1	11.0	4.0	56.2	4.0	0.4	24.4	100	64.6	13.60
2	6.9	10.0	65.3	3.4	0.5	13.9	100	79.2	17.03
3	6.7	7.3	67.8	4.3	0.4	13.5	100	78.8	17.03

Для вариантов 2 и 3 удельная теплотворная способность газа по отношению для варианта 1 выше 22,2-31,6%. В таблице 9 приведены сравнительные показатели количество генераторного газа и его теплотворность.

Таблица 9. - Сравнительные показатели генераторного газа

Уголь	Количество ($G_{тг}$) и теплотворность (Q) генераторного газа					
	вариант 1		вариант 2		вариант 3	
	$G_{тг}, кг$	Q, мДж/кг	$G_{тг}, кг$	Q, мДж/кг	$G_{тг}, кг$	Q, мДж/кг
Зидди	254.0	14.47	210.3	17.92	204.7	18.47
Фон-Ягноб	273.6	14.28	221.6	17.84	227.6	18.80
Шураб	266.2	13.61	215.4	17.04	221.3	16.92
Назар Айлок	289.3	13.60	233.1	17.03	239.7	17.03

Теплотворная способность газов из углей Зидди и Фон-Ягноба примерно одинаковая, но количество образующегося газа из угля Фон-Ягноба сравнительно больше. Такое же положение и с газами угля Шураб и антрацита Назар Айлок, но при этом количество ГГ из антрацита Назар Айлок больше.

Согласно литературным данным, удельная теплотворность исследуемых углей варьируется в пределах: уголь Зидди 28.04–33.4 мДж/кг; уголь Фон-Ягноба 26.1–28.6 мДж/кг; уголь Шураба 17.3–28.5 мДж/кг; антрацит Назар Айлока в среднем 31.3 мДж/кг. Сравнение этих показателей с данными теплотворности газа, полученного из 100кг исследуемой породы, показано на диаграмме рисунка 5, откуда следует, что теплотворность ГГ из угля Зидди на 19.7-23.1%; из угля Фон-Ягноба на 42.6 - 56.2%; из угля Шураба на 58.1 - 63.4% и из антрацита Назар Айлока на 25.9 – 30.6% выше теплотворности соответствующего твердого топлива. Эти данные свидетельствуют об эффективности газификации твердого топлива.

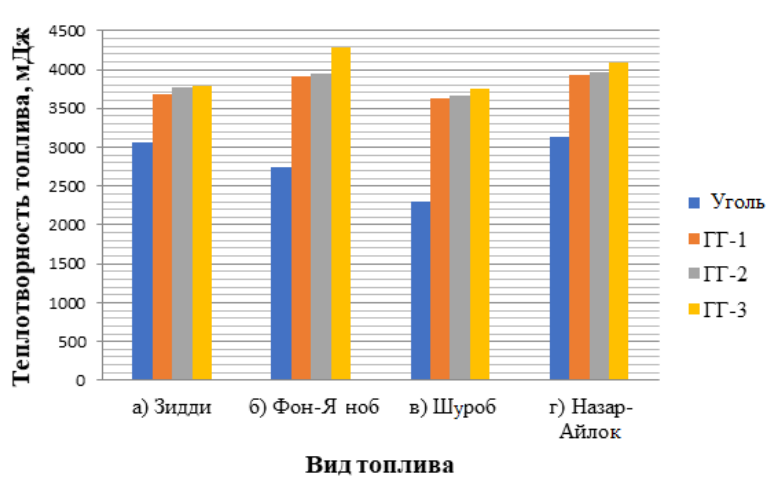
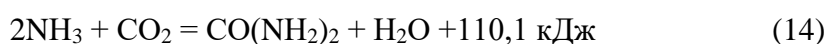


Рисунок 5. - Диаграмма показателей теплотворной способности 100кг твердого топлива и генераторного газа угля: а)Зидди; б)Фон-Ягноб; в) Шураб; г) Назар Айлок.

б) переработка угля для производства газов в производствах аммиака и карбамида

В данном исследовании проводили переработку угля для получения газов в производствах аммиака NH_3 и карбамида $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, Аммиак используется для получения азотсодержащих веществ (кислоты HNO_3 и HNO_2 , азотсодержащие соли и др.). Карбамид получают из NH_3 и CO_2 и его используют как высокоактивное удобрение с содержанием 46.7 % N_2 для плодородности почв в сельском хозяйстве.

