

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

**ДОНИШГОҲИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН
БА НОМИ АКАДЕМИК М.С. ОСИМӢ**

ТДУ: 504.75.05 (575.3)

Бо ҳуқуқи дастнавис



САИДЗОДА Муҳаммад Раҳим

**АРЗӢБИИ ЭКОЛОГИИ ҲОСИЛ НАМУДАНИ СӢЗИШВОРИИ БИОЛОГИИ
БИОӢТАНОЛ ВА ИСТИФОДАШАВИИ ОН ДАР СОҲАИ НАҚЛИӢТИ
АВТОМОБИЛӢ**

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарӢфти дараҷаи илмий номзади илмҳои техникӣ
аз рӯйи ихтисоси 2.9.6. - Экология

Душанбе – 2026

Диссертатсия дар кафедраҳои «Ташкили интиқол ва идора дар нақлиёт» ва «Қоркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ омода гардидааст.

Роҳбари илмӣ: Сайдализода Абдурауф Сайдали - доктори илмҳои техникӣ, дотсент, аъзои вобастаи Академияи муҳандисии Ҷумҳурии Тоҷикистон

Муқарризони расмӣ: Қодиров Анвар Саидқулович – доктори илмҳои техникӣ, директори Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои рақамии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Бахронов Сочидхон Манонҷонович – номзади илмҳои техникӣ, муовини директор оид ба масъалаҳои илмӣ-таҳқиқотӣ, таълиму омӯзиш ва хизматрасониҳои техникии Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Муассисаи пешбар: Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Ҳимояи диссертатсия «10» марти соли 2026, соати «14⁰⁰» дар ҷаласаи шурои диссертатсионии 6D.KOA-091 назди Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ баргузор мегардад. Суроға: Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734042, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Рачабовҳо, 10А. Е-mail: hboboev1967@gmail.com телефони котиби илмӣ: (+992) 933101167.

Бо диссертатсия ва автореферати он дар китобхона ва сомонии расмӣ Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ <http://www.ttu.tj> шинос шудан мумкин аст.

Автореферат « » « » соли 2026 равона карда шуд.

Котиби илмӣ шурои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсент



Бобоев Ҳ.Б.

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзӯи таҳқиқот. Дар даҳсолаи охир мавзуи арзёбии экологии истифодаи энергиябарандаҳо ба биосфера ва таъсири он ба тағйирёбии иқлими сайёраи Замин аз номгӯи мавзуъҳои мебошад, ки таваҷҷуҳи олимони ва муҳаққиқони соҳавии тамоми дунёро ба худ ҷалб намудааст.

Тавре маълум аст, вайроншавии экологияи муҳити зист, ки он боиси тағйирёбии иқлим гардидааст, дар оянда метавонад ба сиклҳои гардиши баъзе моддаҳо дар табиат таъсири манфии худро расонад. Чунин тағйирёбӣ боиси дигаргун гаштани равандҳои муътадили биохимиявӣ дар организмҳои зинда гардида, бо аз байн рафтани баъзе намояндагони флора ва фаунаи табиат метавонад мусоидат намояд.

Дар асоси пажӯҳиш ва таҳқиқоти гузаронидаи худ олимони ва муҳаққиқони соҳавӣ муайян намудаанд, ки яке аз сабабҳои тағйирёбии иқлими сайёраи Замин ин зиёдшавии газҳои гулхонагӣ дар сатҳи атмосфера ба ҳисоб меравад. Ошкор гардидааст, ки як зумра компонентҳои асоси таркиби газҳои гулхонагӣ марбут ба карбогидрогенҳои нафти ва маҳсули реаксияи сӯзиши энергиябарандаҳои табиӣ мебошанд.

Аз ҳамин лиҳоз, ҳангоми истифодаи энергиябарандаҳои табиӣ ҳамчун сӯзишворӣ, коркарди вариантҳои оптималии экологии коҳиш додани миқдори газҳои гулхонагӣ яке аз мавзуҳои аҳамияти калони амалӣ доштаи илми экологияи муҳандисӣ ба ҳисоб меравад.

Мавзуи арзёбии экологии ҳосил намудан ва истифодашавии сӯзишвориҳои биологии биоэтенон дар соҳаи нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки кори диссертатсионии мазкур онро фаро мегирад, яке аз мавзуҳои мубрами илм ва истеҳсолоти ватанӣ ба ҳисоб рафта натиҷаҳои он метавонад дар ҳалли мушкилоти экологии ҷойдошта замимагузорӣ намуда, дар рушди ҳадафи чоруми миллӣ - саноатикунории босуръати кишвар саҳми назарраси худро гузорад.

Дарҷаи таҳқиқи мавзӯи илмӣ. Мавзуи коркарди вариантҳои коҳиш додани миқдори партовҳои газии аз нақлиёти автомобили хориҷшаванда, коркарди технологияҳои нав ва афзалияти экологидошта, истеҳсол кардани сӯзишвориҳои алтернативии биологӣ ва арзёбии экологии истифодашавии онҳо муҳимияти махсусро пайдо намудааст. Мубрамии мавзуи экологиро ба инобат гирифта аз ҷониби олимони хориҷӣ Иванов В.Н., Ерохов В.И., Коваленко В.П., Турчанинов В.Е., Кутенёв В.Ф., Звонов В.А., Корнилов Г.С., Марков В.А., Башитов Р.М., Габитов И.И., Варнаков В.В., Абрамов А.Е., Варнаков Д.В., Ботоногов Е.В., Кадушкин А.С., Кошкина А.О., Абрамов А.Е., Реховская Е.О., Янченко И. Е., Kitzing L., Mitchell C., Morthorst P.E., Kumar S., Shrestha P., Abdul Salam P. A., Guzman D., Ko JK, Lee JH, Jung JH, Lee SM. корҳои зиёде анҷом дода шудааст, ки дар пешрафти ин самт саҳми худро гузоштаанд.

Дар самти коркарди технологияҳои муфиди сӯзишвориҳои алтернативӣ ва арзёбии экологии истифодаи онҳо дар соҳаҳои муҳталифи саноат ва нақлиёти автомобилӣ аз ҷониби олимони ва муҳаққиқони ватанӣ Холиқов Ш.Х., Шарифов А.Ш., Ҳақдод М.М., Абдуллозода С.Ф., Амирзода О.Ҳ., Иброҳимзода Д.Э., Гулаҳмадов Ҳ.Ш., Сайдализода А.С. ва шогирдонии онҳо тадқиқот гузаронида шудааст, ки натиҷаҳои он дар пешрафти илм ва истеҳсолоти ватанӣ замимагузорӣ шуда истодаанд.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳои (лоиҳаҳо), ва мавзуҳои илмӣ. Мавзӯи кори диссертатсионӣ бо барномаҳои давлатии «Барномаи давлатии экологии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023-2028» (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 1 март соли 2023, № 53), «Стратегияи миллии мутобикшавӣ ба тағйирёбии иқлими Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030» (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 2 октябри соли 2019, №482), «Барномаи миёнамуҳлати рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2021-2025» (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30 апрели соли 2021, №168), «Барномаи мақсадноки давлатии рушди комплекси нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон то соли 2025» (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 1 апрели соли 2011 №165) марбут аст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот. Коркарди технологияи муфид ва афзалияти экологидоштаи ҳосил намудани биоэтанол ва арзёбии экологии истифодашавии он ҳамчун модификатори камкунандаи миқдори партовҳои газӣ ва аэрозоли дар намунаҳои сӯзишвориҳои бензинӣ

Вазифаҳои таҳқиқот. Ҷиҳати тадқиқи мақсадҳои гузашташуда вазифаҳои зерин арзёбӣ гардидаанд:

- арзёбии экологии таъсири карбогидрогенҳои марбутанӣ фраксияи бензинӣ ва нафти ба фаъолияти муътадили афзоиш инкишофи растаниҳо ва организми инсон;
- коркарди технологияи муфид ва афзалияти экологидоштаи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта;
- ҷанбаҳои биохимиявӣ, физикӣ - химиявӣ ва арзёбии экологии биотехнологияи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта;
- арзёбии экологии истифодаи биотанол ҳамчун модификатори коҳишдиҳандаи партовҳои газӣ аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшаванда.

Объекти таҳқиқот газҳои гулхонагӣ, биоэтанол, сӯзишвориҳои бензинӣ, партовҳои газӣ ва аэрозоли, ки ҳангоми сӯзиш онҳо ҳосил мегарданд, ба ҳисоб мераванд.

Мавзӯи таҳқиқот: Арзёбии экологии ҳосил намудани сӯзишвориҳои биологии биоэтанол ва истифодашавии он дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ мебошад.