Аммиак карбамид получают по реакциям:



На рисунке 6 приведена разработанная технологическая схема получения газов H_2 , N_2 и CO_2 при переработке угля. В реакторе 1 при температурах $550^\circ C - 600^\circ C$ из состава угля выделяются летучие и смолистые вещества (Л и СВ), они выводятся из реактора, а оставшийся углерод пластифицируется при температурах от $950^\circ C$ до $1000^\circ C$ с использованием смеси водяного пара и воздуха газифицируется в реакторе 2. Условие проведения процесса газификации углерода должно быть таким, чтобы в смеси водяного пара и воздуха их количественное соотношение обеспечивало протекание реакции (3)-(6) при температурах от $950^\circ C$ до $1000^\circ C$ без подвода тепла извне и, при этом, обеспечить в составе генераторного газа соотношение $H_2:N_2 = (3,1...3,2):1$. Обеспечение данного соотношения необходимо для оптимального протекания реакции (13). Данное условие создаётся решением математической модели процесса газификации угля (10)-(12).

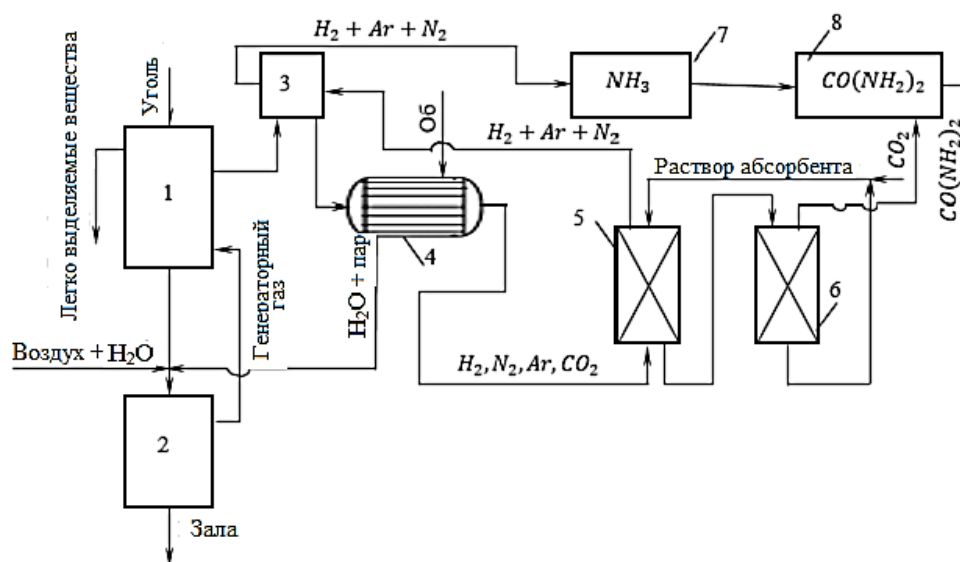


Рисунок 6. - Технологическая схема получения газов для производства NH_3 и $CO(NH_2)_2$: 1-реактор для нагрева угля; 2-газогенератор; 3-теплообменник генераторного газа и смеси водорода и азота; 4-котёл-утилизатор тепла; 5-абсорбер CO_2 ; 6-десорбер CO_2 ; 7-реактор синтеза NH_3 ; 8-реактор синтеза $CO(NH_2)_2$

Порядок реализации предложенной технологии получения NH_3 и $CO(NH_2)_2$ видно из данной схемы. В таблице 10 приведены показатели газификации пробы угля Фон-Ягноб следующего состава, мас. %: 80.5C; 4.9H; 1.7N; 2.2 O; 1.3S; 5.1A_a; 4.3W.

Количественное соотношение веществ-участников газификации угля (уголь:водяной пар:воздух)=(1:6,016:4,76), что обеспечивает соотношение $H_2 / N_2=3.04$ в составе генераторного газа.

Таблица 10. - Материальный баланс способа газификации угля для получения газов в производствах NH_3 и $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Исходное сырьё		Продукты газификации		Конечные продукты	
Вещество	Количество, кг	Вещество	количество, кг	Вещество	Количество, кг
Уголь	100.0	CO_2	295.24	NH_3	127.84
Воздух	138.04	N_2	105.28	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	224.6
$\text{H}_2\text{O}_{\text{пар}}$	205.56	H_2	22.84	CO_2	2.24
–	–	зола	5,10	H_2	0.40
–	–	ЛиСВ	14.40	Л и СВ	14.40
–	–	разница	1,14	зола	5.10
–	–	–	–	$\text{H}_2\text{O}_{\text{кон.}}$	67.68
–	–	–	–	разница	1.34
Всего	443.60	всего	443.60	всего	443.60

Предложенная технология получения газов в производствах NH_3 и $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ является безотходной, также тепла горячих стадий используется для нагрева веществ более холодной стадии, что позволяет меньше потребовать тепла из вне.