Асосҳои назариявии таҳқиқот:

- натиҷаҳои таҳқиқ оид ба арзёбии экологии идентификасияи партовҳои газӣ аэрозоли ҳангоми истифодаи сӯзишвориҳои нафти бензинӣ дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ дар шароити географии роҳҳои автомобилгарди Тоҷикистон, дар асоснок намудан ва тақмили назарияи вобастагии маҳсулнокии реаксияи химиявии сӯзиш карбогидрогенҳо ба сохти химиявӣ, фишори атмосферӣ ва консентратсияи оксигени таркиби ҳавои атмосферӣ, метавонад заминагузорӣ намояд

Навогонии илмӣ таҳқиқот.

- мушкilotҳои экологии соҳаи нақлиёти автомобилӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон муайян гардида, ҷанбаҳои экологии он омӯхта шудааст;
- бори нахуст технологияи нав ва аз ҷиҳати экологӣ бартаридоштаи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта коркард гардида, ҷанбаҳои физикию химиявии он таҳқиқ гардидааст;
- дар асоси биоэтанол ва сӯзишвориҳои бензинӣ, сӯзишвориҳои модификатсиякардашуда аз лиҳози экологӣ афзалиятнок коркард гардида афзалиятҳои энергиябарандагӣ ва экологии он муайян карда шудааст;
- бори нахуст истифодаи биоэтанол, афзалиятҳои энергиябарандагӣ ва экологии он дар нақлиёти автомобилӣ ва шароити кӯҳистони Ҷумҳурии Тоҷикистон гузаронида шудааст.

Нуктаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

- таҳлили натиҷаҳои арзёбии экологии таъсири компонентҳои таркиби фраксияҳои нафти бензинӣ ба фаъолияти муътадили организмҳои зинда;
- таҳия ва пешниҳоди технологияи муфиди ҳосил намудани сӯзишвориҳои алтернативии биологии биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта;
- натиҷаҳои таҳлили ҷанбаҳои биохимиявӣ, физикӣ-химиявӣ ва экологии технологияи коркардгардидаи истеҳсоли биоэтанол ва истифодабарии он ба ҳайси модификатори беҳдошткунандаи сӯзишвориҳои нафти бензинӣ.

Аҳамияти амалӣ таҳқиқот:

- технологияи муфиди ҳосил намудани сӯзишвориҳои алтернативии биологии биоэтанол дар оянда метавонад дар рушди соҳаи истеҳсолоти сӯзишвориҳои алтернативӣ

замимагузорӣ намуда, ҳамчун модификатори коҳишдиҳандаи миқдори газҳои гулхонагии сӯзишвориҳои нафтии бензинӣ истифода шавад;

- бензини бо биоэтанол модификатсиякардашударо метавон ҳамчун сӯзишвории махсуси нисбат ба ҳаммонандҳои худ афзалиятдошта, дар нақлиёти махсуси сохторҳои Кумитаи амнияти миллий ва Вазорати мудофиа метавонад тадбиқи амалии худро ёбад;

- коркардҳои методие, ки дар рафти иҷрои таҳқиқоти эксперименталӣ бадаст оварда шудаанд, метавонанд ҳангоми иҷрои чунин таҳқиқот истифода гарданд.

Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳо. Эътимоднокии натиҷаҳои бадастовардашуда тавассути истифодаи усулҳои муосири таҳлили химияи органикӣ ва нафтохимия, тариқаҳои таҳлили физикию химиявӣ ва методҳои биохимиявии таҳлил асоснок гардидааст.

Мутобикати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ. Таҳқиқот дар доираи ихтисоси 2.9.6. - Экология ба иҷро расонида шудааст. Мавзӯи диссертатсия ба бандҳои зерини Шиноснома мутобикат мекунад: 3.1. Арзёбии ҳамаҷонибаи таъсири воситаҳои нақлиётӣ ва системаҳои нақлиёт (аз ҷумла марҳилаи сохтмон) ба экосистемаҳои табиӣ дар сатҳҳои гуногун. 3.2. Омӯзиши ифлосшавии ҷузьҳои муҳити зист (об, хок, ҳаво, растаниҳо) аз ҷониби воситаҳои нақлиёт ва воситаҳои техникаи нақлиёт бо мақсади таҳияи меъёру стандартҳои аз ҷиҳати экологӣ асоснок оид ба паст ва ё бартараф намудани таъсири ғайолияти нақлиётӣ ба муҳити зист. 3.5. Асосҳои илмӣ ҷойгиркунӣ, нигоҳдорӣ, интиқол ва нобудсозии партовҳои заҳролуд ва дигар партовҳои аз ғайолияти нақлиётӣ ҳосилшуда. 3.6. Асосноккунии илмӣ, таҳия ва тақмили воситаҳои нақлиёт, иншоот ва системаҳои нақлиёт, усулҳои танзими ғайолияти лоиҳакашӣ ва таҳқиқотӣ, таъмини пешгирӣ ва кам кардани таъсири манфӣ ба муҳити зист. 3.7. Таҳқиқоти илмӣ дар соҳаи ба вучуд овардани воситаҳои нақлиётӣ аз ҷиҳати экологӣ тоза, технологияи сабз, энергия ва захира сарфакунанда. 3.8. Ташаккул ва тақмил додани системаи мониторингӣ экологӣ дар нақлиёт.

Саҳми шахсии доктарабон дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот. Саҳми шахсии муаллиф дар ҷустуҷӯ ва таҳлили адабиёти соҳавӣ, вазифагузорӣ ва таҳлили вазифаҳои гузашташуда, ташкили шароити мусоид барои гузаронидани таҳлилҳои эксперименталии озмоишӣ, таҳлили натиҷаҳои бадастовардашуда, ҷамъбасти мазмунӣ асосӣ ва таҳияи диссертатсия ва мақолаҳои илмӣ мебошад.

Тасвир ба амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Натиҷаҳои асосии диссертатсия дар форум ва конференсияҳои байналмилалӣ, ҷумҳуриявӣ ва илмӣ амалӣ баррасӣ ва муҳокима шудаанд. Аз ҷумла, дар Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ амалии «Илм – асоси рушди инноватсионалӣ» Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. (Душанбе. – 2022); Конференсияи байналхалқии илмӣ-техникаи «Механикони хоҷагии кишлоқ: илм ва навоарӣ». Қисми 2. Институти политехникаи Фарғона. (Фарғона, 25-26 апрели 2024). Конфронси байналмилалии илмӣ-техникӣ «Рушди энергияи сабз тавассути мониторинги муҳити зист, тағирёбии иқлим ва коркарди партовҳо». Қисми 1. Университети давлатии меъморӣ ва сохтмони Самарқанд. (Самарқанд - 1-2 майи соли 2025); Форуми байналмилалӣ дар мавзӯи «Саҳми Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон дар тадқиқи саноатикунони босурати кишвар», бахшида ба 35-солагии Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон, (1-ноябри соли 2025).

Раванди санҷиш ва тадқиқи натиҷаҳои диссертатсия амалан дар тамоми марҳилаҳои таҳқиқот (солҳои 2018-2025) гузаронида шудааст. Натиҷаҳои ин кори диссертатсионӣ дар Институти химия ба номи В.И. Никитини АМИТ ва Институти илмӣ таҳқиқотии ДМТ ва кафедраҳои «Ташкили интиқол ва идора дар нақлиёт», «Коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ», «Бехатарии ғайолияти инсон ва экология»-и Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ метавонанд истифода бурда шаванд.

Маводи диссертатсия дар Раёсати экология ва сайёҳии ВКД Ҷумҳурии Тоҷикистон (санади №426 аз 09.10.2025) ва Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С.

Осимӣ (санади №27/1018/1 аз 14.10.2025) мавриди тадбиқ ва истифода қарор дода шудааст.

Интишорот аз рӯи мавзӯи диссертатсия. Вобаста ба натиҷаҳои таҳқиқот 19 мақолаи илмӣ дар ҳаҷми умумии 9,5 ҷ.ҷ., нашр гардидааст, ки аз ин шумора 12 мақола дар маҷаллаҳои, ки аз ҷониби КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсияшуда ба таъъ расидаанд. Ду нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар барои ихтироъкорӣ низ дарёфт шудааст.

Соҳтор ва ҳаҷми диссертатсия. Диссертатсия аз муқаддима, тавсифи умумии қор, се боб, бахши хулосаҳо бо зербахшҳо, 141 номгӯи адабиёт ва 4 замима дар ҳаҷми 150 саҳифаи ҷопи компютерӣ иборат буда, фарогири 15 ҷадвал ва 21 расм мебошад.

Мазмун асосии диссертатсия

Дар муқаддима мубраиҷати мавзӯ, мақсади қор, вазифаҳои таҳқиқот, наҷони илмӣ қор, аҳамияти назариявӣ ва амалии таҳқиқот ва соҳтори он баён гардидааст.

Боби якум қори диссертатсионӣ мутааллиқ ба қисми назариявии қор буда, дар он мавзӯҳои таъсири нафт ва маводди нафть ба экологияи муҳити зист, гурӯҳбандии партовҳои газӣ аэрозоли ва таъсирионҳо ба экологияи муҳит, гурӯҳбандии экологии таъсири газҳои ихроҷшудаи нақлиёти автомобилӣ ба муҳити зист, таҳлили назарияҳои вобастагии гармшавии ҳарорати иқлими сайёраи Замин ба зиёдшавии ғализии газҳои гулхонагӣ дар ҳавои атмосферӣ таҳлили назариявӣ гардида, мавзӯҳои мубрам ва мушкилоти ҳалталаби он муайян қарда шудааст.

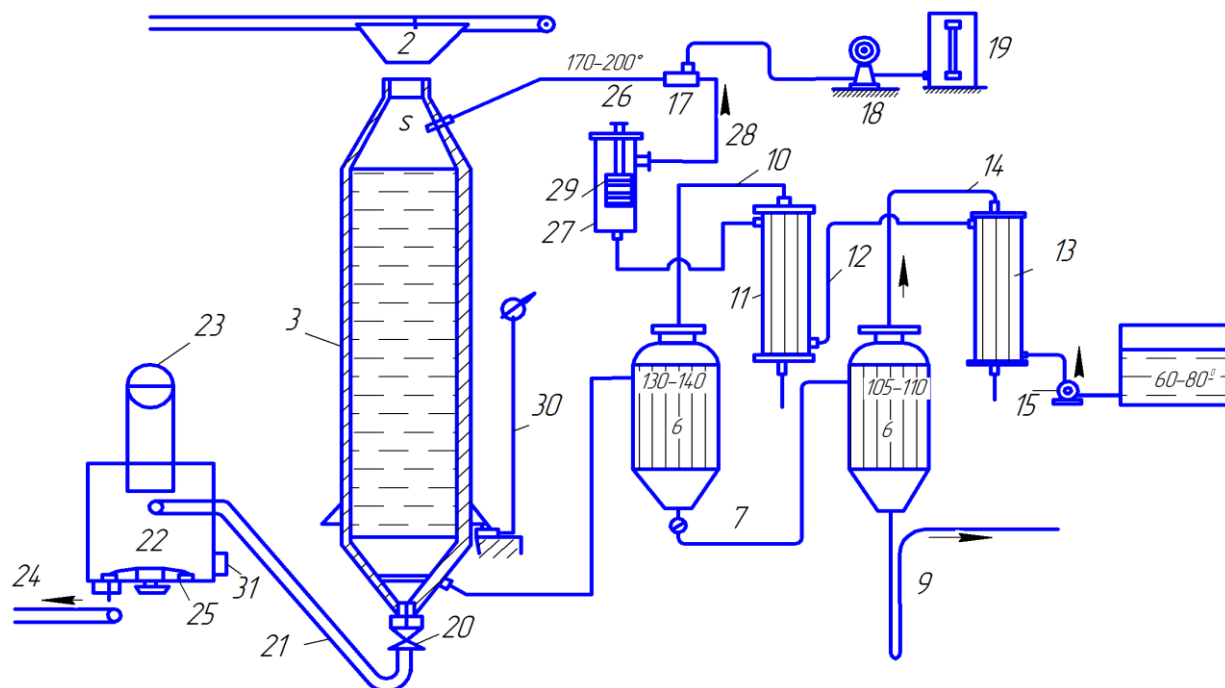
Боби дуум қисми эксперименталии қорро дар бар мегирад. Дар ин боб оиди объекти таҳқиқот ва методҳои истифодашуда ва ҷузъиёти иҷроиши он маълумот мешниҳод гардидааст. Дар рафти иҷроиши таҳқиқот ва таҳлилҳои эксперименталӣ аз усулҳои маъмулии таҳлил аз қабилӣ экстраксия, рефрактометрия, таҳлили хроматографии қоғазӣ, хроматографияи маҳинқабат, хроматографияи найҷавӣ, хроматографияи газӣ, спектроскопияи ултробунафш ва инфрасурх ва ғайра истифода гардидааст.

Боби сеюм диссертатсия муҳимтарин натиҷаҳо ва таҳлили онҳоро дар бар мегирад. Дар ин боб натиҷаҳои таҳлилҳои эксперименталӣ, ки мавзӯҳои арзёбии экологии технологияи истеҳсоли сӯзишвориӣ биологии биоэтанол дар асоси партовҳое, ки таркибашон аз ангиштовҳо бой мебошанд, арзёбии экологӣ ва ҷанбаҳои физикии-химиявии технологияи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапои пахта, ҷанбаҳои экологӣ ва технологияи ҳосил намудани госсипол, кислотаи лимӯ ва кислотаи себ дар асоси партовҳои истеҳсоли биоэтанол, арзёбии экологии истифодашавии биоэтанолӣ ҳосилқардашуда ҳамчун модификаторҳои беҳтарқунандаи сифати сӯзишвориӣ бензинӣ, муайян намудани партовҳои газӣ ва аэрозолии аз нақлиёти автомобилӣ ҳосилшаванда вабаста ба мавқеи ҷуғрофии роҳҳои автомобилқард, афзалиятҳои экологии истифодаи биоэтанол ҳамчун сӯзишвориӣ нақлиётиро дар бар мегирад, таҳлилу муҳокима шудаанд.

МУҲИМТАРИН НАТИҶАҲО ВА ТАҲЛИЛИ ОНҲО

Арзёбии экологии технологияҳои маълуми истеҳсоли этанол ва биоэтанол

Этанол яке аз моддаҳои химиявии ниҳоят муҳим дар истеҳсолоти ҷаҳонӣ ва рузқори инсоният ба ҳисоб меравад. Агар ҳамаи технологияҳои амалқунандаи истеҳсоли этанолро таҳлил намоем он гоҳ онҳоро ба ду гуруҳ ҷудо намудан мумкин аст: - истеҳсоли этанол бо усули синтез, истеҳсоли этанол бо усули биотехнологӣ. Дар синтези этанол аз этилен истифода қарда мешавад.



**Расми 1 - Ҳатти технологияи истеҳсоли биоэтанол дар асоси
чӯб ва партовҳои коркарди чӯб**

Эзоҳ: – 1 – транспортёр, 2 – қифи ба самт равоқунанда, 3 – дастгоҳи гидролизкунанда, 4 – филтр (полоиш), 5, 7, 9, 10, 12, 14, 21, 23, 26, 28 – қубурҳо, 6, 8 – бугкунандаи гидролизат, 11, 13 – решоферҳо, 15 – насос, 16 – зарф барои ҷамъоварии оби баргарданда, 17 – қифи ҷудокундаи обу кислота (ё тезоб), 19 – асбоби ҷенкунандаи кислота (тезоб), 20 – клапан, 22 – нишебӣ барои партови технологӣ, 24 – транспортер барои партовҳои технологӣ, 25 – омехтакунаки даврзананда, 27 – колонаи обгармкунӣ, 29 – диск, 30 – тарозу, 31 – даричаи паҳлӯӣ.

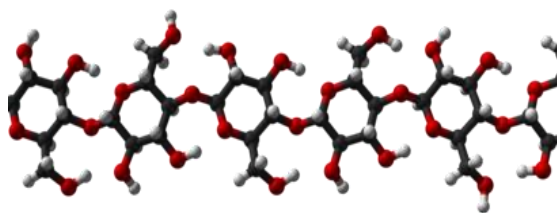
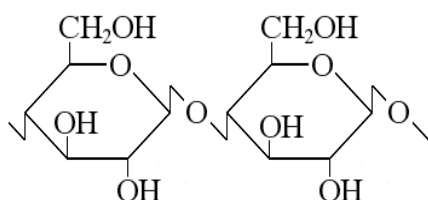
Агар ҷанбаҳои экологии технологияи аз этилен истеҳсол намудани этанолро таҳлил намоем он гоҳ аён мегардад, ки дар баробарии ҳосилшавии маҳлули обии этаноли 15%, омехтаи мазкур дар таркиби худ ғашҳои марбута ба эфири диэтил, алдегиди атсетат ва полимерҳои хурдмолекулаи этиленро дорад. Ҳангоми хориҷшавии он эҳтимоли заҳролудшавии кормандони ин коргоҳро вучуд дорад.