ВЫВОДЫ

1. Аналитический анализ расположения и количества запасов угля республики и их классификация выявили, что запасы угля Фон-Ягноба, Шуроба, Зидди, Назара Айлока, Сайяда, Хаками, Ташкутана, Куртегина и Шишкати Калона можно широко использовать для снабжения нужд производственные потребности предприятий и населения в энергоносителе [1-А, 4-А, 5-А, 7-А].

2. Изучение состава угольных запасов показало, что количество веществ, способных превращаться в гуминовую кислоту, в углях Шуроб и рафинированной пробе угля Шишкати Калон самое высокое - до 22,3-24,0%, в Фон-Ягнобе, Сайяде, Зидди, Куртегин и Большой Шишкат (на участке выше кишлака) 13,2 - 16,6%, а в углях Тошкутана, Хаками и антрацита Назар Айлок 5.8 – 9.5% [2-А, 3-А, 7-А, 8-А, 10-А, 11-А].

3. Экстрагируемая способность гуминовых веществ в органических растворителях повышается в следующем порядке: 1-гептан; 2-гексан; 3-этилатцетат; 4-хлороформ; 5-бензол. По мере увеличения времени воздействия растворителей на уголь количество экстрагируемых веществ увеличивается. Растворимость бензола в 2,0 - 3,5 раза выше, чем у других перечисленных растворителей [2-А, 3-А, 4-А].

4. Процесс окисления гуминовых веществ в исследуемых углях для получения ГК продуктивно проводить с использованием HNO_3 и кислот HCl . Способность извлекать ГК из угля увеличивается с увеличением концентрации кислоты, количественного соотношения «уголь:раствор кислоты» и времени его обработки раствором кислоты [2-А, 3-А, 4-А].

5. Способность отделения ГК из угля Шуроб выше, чем у угля Фон-Ягноб. В случае обработки угля Шуроб раствором 50%-ной кислоты HNO_3 отделение ГК увеличивается до 74,1% за 2 часа [2-А, 3-А, 4-А, 8-А, 10-А].

6. Разработана технология высокоэффективной газификации угля для получения высокоэнергетического генераторного газа. Разработанная технология за счет решения равновесной математической модели процесса газификации угля позволяет использовать такие количественные соотношения «уголь:пар:воздух» -, что количество тепловых газов (CO_2+N_2) в вырабатываемом генераторном газе невелико, но количество газов низкое, следует отдать предпочтение энергоносителю ($\text{CO}+\text{CH}_4+\text{H}_2+\text{H}_2\text{S}$) [4-А, 5-А, 6-А, 7-А, 12-А].

7. Уголь из запасов Фон-Ягноб, Зидди, Шуроб и антрацит Назар-Айлак обладает хорошей газификационной способностью для производства генераторного газа с высокой энергией. В случае использования для газификации угля равновесных значений

«уголь:водяной пар:воздух» количество энергоносителей (CO+CH₄+H₂+H₂S) в составе генераторного газа увеличивается до 78,1- 80,7% [4-А, 5-А, 6-А, 7-А, 12-А].

8. Генераторный газ, получаемый при газификации угля, имеет высокую теплотворность по сравнению с нагревом отработанного угля. Увеличение теплопроизводительности угольного генераторного газа: Зидди 19,7- 23,1%; Фон -Ягноб 42,6 – 56,2 %; Шуроб - 58,1- 63,4% и Назар Айлок антрацит - 25,9- 30,6%[6-А, 7-А, 12-А].

9. Для получения газов, содержащих аммиак и карбамид, разработан способ газификации угля, позволяющий в рамках одного предприятия с использованием угля, пара и воздуха и угля должны быть организованы. Разработанный способ безотходен и экономически эффективен, его энергообеспечение осуществляется преимущественно за счет теплоты его внутренних процессов [12-А].