Яке аз мушкилоти экологии технологияи истеҳсоли этанол тавассути технологияи синтез бо истифода аз этилен дар он аст, ки дар таркиби спирти мазкур олудагии алдегиди атсетат дида мешавад. Ин моддаи барои организми инсон ва ҳайвон хатарнокро аз таркиби этанол ба пурраги тоза намудан имконнопазир аст. Ҳангоми истеъмоли ва ё коркардан бо чунин навъ этанол заҳролудшавии организми инсон ва минбаъд гирифтормудан ба бемории Алсгеймер мегардад.

Дуюм усули технология истеҳсоли этанол ин усули биотехнологӣ мебошад. Дар ҳамаи ин усулҳои маълум ба сифати ашёи хом ҷуби дарахтон истифода мегарданд, ки он тавассути истифодаи технологияи дар расми 1 пешниҳодгардида амали карда мешавад.

Аз технология мазкур, ки он дар расми 1 пешниҳод гардидааст бармеояд, компоненти асосии ашёи хоми ибтидоӣ (ҷӯб) ин селюлоза мебошад.

Селюлоза чунин сохт дорад:



Тавре аз формулаи дарчгардида бармеояд, селюлоза полимери табиӣ мебошад ва он маҳсули таъсири мутақобилаи бетта-глюкоза байни ҳам таҳти таъсири як зумра омилҳои биологӣ ва ферментҳо дар таркиби растаниҳо мебошад. Дар технологияи баррасигардида (расми 1) барои ба глюкоза табдил додани он селюлоза гидролиз карда мешавад. Иҷрои ин кор дар дастгоҳи гидролизкунада амалӣ карда мешавад. Бинобар сабаби он ки ба ҳайси катализатор ферментҳои туршкунанда ва маҳлули кислотаҳо истифода карда мешаванд, дохили гидролизат бо плиткаи керамикии ба таъсири кислотаҳо тобовар рӯйпӯш гардидаанд. Гидролизи селюлозаи таркиби ҷӯб дар иштироки маҳлули сероби то ҳарорати 160—200° С гармкардашудаи кислотаи сулфат гузаронида мешавад.

Дар асоси таҳлили ҷанбаҳои экологӣ, физико-химиявӣ ва иқтисодии технологияи мазкур муайян карда шуд, ки ин технология аз лиҳози экологӣ нисбат ба ҳосил намудани этанол бо усули синтез хело афзалиятнок мебошад. Дар рафти ҳосилшавии биоэтанол газҳои захрнок ҳосил намебарорад. Дар баромари ин арзиши истеҳсоли он нисбат ба дигар технологияҳои истеҳсоли биоэтанол аз ҷиҳати иқтисодӣ хело бартарӣ дошта, ҳудуди 25-27% аз арзиши аслии он арзонтар мебошад.

Новобаста аз он, ки дар истеҳсолот ба ҳайси ашёи хоми ибтидоӣ партовҳои саноатии коркарди ҷӯб истифода мегардад ва растаниҳо манбаҳои барқароршавандаи табиӣ баҳисоб мераванд, дар шароити имрӯза ин технология ба тақмил ниёз дорад.

Тавре маълум аст, ҷангалзорҳо яке аз манбаҳои табиӣ истеҳсоли оксиген баҳисоб мераванд. Дар баробари ин ҷангалзорҳо макони афзоишу инкишофи ҳазорон наботот ба ҳисоб мераванд. Ҷангалзорҳо макони зиндагии ҳазорон номгуи ҳайвонот мебошанд. Айни замон дар вазъи экологӣ, ки биосфераи сайёраи Замин қарор дорад, буридани ҷангалзорҳо ба вазъияти харобаштаи экологӣ метавонад боз ҳам таъсири манфии саҳтари худро расонад.

Ҷангалзорҳо яке аз ҷузъҳои асосии биосфера ба ҳисоб рафта, дар ҷараёни нигоҳдории иқлими муътадил, гардиши об дар табиат, ивази газҳо дар атмосфера нақши бағоят муҳим ва ивазнашавандаро дорад. Маҳсулнокии биологии ҷангалзорҳо дар 1 гектари он дар муддати 1 сол 10-30 тоннаро ташкил медиҳанд. Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки барои барқарор намудани ҷангалзорҳо (ҳангоми аз нав шинодани дарахтон) 20-40 сол сарф мегардад. Муайян гардидааст, ки 1 гектар ҷангалзор дар 1 сол аз ҳавои атмосферӣ 13-17 тонна гази карбонатро фурӯ бурда, 10-13 тонна оксигенро ҳосил менамояд. Биомассаи замин 1841×10^{12} тоннаро ташкил медиҳад, ки асоси онҳо мабун ба растаниҳои сабз ва обсабзҳо буда, шакли ғизогирии автотрофиро доранд. Ин растаниҳо асоси фабрикаҳои табиӣ истеҳсоли оксигенро ташкил медиҳанд.

Барои организмҳо зинда хусусан, инсон ва олами ҳайвонот оксиген нақши муҳимро иҷро менамояд. Муайян гардидааст, ки 1 нафар одам дар 1 сол 400 кг оксигенро истифода менамояд. Аз ин бармеояд, ки барои таъмини 1 нафар одам бо оксиген дар 1 сол ба ҳисоби миёна 0,2 гектар ҷангал чунин миқдор оксигенро ҳосил менамояд. Дар баробари ин ҷангалзорҳо атмосфераро аз омехтаҳои механикӣ тоза менамоянд. Дар 1 сол 1 гектар ҷангалзор метавонад то 50 тонна ҷангу ғуборро тоза намояд.

Ҷангалзорҳо дорои ҳосияти санитарии-гигиенӣ низ мебошанд. Баъзе растаниҳо аз худ ҳосияти фитоцидиро зохир намуда, дар давраи мавҷудияти худ микробҳо ва вирусҳоро нест менамоянд. Ҳавои ҷангалзорҳо аз лиҳози экологӣ бартарӣ дошта, дар 1 м³ на зиёда аз 500 номгуи бактерияҳои потегениро доранд. Дар ҳавои шаҳрҳо бошад, шумораи чунин бактерияҳо зиёда аз 36000 ташкил медиҳанд. Аз ин бармеояд, ки

чангалзорҳо натанҳо манбаи таъмини ҳавои атмосферӣ бо оксиген, инчунин филтри устувори табиӣ баҳисоб мераванд.

Чангалзорҳо дар пешгирӣ намудани офатҳои табиӣ таъсири худро мерасонанд. Онҳо метавонанд ба заиф намудани суръати вазиши шамол ва буронҳо таъсири худро расонида, онро заиф намоянд ва эрозияшавии замиро тавассути бодҳо пешгирӣ намоянд.

Ҳамин тариқ, дар асоси арзёбии экологӣ ва технологӣ, технологияи истеҳсоли биоэтанол дар асоси селюлоза, ки манбаи асосии он чӯби дарахтон мебошад, муайян карда шуд. Айни замон ин истеҳсолот метавонад таъсири манфии худро ба вазъи экологии сайёраи Замин расонад. Замоне ки мо дар он қарор дорем, эҳтиёҷ ба зиёд намудани масоҳати чангалзорҳоро дорад. Аз ин бармеояд, ки аз лиҳози экологӣ технологияи истеҳсоли биоэтанол дар асоси чӯби дарахон чандон самарабахш намебошад.

Таҳқиқи таркиби биохимиявии ғузапоия пахта ва экстраксияи липидҳои таркибии он

Барои амали намудани мақсади гузошташуда пеш аз ҳама омӯзиши таркиби химиявии ғузапоия пахта зарур буд. Тавассути истифодаи усулҳои химияи органикӣ, методҳои биохимиявии таҳлил ва тариқаҳои таҳлили физикию химиявии таркиби биохимиявии ғузапоия омӯхта шуд. Ғузапоия пахта пас аз марҳилаи биологии итмоми сикли ҳаётгузаронии он дастрас гардид.

Барои муайян намудани самаранокии технологияи коркардгардида зарурияти муайян намудани миқдори селюлозаи таркиби он ба миён омад. Барои таҳлили миқдорӣ намудани селюлозаи таркиби ғузапоия пахта пеш аз ҳама липидҳои таркиби он бо истифода аз усули экстраксияи гарм, ҷудо карда шуд. Экстраксия дар дастгоҳи Сокслет, ки бо хунуккунаки обӣ ва ҳаммоми обӣ мучаҳҳаз шудааст, гузаронида шуд.