10. Данное исследование дает возможность получать гуминовые кислоты, высокоэнергетический генераторный газ и реакционные газы для производства химических веществ из углей основных запасов Таджикистана с низкими затратами и без отходов производства. Внедрение этих технологий в области энергетики, химической промышленности и т.д. оно не только обеспечивает потребности экономики теплом и материалами для производства химических материалов, но и поддерживает чистоту природной среды нашей страны и способствует становлению зеленой экономики [2-А, 4-А, 6-А, 9-А, 10-А, 11-А, 12-А, 13-А].

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан

[1-А]. Эмомов Б.Ф. Хосиятҳои энергиябарандагии конҳои ангишти “Ҳақимӣ” и “Тошқутан” / П.М. Насрединова, Ф.Д.Ибрагимов, Б.Ф.Эмомов // Илм ва инноватсия, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, Баҳши илмҳои геологӣ ва техникаӣ, 2023, №1.- С. 107-109.

[2-А]. Эмомов Б.Ф. Извлечение гуминовых кислот пирофосфатным методом / Д.Э.Ибрагимзада, Т.М. Махмудова, Б.Ф. Эмомов // Вестник Бохтарского, государственного университета имени Носира Хусрав (научный журнал), серия естественных наук, 2023, № 2/1 (108). -С 111.-114.

[3-А]. Эмомов Б.Ф. Технологияи муфиди ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ дар асоси беъзе намунаҳои захираҳои ангишти Ҷумҳурии Тоҷикистон / Эмомов Б.Ф. // Илм ва инноватсия, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, баҳши илмҳои геологӣ ва техникаӣ, 2023, №4, С. 82 -87.

[4-А]. Эмомов Б.Ф. Технологияи ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ дар асоси ангиштҳои конҳои Ҳақимӣ, Шӯроб, Фон-Яғноб, Назар Айлоқ, Зиддӣ, Куртегин, Сайёд ва Санги танг / Иброҳимзода Д.Э., Назарова Х.Д., Эмомов Б.Ф. // Илм ва инноватсия, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, Баҳши илмҳои геологӣ ва техникаӣ, 2024.- №1.-С.120-124.

[5-А]. Эмомов Б.Ф. Уголь основных месторождений Таджикистана как сырьё для производства гуминовых кислот / Шарифов А., Эмомов Б.Ф., Зухурова М.А., Субханов Д.К., Ибрагимзада Д.Э. // Доклады НАНТ, 2024, Т., № 7-8.- С. 133-138

[6-А]. Эмомов Б.Ф. Газификация углей основных месторождений Таджикистана / Шарифов А., Эмомов Б.Ф., Субханов Д.К., Зухурова М.А. // Политехнический Вестник, Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими, 2024, №3 (67).-С.37-41.

Статьи, опубликованные в других изданиях:

[7-А]. Эмомов Б.Ф. Хосиятҳои энергиябарандагии баъзе захираҳои ангишти Ҷумҳурии Тоҷикистон / Д.Э.Иброҳимзода, Б.Ф.Эмомов // Вестник Института энергетикеи Таджикистана, Серия инженерных, инновационных и инвестиционных исследований, 2023, №4 (4).- С.62-64.

[8-А]. Эмомов Б.Ф. Таҳлилҳои спектрии моддаҳои гуминии таркиби ангишт / Иброҳимзода Д.Э., Эмомов Б.Ф., Ибрагимов Ф.Д. // Вестник Института

энергетики Таджикистана, Серия инженерных, инновационных и инвестиционных исследований, 2023. №3 (3) - 2023.- С.14-17.

[9-А]. Эмомов Б.Ф. Перспективы применения триацилглицерина как альтернативное топливо / Т.М.Махмудзода, П.М. Насрединов, Б.Ф.Эмомов// Материалы международной научно-практической конференции, (ISSN -2709-1201), Алматы, Казахстан,2023, 30 ноября 2023 г.- С. -110-115.

[10-А]. Эмомов Б.Ф. Тахлили спектрии моддаҳои гуминии таркиби ангишт/ Ж.А. Олифтаев, П.М, Насрединов, Б.Ф. Эмомов// Материалҳои конференсияи байналмиллалии илмӣ-амалӣ “Энергетика - соҳаи калидии рушди иқтисодиёти миллӣ”, Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон, 22 декабри соли 2023.- С-110.

[11-А].Эмомов Б.Ф. Исследование гуминовых кислот в углях Таджикистана /Б.Ф.Эмомов//Вестник фундаментальной и клинической медицины,Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино, 2024,№4(10).- С.421-422.