Барои экстраксия намудани ғузапоия пахта, он пеш аз экстраксиякунӣ дар ҳарорати $+50 - 55^{\circ}\text{C}$ дар ҷевони химиявии хушккунанда муддати то 6 соат хушконида шуд. Сипас, ғузапоия хушконидашуда тавассути истифодаи осиеби механикӣ то андозаи $0,2 - 0,4$ мм дар дастгоҳи сохташудаи эксперименталӣ майда гардидааст.

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки тавассути истифодаи усулҳои химияи органикӣ, химияи аналитикӣ, методҳои таҳқиқи биохимиявӣ ва тариқаҳои таҳлили физикию химиявӣ натанҳо таркиби химиявии экстракти таркиби ғузапоия пахта, инчунин моддаҳои ғайрилипидии он низ таҳлили сифатӣ ва миқдорӣ карда шуд. Натиҷаҳои таҳқиқ дар ҷадвали 1 пешниҳод гардидааст.

Тавре аз натиҷаҳои таҳқиқи таркиби химиявии як қатор растаниҳои яксола ва бисёрсола бармеояд, таркиби ғузапоия пахта аз полисахариди селюлоза ва як қатор моносахаридҳо бой мебошанд.

Ҷадвали 1 - Ангистобҳои таркиби як қатор растаниҳои яксола ва бисёрсола

| Номгӯи пайвастагӣҳо | Растаниҳои бисёрсола | | | | | | Растаниҳои яксола | | | |
|--|----------------------|---------|-------|-------|-------|------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| | Сузанбарг | Сафедор | Пихта | Дуб | Осина | Бук | Паҳоли шолӣ | Қамиш | Ғузапоия пахта | |
| | | | | | | | | | поя | реша |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Моддаҳои ташқилдиҳандаи хокистар | 0,23 | 0,21 | 0,53 | 0,52 | 0,26 | 0,5 | 15,63 | 1,96 | 1,51 | 6,34 |
| Селлюлоза | 45,93 | 38,70 | 41,2 | 36,7 | 41,77 | 42,6 | 28,00 | 54,80 | 37,05 | 34,02 |
| Лигнин | 27,97 | 26,80 | 29,27 | 27,51 | 21,81 | 24 | 20,02 | 19,55 | 25,97 | 24,10 |
| Гексозаҳо | 55,70 | 51,70 | 52,5 | 39,92 | 45,38 | 48,2 | 47,87 | 31,80 | 41,90 | 42,31 |

Идовои чадвали 1 - Ангишторҳои таркиби як қатор растаниҳои яксола ва бисёрсола

| Номгӯи пайвастиҳои | Растаниҳои бисёрсола | | | | | | Растаниҳои яксола | | | |
|---|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|----------------|-------|
| | Сузанбарг | Сафедор | Пихта | Дуб | Осина | Бук | Паҳли шолӣ | Қамиш | Ғузапояи пахта | |
| | | | | | | | | | поя | реша |
| Пентозаҳо | 5,24 | 5,50 | 5,17 | 16,33 | 16,33 | 16,67 | 15,66 | 20,25 | 19,96 | 13,05 |
| Микдори умумии моддаҳои, ки дар об дар ҳарорати 90°C экстраксия мегарданд | 3,20 | 3,86 | 3,39 | 3,28 | 3,28 | - | 12,00 | 9,10 | 5,90 | 10,00 |
| Микдори умумии моддаҳои, ки дар бензин экстраксия мегарданд | 7,56 | 5,61 | - | - | - | - | 8,24 | 7,76 | 6,44 | 8,36 |

Тавре аз чадвали 1 бармеояд, барои коркарди хатти технологияи истеҳсоли биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта таркиби химиявии растаниҳои бисёрсолаи дарахтони сӯзанбарг ва сафедор ва растаниҳои яксолаи қамиш ва паҳли шолӣ, ки дар Тоҷикистон мерӯянд, омӯхта шудааст. Барои муқоисаи натиҷаҳо маълумоти адабиёт оиди таркиби химиявии баъзе дарахтони бисёрсола аз қабилҳои пахта, дуб, санавбар (сосна) ва бук, ки асоси онҳо биоэтанол истеҳсол мегардад, маълумот пешниҳод гардидааст.

Дар баробари ин бо мақсади таҳқиқи таркиби химиявии таркиби ғузапояи пахта ва арзиши экологии технологияи истеҳсоли биоэтанол дар асоси он, инчунин барои муқоиса намудан паҳли зағир, ҷӯби сӯзанбарг, ҷӯби сафедор мавриди пажӯҳиш ва таҳлил қарор дода шуд. Тавассути истифодаи методҳои биохимиявии таҳлил муҳимтарин нишондиҳандаҳои физикию химиявии онҳо аз қабилҳои адади кислотагӣ ва адади иодии онҳо таҳқиқ гардида муайян карда шуд, ки адади кислотагии экстракти пахта ба 8,8мгКОН/г, адади кислотагии экстракти паҳли зағир ба 7,9 мгКОН/г, экстракти ҷӯби сафедор 8,6мгКОН/г ва экстракти ҷӯби сӯзанбарг ба 9,1 мгКОН/г баробар аст.

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки дар рафти муайян намудани адади кислотагии экстракти растаниҳои таҳқиқшаванда бори нахуст дар муайян намудани нуқтаи эквивалентии усули титри потенциометрӣ истифода гардидааст. Дар баробари ин, барои муайян намудани ғализоти пайвастиҳои носери таркиби экстрактҳои таҳлилшаванда аз усули биохимиявии адади иодӣ муайян карда шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқи адади иодӣ нишон дод, ки адади иодии экстракти пахта ба 38гI₂/100г, адади иодии экстракти паҳли зағир ба 43,5гI₂/100г, экстракти ҷӯби сафедор ба 35гI₂/100г ва экстракти ҷӯби сӯзанбарг ба 39гI₂/100г баробар аст.

Таҳлили микдории фенолҳои таркиби ғузапояи пахта ва дигар растаниҳои таҳқиқшаванда бо усули хроматографияи қоғазӣ, маҳинқабат найчаи амалӣ гардидааст. Идентификатсияи пайвастиҳои фенолии растаниҳои таҳқиқшаванда аз рӯйи коэффитсиенти тақсимшавии онҳо дар сатҳи хроматограма дар муқоиса бо эталонҳо ва маълумоти адабиёт, муайян намудани нишондиҳандаи шикасти рушноии маҳлули онҳо дар асбоби рефрактометр, муайян намудани ҳарорати гудозиши онҳо дар асбоби Боэтус ва таҳлили спектрометрии инфрасурх ва ултробунафш муайян карда шудааст.

Ҳамин тариқ, дар асоси натиҷаҳои таҳлили эксперименталӣ ва маълумоти адабиёт, ки дар чадвали 1 пешниҳод гардидааст, муайян карда шуд, ки ғузапояи пахта аз аз

ангиштобоҳо бой буда, дар таркиби худ ба ҳисоби миёна 35,5% селюлоза, ва 42,1% гекозаҳо, 16,5% пентозаҳо дорад.

Чанбаҳои экологӣ ва физикию химиявӣ ҷудо намудани липидҳои таркиби ғўзапояи пахта

Дар асоси омӯзиши таркиби химиявӣ баргу пояи ғўзапояи пахта муайян карда шуд, ки дар дар баробари ангиштобоҳо дар таркиби он пайвастиҳои дорои хосияти кислотагидошта аз қабилҳои фенолиҳои марбути госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, килотаҳои лимӯ ва себро ба миқдори назаррас дорад. Тавре маълум аст, кислотаҳо ба раванди биохимиявӣ ҳосилшавии биоэтанол таъсири манфии худро менамояд.



Расми 2 - Технологияи коркардшудаи тоза намудани таркиби ғўзапояи пахта аз пайвастиҳои дорои хосияти кислотагидошта

Аз ҳамин лиҳоз, зарурати аз ғўзапоя ҷудо намудани ин пайвастиҳои химиявӣ хосияти кислотагидошта ба миён омад.