[12-А] Эмомов Б.Ф.Технология переработки угля для получения газов в производствах аммиака и карбамида / А.Шарифов, Б.Ф.Эмомов, Д.К.Субханов, М.А.Зухурова //19 Нумановские чтения “Развитие фундаментальной и прикладной химии и её вклад в индустриализации страны”, Душанбе, 16 октября 2024 г. -С.120-124.

[13-А]. Эмомов Б.Ф. Потенциальные возможности Таджикистана для развития водородной энергетики / Х.А.Хусайнов, М.С.Кувватзода, Б.Ф.Эмомов, А.Шарифов//Материалы международной научно-практической конференции ”Зеленая энергетика:состояние и перспективы”,технический колледж ТТУ имени акад.М.С.Осими,Душанбе, 17 октября 2024 г.-С. 73-77.

АННОТАТСИЯ

ба рисолаи диссертатсионии Эмомов Баҳром Файзуллоевич дар мавзӯи “Асосҳои физикӣ – кимиёвии коркарди ангишти захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон барои истеҳсоли кислотаҳои гуминӣ ва газҳои технологӣ” барои дарёфти дараҷаи илмии номзоди илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 05.17.00–Технологияи кимиёвӣ (05.17.01 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ)

Калимаҳои калидӣ: *ангишт, коркард, технология, кислотаҳои гуминӣ, гази энергиябаранда, гази технологӣ, аммиак, карбамид.*

Объекти таҳқиқот намунаҳои ангишти захирагоҳҳои Шӯроб, Фон-Яғноб, Зиддӣ, Ҳакимӣ, Сайёд, Назар Айлоқ, Куртегин, Тошқутан ва Шишқати Калон, газҳои технологию (ГТ) энергиябаранда (ГЭ) ва кислотаҳои гуминии (КГ) аз ангишт ҳосилшуда мебошанд.

Мақсади таҳқиқот омӯзиши асосҳои физикӣ– кимиёвии технологияҳои коркарди ангишти захирагоҳҳои асосии Тоҷикистон барои истеҳсоли кислотаҳои гуминӣ ва газҳои технологию энергиябаранда ва реагентҳои кимиёвӣ бо ҳосилкунии маводҳои ҳамроҳ ҳосилшаванда мебошад.

Мавзӯи таҳқиқот омӯзиши равандҳои технологияи газкунии ангишт ва коркарди он барои ҳосил намудани КГ, истифодаи газҳои ҳосилшуда ба сифати энергиябарандаи сермаҳсул ва реагенти кимиёвӣ дар истеҳсолоти аммиак ва карбамид, таҳлили таркиб ва хосиятҳои кислотаҳои гуминии аз ангиштҳои таҳқиқшаванда ҳосилшуда, баҳодихии самаранокии ангишти захирагоҳҳо барои истеҳсоли ГТ, ГЭ ва КГ мебошад.

Натиҷаҳои таҳқиқот:

• таркиб ва хосиятҳои ангишти захирагоҳҳои Фон-Яғноб, Шӯроб, Зиддӣ, Сайёд, Ҳакимӣ, Тошқутан, Куртегин, Шишқати Калон ва антрцити Назар Айлоқ омӯхта шуданд. Муайян карда шуданд:

- миқдори моддаҳои ба КГ табдилёбанда ва қобилияти ҷудошавии онҳо аз ангиштҳо;
- раванди экстрактсияшавии моддаҳои гуминӣ зери таъсири ҳалкунандаҳои органикӣ;
- бо истифодаи кислотаҳои HNO_3 ва HCl аз таркиби ангиштҳо ҷудо намудани КГ;
- ангишти конҳои Фон-Яғноб, Зиддӣ, Шӯроб ва антрцити Назар Айлоқ қобилияти баланди газшавӣ дошта, дар таркиби гази аз онҳо ҳосилшуда миқдори ГЭ 78.1-80.7% меафзояд;

- гармидихии гази ҳосилшудаи ангишти Зиддӣ аз 19.7-23.1%; ангишти Фон-Яғноб 42.6- 56.2%; ангишти Шӯроб 58.1- 63.4% ва антрцити Назар Айлоқ 25.9 - 30.6% нисбати гармидихии ашёи он зиёд мебошад;

- технологияи аз ангишт ҳосил намудани газҳои истеҳсолоти аммиак ва карбамид коркард карда шуд.

Соҳаи истифодабарии натиҷаҳои таҳқиқот: саноати химиявӣ ва энергетика.