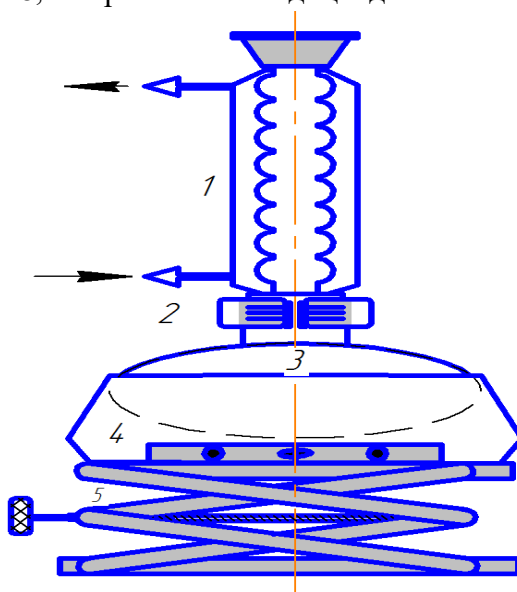
Ин мушкилоти технологиро ба инобат гирифта, технологияи ҷудо намудани пайвастиҳои дорои хосияти кислотагидоштаи фенолиҳои марбути госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, килотаҳои лимӯ ва себро технологияи нав ва муфид коркард карда шуд. Технологияи коркардгардида дар расми 2 пешниҳод гардидааст.

Омӯзиши чанбаҳои экологӣ ва физикию химиявӣ ин раванди технологӣ нишон дод, ки истифодаи ин технология метавонад як зумра мушкилотро ба миён оварад. Яке аз

мушкилоти экологӣ ин аз хунуккунандаи баргарандаи дастгоҳи Сокслет қисман бухоршавии бензин, ки ҳамчун экстрагент истифода мегардад, ба ҳавои атмосферӣ мебошад. Дуюм мушкилоти экологии ин технология ин безаргардоники бензини истифодашуда мебошад. Новобаста аз он, ки бензин пас аз экстраксия гардидани ғӯзапояи пахта он дар ротори бухоркунанда бугронӣ гардида, сипас такроран истифода мегардад, истифодаи пайдарпай онро корношоям мегардонад.

Натиҷаҳои омӯзиши ҷанбаҳои экологии технологияи коркардгардида муайян намуд бензине, ки он зиёда аз 3 маротиба ба ҳайси экстрагент дар экстраксиякунонии ғӯзапояи пахта истифода шуд, корношоям гардида ба партови истеҳсолӣ мубаддал гашт. Сабаби ба партови истеҳсолӣ мубадал гардидани экстрагенти истифодашуда дар он аст, ки дар таркиби он ғашҳои зиёд дида мешаванд. Ин ғашҳо ҳарорати ҷӯшиши аз $+80^{\circ}\text{C}$ поён дошта, марбут ба пайвастиҳои фенолӣ ва кислотаҳои органикӣ мебошанд.

Дар асоси омӯзиши таркиби химиявии партови истеҳсолӣ (бензине, ки пай дар пай ба сифати экстрагент истифода гардидааст) муайян карда шуд, ки миқдори кислотаҳои карбони ҳудуди 6,5%, пайвастиҳои феноли 3,2%, миқдори дигар липидҳои ҳарорати ҷӯшишашон аз $+80^{\circ}\text{C}$ поён 8,1% -ро ташкил медиҳанд.



Расми 3 - Дастгоҳ барои экстраксия намудани ғӯзапояи майдакардашудаи пахта бо маҳлули оби содаи каустикӣ

Эзоҳ: 1 - хунуккунаки оби баргаранда; 2 - лапкае, ки дар он дастгоҳ мустаҳкам карда мешавад; 3 - колбаи гунҷоии ҳаҷми 3л.; 4- колбагармкун; 5 - анкер.

Дар ин ҷо, қайд намудан бамаврид аст, ки новобаста аз он, ки пас аз ҳар як истифодашавӣ бензин тавассути усули бугронӣ тоза карда мешавад, пас аз 5 маротиба пай дар пай истифодаи он миқдори ғашҳо аз ин ҳам зиётар мегарданд. Бензине, ки дар таркиби худ чунин ғашҳоро дорад, истифодаи он дар нақлиёти автомобилӣ ғайриимкон мебошад. Аз ҳамин лиҳоз, он партофта мешавд. Бензини партофташуда ба экологияи муҳит метавонад таъсири манфии худро расонад. Ин мушкилоти ошкоршуда натавон ба вазъи экологии муҳити атроф зарар мерасонад, инчунин аз лиҳози иқтисодӣ низ зараровар буда, ба арзиши аслии биоэтанолӣ истеҳсолшаванда метавонад таъсири манфии худро расонад.

Ин мушкилоти экологӣ ва иқтисодиро ба инобат гирифта, дар тоза намудани ғӯзапояи пахта, ки он ҳамчун ашёи хоми ибтидоии истеҳсоли биоэтанол бахисоб меравад аз усули технологияи экстраксияи гарм истифода карда шудааст. Экстраксияи гарм дар колбаҳои гунҷоии ҳаҷмашон 3 литр, ки он бо хунуккунаки баргаранда мучаҳҳазонида гардидаанд, гузаронида шудааст (расми 3).

Чӣ тавре дар расми 3 пешниҳод гардидааст, экстраксияи ғӯзапояи майдакардашудаи пахта на дар дастгоҳи Сокслет, балки дар дастгоҳи махсус гузаронида

мешавад. Натиҷаҳои таҳлили эксперименталии гузаронидашуда нишон дод, ки дар ҳолати истифодашавии маҳлули 5 %-и обии ишқори натрий (содаи каустикӣ) истифодаи дастгоҳи Сокслет чандон самарабахш нест. Дар асоси натиҷаҳои омӯзиши ҷанбаҳои технологияи раванди экстраксияи гарм дар дастгоҳи Сокслет муайян карда шуд, ки ҳангоми зиёда аз 100°C гарм намудани маҳлули 5 %-и обии ишқори натрий об аз таркиби маҳлул ҷудо гардида, тавассути кубурчаҳои буғгузари Сокслет ба боло ба хунуккунаки баргаранда интиқол ёфта, дар он ҷо конденсатсия гардида, ба болои ғӯзапоияи майдакардашуда мефарояд. Мушкilotи асоси дар он аст, ки ҳангоми буғшавии экстрагент ишқори натрий ба ғӯзапоия пахта таъсири худро расонида натавониста, дар қисми поёнии дастгоҳи Сокслет боқӣ мемонад. Маҳлули обӣ наметавонад ба пуррагӣ пайвастагиҳои марбут ба ба госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, килоҳои лимӯ ва себро аз таркиби ғӯзапоия майдакардашуда ҷудо намояд.

Аз ҳамин лиҳоз, тасмим гирифта шуд дар ҷудо намудани госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, килоҳои лимӯ ва себ ба сифати экстрагент аз маҳлули 5%-и NaOH истифода карда шуд. Дар асоси омӯзиши ҷанбаҳои технологияи ҷудо намудани госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, килоҳои лимӯ ва себ аз таркиби ғӯзапоия майдакардашуда тавассути истифодаи маҳлули 5%-и NaOH, муайян карда шуд, ки методи технологӣ нисбат ба экстраксиякунонӣ ба бензин дар дастгоҳи Сокслет нисбатан самарабахш аст. Яке аз афзалиятҳои муҳимми ин технология нисбат ба усули сокслет дар он аст, ки технологияи мазкур технологияи бепартов буда дорои як қатор афзалиятҳои экологӣ мебошад.

Дар баробари ин, афзалияти экологӣ истифодаи 5%-и NaOH ҳамчун экстрагент дар тоза намудани намудани госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, килоҳои лимӯ ва себ аз лиҳози экологӣ самарабахш мебошад. Нархи 1 литр бензини навъи Аи-95 арзиши 10 сомони ро дорад. Як килограмм содаи каустикӣ кристалӣ (NaOH) 35-37 сомони ро ташкил медиҳад. Аз 1 кг. содаи каустикӣ 20 литр маҳлули 5%-и он тайёр карда мешавад. Агар арзиши оби истифодашуда ва қувваи кориро дар тайёр намудани ин маҳлул ба назар нагирем, он гоҳ арзиши аслии 1 литр маҳлули 5%-и NaOH ба ҳисоби миёна 1,8 сомони ро ташкил медиҳад, ки ин нисбат ба бензин 8,2 сомони арзиши арзонтарро дорад. Яке аз афзалиятҳои муҳими дигари экологӣ маҳлули 5%-и NaOH нисбат ба бензин дар он аст, ки ҳангоми кор бо ин маҳлул эҳтимоли захролудшавӣ дида намешавад.

Тавре аз технологияи коркардшудаи тоза намудани таркиби ғӯзапоия пахта аз пайвастагиҳои дорои хосияти кислотагидошта, ки дар расми 2 баррасӣ гардидааст бармеояд, пас аз экстраксия намудани ғӯзапоия майдакардашудаи пахта, экстракти ҳосилкардашуда бо истифода аз маҳлули 1%-и H₂SO₄ нейтрализатсия карда мешавад. Маҳсули реаксияи таъсири мутақобилаи намакҳои натригии госсипол, катехинҳо, килоҳои лимӯ ва себ бо маҳлули 1%-и H₂SO₄ ин сулфати калий (K₂SO₄) мебошад. Тавре дар хатти технологӣ (расми 2) дарҷ гардидааст K₂SO₄ дар истеҳсолоти химиявӣ тадбиқи васеи амалии худро дорад. Дар баробари ин, сулфати калийро метавон ҳамчун нурии ғизоӣ дар парвариши як қатор сабзавот, аз қабилӣ бодиринг, боимҷон, қаламфур, картошка сабзӣ ва ғайра метавон истифода намуд.

Дар рафти таҳқиқи ҷанбаҳои физикию химиявӣ технологияи коркардгардида муайян карда шуд, ки намакҳои натригии госсипол, катехинҳо, килоҳои лимӯ ва себ нисбати дар ҳолати озод будани онҳо дар об ҳалшавандагии ниҳоят хубро доранд. Аз ҳамин лиҳоз, суръати раванди ҳалшавандагии ин моддаҳои хосияти кислотагидошта дар ҳолати истифодашавии маҳлули 5%-и NaOH ҳамчун экстрагент нисбат ба варианти истифодаи бензин хело хурд буда, 35-40 дақиқаро ташкил медиҳад. Дар ҳолати истифодаи бензини навъи Аи-95 ҳамчун экстрагент барои ҷудо намудани ин моддаҳо 360 дақиқа вақт сарф мегардад.

Инчунин, дар рафти пажӯҳишу таҳқиқоти гузаронидашуда муайян карда шуд, ки сабаби асосии бо суръати нисбатан зиёд ҷудо гардидани госсипол, катехинҳо, килоҳои

лимӯ ва себ аз таркиби бофтаи растании пахта ин химсорбсияшавии онҳо мебошанд. Дар раванди химсорбсия ин моддаҳои химиявӣ ба пайвастагиҳои натригии худ мубаддал мегарданд. Дар таҳқиқоти минбаъда аҳамияти калони амалӣ ва экологӣ доштани госсипол ва кислотаҳои органикии ба инобат гирифта мақсад гузошта шуд, ки аз концентрати ҳосилкардашудаи, технологияи муфид коркард карда шавад.

Чанбаҳои экологӣ ва технологияи ҳосил намудани госсипол, кислотаи лимӯ ва кислотаи себ дар асоси партовҳои истеҳсоли биоэтанол

Тавре дар боло зикр намудем, барои истеҳсол намудани биоэтанол аз ғузапояи пахта бойгардони селюлозаи таркибии он зарур аст. Аз ҳамин лиҳоз, бо истифода аз технологияи экстраксия ғузапояи пахта коркард карда мешавад. Дар натиҷаи чунин коркард партове (экстракт) ҳосил мегардад, ки таркиби он аз госсипол, кислотаи лимӯ ва кислотаи себ бой мебошад.

Ин афзалияти технологӣ ва экологии партови истеҳсоли биоэтанолро дар асоси ғузапояи пахта ба инобат гирифта, технологияи муфиди ҳосил намудани госсипол ва кислотаҳои органикии идентификациякардашуда коркард гардид.

Хатти технологияи технологияи ҳосил намудани госсипол дар асоси партови истеҳсоли биоэтанол дар расми 4 пешниҳод гардидааст.



Расми 4 - Хатти технологияи технологияи ҳосил намудани госсипол дар асоси партови истеҳсолоти биоэтанол

Тавре аз технологияи коркардгардида (расми 4) бармеояд, асоси таркиби химиявии партови истеҳсоли биоэтанолро, ки он дар асоси ғузапояи пахта ҳосил карда мешавад, концентрати пайвастагиҳои фенолӣ ва кислотаҳои органикӣ ташкил медиҳанд.

Дар зинаи аввали коркарди технологи концентрати пайвастиҳои фенолӣ ва кислотаҳои органикӣ бо маҳлули 5%-и оҳаки шукуфта ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) коркард мегардад. Дар натиҷаи чунин коркард кислотаҳои органикӣ ба намакҳои калсигӣ худ табдил меёбанд. Феноли госсипол бошад, ҳангоми таъсири мутақобила намудан бо $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ба фенолияти калсий табдил меёбад.

Таҳқиқи таркиби химиявии омехтаи мазкур нишон дод, ки дар омехтаи мазкур дар баробари компонентҳои ҳосияти кислотагидошта, боз як зумра пайвастиҳое арзи ҳастӣ менамоянд, ки онҳо мутааллиқ ба эфирҳои мураккаби гисерин бо кислотаҳои коленмолекулаи карбонӣ мебошанд. Аз рӯи ҳосияти химиявиашон ин пайвастиҳо мутааллиқ ба липидҳои нейтралӣ карда шудаанд. Сабаб дар он аст, ки онҳо бе таъсири катализаторҳо ва омилҳои ба реаксия таъсиркунанда, наметавонанд бо ишқорҳо ба реаксия дохил шаванд. Аз ҳамин сабаб, бо мақсади ҷудо намудани онҳо концентрат пас аз коркард бо гексан экстраксияи хунук карда мешавад. Экстраксияи хунук дар қифи ҷудокунанда гузаронида мешавад.

Дар раванди экстраксия намудан, экстракт ба ду қисм, қисми обӣ ва органикӣ ҷудо мегардад. Намакҳои кислотаҳои органикӣ ва фенолиятҳо дар қисми обии экстракт боқӣ мемонанд. Пас аз экстраксия намудан липидҳои нейтралӣ ба қисми органикии экстракт мегузаранд. Чунин техникаи иҷроӣ амалҳои технологӣ боиси он мегардад, ки концентрати кислотаҳои органикӣ ва госсипол аз эфирҳои нейтралӣ ҷудо карда шаванд.

Бо мақсади баланд бардоштани афзалиятҳои экологии технологияи коркардгардида нисбат ба ҳаммонандҳои худ гексани истифодашуда тавассути методи буғронӣ аз нав регенератсия (барқарор) карда мешавад. Буғронии гексани истифодашуда дар дастгоҳи ротори бухоркунанда гузаронида шудааст.

Тавре аз хатти технологияи технологияи коркардгардида бармеояд, пас аз коркарди концентрат бо маҳлули 5%-и оҳаки шукуфта ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ва экстраксияи хунук намудан, омехта бо маҳлули H_2SO_4 -и 5% то $\text{pH}=7$ коркард карда мешавад. Нуктаи эквивалентии нейтрализатсияи омехтаро то $\text{pH}=7$ бо истифода аз индикатори универсалии қоғазӣ муайян намудан имконпазир мебошад.

Дар ин ҷо қайд намудан бамаврид аст, ки чунин коркард ба он мусоидат менамояд, ки намакҳои ҳосилкардашудаи кислотаҳои карбонӣ ва фенолиятҳои калсигӣ гидролиз гардида, аз ҳолати пайваст ба ҳолати озод мегузаранд. Пас аз ба ҳолати озод гузаштани феноли госсипол ва кислотаҳои органикӣ (кислотаи лимӯ ва кислотаи себ) омехта такроран экстраксияи хунук карда мешавад. Дар иҷроӣ ин амал ба сифати экстрагент эфири мураккаби этилатсетат интихоб гардидааст. Коркард бо этилатсетат ба он мусоидат менамояд, ки госсипол ва кислотаҳои органикӣ (кислотаи лимӯ ва кислотаи себ) аз маҳлули оби ба таркиби ин экстрагенти интихобгардида гузаранд. Сабаби интихоби ин ҳалкунанда ба ҳайси экстрагент дар он аст, ки госсипол ва кислотаҳои органикӣ (кислотаи лимӯ ва кислотаи себ) дар он нисбат ба гексан хуб ҳалшаванда мебошанд.

Барои бепартов намудани технологияи коркардгардида этилатсетат бо усули буғронӣ аз нав барқарор карда мешавад. Пас аз буғронӣ омехтаи тозакардашудаи госсипол, кислотаи лимӯ ва кислотаи себ ба даст оварда мешавад.

Барои ҷудо намудани моддаҳо аз ҳамдигар усули хроматографияи найчаӣ истифода мегардад. Дар иҷроӣ ин амали технологӣ ба сифати фазаи ҳаракаткунандаи хроматографӣ селюлоза ва ба ҳайси фазаи ҳаракаткунандаи хроматографӣ бошад систетай хлороформ-этилатсетат-кислотаи атсетат (2:1:0,1) интихоб гардидааст. Дар ҷудо намудани ин компонентҳо элюатсиякунонӣ бо суръати 10мл/дақиқа амалӣ шудааст.