АННОТАЦИЯ

на диссертацию Эмомова Бахрома Файзуллаевича на тему “Физико-химические основы переработки углей основных месторождений Таджикистана для производства гуминовых кислот и технологического газа” на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.00– Химическая технология (05.17.01 – Технология неорганических веществ)

Ключевые слова: уголь, переработка, технология, гуминовые кислоты, энергетический газ, технологический газ, аммиак, карбамид.

Объектами исследования являются пробы углей месторождений Шураб, Фон-Ягноб, Зидди, Хакими, Сайёд, Назар Айлок, Куртегин, Тошкутан и Большой Шишкат; технологические газы (ТГ); энергетические газы (ЭГ) и гуминовые кислоты (ГК), полученные из углей названных месторождений.

Целью исследования является разработка физико-химических основ технологии переработки угля основных месторождений Таджикистана для производства гуминовых кислот, энергетических и технологических газов и попутно образующихся веществ.

Тема исследования включает процессов газификации угля и его переработки для получения гуминовой кислоты, использование полученных газов в качестве эффективных энергоносителей и химических реагентов в производствах аммиака и карбамида, анализов состава и свойств полученных гуминовых кислот из исследуемых углей, оценка эффективности углей для производства ГК, ЭГ и ТГ.

Результаты исследования:

• исследованы состав и свойства углей месторождений Фон-Ягноб, Шураб, Зидди, Сайёд, Хакими, Тошкутан, Куртегин, Большой Калон и антрацит Назар Айлока.

Определены:

- количества гуминовых веществ и способность их превращения в ГК;
- процесс экстрагирования гуминовых веществ в разных органических растворителях;
- с использованием HNO_3 и HCl из углей выделены ГК;
- уголь месторождений Фон-Ягноб, Зидди, Шураб и антрацит Назар Айлока хорошо газифицируется, в составе его газа содержание ЭГ составляет 78.1-80.7%;
- теплотворность газа из угля Зидди на 19.7- 23.1%; угля Фон-Ягноб на 42.6- 56.2%; угля Шураб на 58.1- 63.4% и из антрацита Назар Айлок на 25.9- 30.6 % больше, чем теплотворность исходного сырья;
- разработана эффективная технология получения газов из угля для производства аммиака и карбамида.

Область применения результатов исследования: химическая промышленность и энергетика.

ANNOTATION

on the dissertation of Emomov Bakhrom Fayzullaevich on the topic “Physicochemical bases of coal processing of the main deposits of Tajikistan for the production of humic acids and process gas” for the degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.17.00- Chemical technology (05.17.01 – Technology of inorganic substances)

Keywords: *coal, processing, technology, humic acids, power gas, process gas, ammonia, urea.*

The objects of the study are coal samples from the Shurab, Fon-Yagnob, Ziddi, Hakimi, Sayed, Nazar Aylok, Kurtegin, Toshkutan and Bolshoy Shishkat deposits; process gases (PG); energy gases (EG) and humic acids (HA) obtained from coals from the above deposits.

The aim of the study is to develop the physicochemical foundations of coal processing technology from the main deposits of Tajikistan for the production of humic acids, energy and process gases and associated substances.

The topic of research includes the processes of coal gasification and its processing to produce humic acid, the use of the resulting gases as effective energy carriers and chemical reagents in the production of ammonia and urea, analyzes of the composition and properties of the obtained humic acids from the studied coals, assessment of the effectiveness of coals for the production of HA, EG and TG.

Results of the study:

The composition and properties of coal from the Fon-Yagnob, Shurab, Ziddi, Sayyod, Hakimi, Toshkutan, Kurtegin, Bolshoy Kalon deposits and the anthracite of Nazar Ayloka were studied. **The following were determined:**

- the amounts of humic substances and the ability to convert them into HA;
- the process of extracting humic substances in different organic solvents;
- HA were isolated from coal using HNO₃ and HCl;
- coal from the Fon-Yagnob, Ziddi, Shurab deposits and the anthracite of Nazar Ayloka are well gasified, the content of EG in its gas is up to 78.1%...80.7%;
- calorific value of gas from Ziddi coal by 19.7-23.1%; from Fon-Yagnob coal by 42.6-56.2%; from Shurab coal by 58.1-63.4% and from Nazar Ailok anthracite by 25.9-30.6% more than the calorific value of the feedstock;
- an effective technology for producing gases from coal for the production of ammonia and urea has been developed.

Scope of application of the research results: chemical industry and energy.