Ба фраксияҳо тақсим намудани элюатҳо тавассути муайян намудани зичии оптикӣ онҳо, иҷро гардидааст. Дар натиҷаи муайян намудани зичии оптикӣ элюатҳо онҳо ба се фраксия ҷудо карда шуд. Пас аз буғронии фраксияи якум госсипол, фраксияи дуюм кислотаи лимӯ ва фраксияи сеюм бошад кислотаи себ ҳосил карда шуд.

Тавассути истифодаи методҳои математикӣ муайян карда шуд, ки аз 1 тонна ғузапоӣ пахта, ки он ҳамчун ашёи хоми ибтидоӣ дар истеҳсолоти биоэтанол истифода

мегардад, ҳосил намудани 7,42кг госсипол, 57,22 кг кислотаи лимӯ ва 3,34 кг кислотаи себро ҳосил намудан имконпазир аст.

Ҷанбаҳои технологӣ ва арзёбии экологии ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғўзапояи пахта

Чӣ тавре дар боло зикр шуд, натиҷаҳои пажӯҳиш ва таҳқиқоти гузаронидашудаи мо муайян намуд, ки ҳосил намудани сӯзишвории биологӣ биоэтанол аз ғўзапояи пахта нисбат ба дигар технологияҳои маълум, афзалияти калони экологӣ ва иқтисодиро доро мебошад.

Ин афзалиятҳоро ба инобат гирифта, аз ҷониби мо технологияи наву муфиди истеҳсол намудани биоэтанол дар асоси ғўзапояи пахта коркард гардид (расми 5).



**Расми 5 - Ҳатти технологияи ҳосил намудани сӯзишвории
биологӣ биоэтанол дар асоси ғўзапояи пахта**

Тавре аз хатти технологиии ҳосил намудани сӯзишвори биологии биоэтанол дар асоси ғӯзапояи пахта, ки дар расми 5 баррасӣ гардидааст, баъд аз чамъоварӣ намудани ғӯзапоя он дар дастгоҳи эксперименталии коркардгардида майда карда мешавад.

Баъд аз майда намудан бо мақсади зиёд намудани ҳиссаи массаи целлюлоза он тавассути истифодаи технологияи экстраксия коркарди махсус карда мешавад.

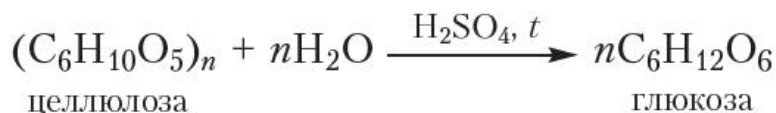
Дар ин ҷо, қайд намудан ба маврид аст, ки бо мақсади баланд бардоштани самаранокии экологӣ ва иқтисодии технологияи истеҳсол намудани биоэтанол дар асоси ғӯзапояи пахта аз партовҳои ҳосилгардидаи бойгардони феноли госсипол, кислотаи лимӯ ва кислотаи себ ҳосил карда мешавад.

Омӯзиши ҷанбаҳои физикию химиявии раванди бойгардонии целлюлозаи таркиби ғӯзапояи пахта нишон дод, ки пеш аз коркард ҳиссаи массаи полисахаридҳо ба 42,46% (аз ин миқдор 39,67%-ро целлюлоза ташкил медиҳад) ва пас аз коркард ба 59,60% баробар мегардад. Ин натиҷаҳо аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки бойгардонии целлюлоза яке аз омилҳои баҳисоб меравад, ки он ба зиёд намудани самаранокии технология ҳосил намудани сӯзишвори биологии биоэтанол дар асоси ғӯзапояи пахта, таъсири мусбии худро мерасонад.

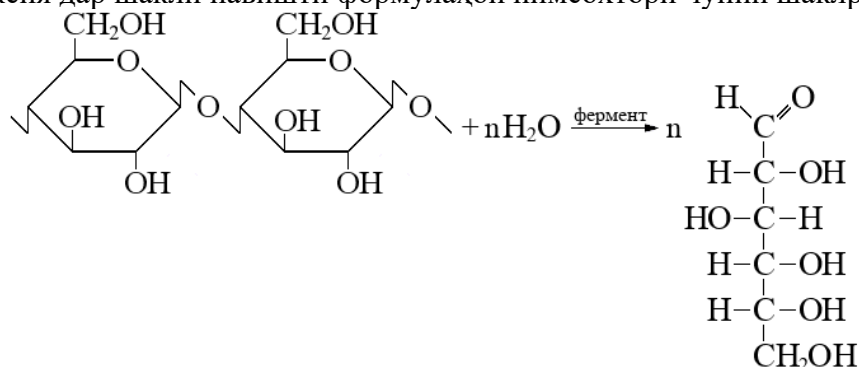
Дар технологияи коркардгардида пас аз бойгардонӣ, полисахаридҳои таркиби ғӯзапояи пахта гидролизи кислотагӣ карда мешавад. Реаксияи гидролиз тавассути истифодаи дастгоҳи гидролизкунада амалӣ мегардад. Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки бинобар сабабе, ки ба сифати катализаторҳо ферментҳои туршкунанда ва маҳлули кислотаҳо истифода мегарданд дохили гидролизат бояд бо плиткаи керамикии ба таъсири кислотаҳо тобовар рӯйпӯш карда шаванд.

Дар технологияи коркардгардида гидролизи целлюлоза ва дигар полисахаридҳои таркиби ғӯзапояи пахта дар иштироки маҳлули сероби кислотаи сулфат таҳти таъсири ҳарорати +160—200° С гузаронида мешавад.

Чунин коркарди технологӣ ба он мусоидат менамояд, ки полисахаридҳои таркиби ғӯзапояи пахта ба моносахаридҳои марбутатаи петозаҳо ва гексозаҳо мубаддал гардад. Ҷанбаҳои физикӣ-химиявии ин равандро бо реаксияҳои химиявии зерин асоснок намудан мумкин аст.



Ин реаксия дар шакли навишти формулаҳои нимсохторӣ чунин шаклро мегирад:



Аз реаксияи барасишудаи бармеояд, ки кислотаи сулфат дар реаксияи гидролизи полисахариди целлюлоза нақши катализаторро иҷро менамояд. Дар гузариши реаксия яке аз омилҳои ба реаксия таъсиркунанда ин ҳарорат мебошад. Пас аз гидролизи кислотагӣ намудани полисахаридҳои таркиби целлюлозаи пахта, гидролизат бо истифода аз маҳлули 10%-и оҳаки шукуфта ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) то $\text{pH}=5,5-6,0$ коркард карда мешавад. Чунин коркард туршнокии гидролизатро коҳиш дода, ба ҳосилшавии намаки миёнаи CaSO_4 мусоидат менамояд. Бинобар сабаби он ки гидролизат сероб аст, CaSO_4 ба кристалогидрати худ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ мубаддал мешавад.

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки намаки $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ дар об ҳалшаванда нест. Бинобар ин, он наметавонад бо об ба реаксия дохил шавад. Аз ҳамин лиҳоз, реаксияи мазкур мутааллиқ ба реаксияҳои барнагаранда аст.

Яке аз афзалиятҳои экологии технологияи коркарднамудани мо дар он аст, ки ба ҳайси маводди хоҳишдиҳандаи туршнокии гидролизат оҳаки шукуфта ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) истифода карда мешавад, ки дар натиҷаи коркарди он $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ дар шакли такшон ҳосил мегардад. Тағшони ҳосилшуда, ки он ҳамчун партови технологӣ баҳисоб меравад, метавон ҳамчун иловаи компазитсионӣ дар тайёр намудани моддаҳои часпандаи сохтмон истифода шавад.

Дар технологияи коркардгардида пас аз ҷудо намудани намакҳо ва боқимондаҳои гидролизнашаванда, гидролизат ба фраксияҳои пентозавӣ ва гексозавӣ дар мувофиқа бо усули технологияи маълум ҷудо карда мешаванд.

Пас аз ҷудо намудан ба фраксияҳо моносахаридҳои аз таркиби ғӯзапои пахта ҷудокардашуда бо истифода аз усули биотехнологӣ туршонидида мешавад. Дар ҳама технологияҳои маълум низ ин ҳаммонандии техникаи иҷроиши кор дида мешавад.

Дар ҳатти технологияи коркардгардида барои туршонидани ферментативии пентозаҳои ҳосилкардашуда истифоданамоии замбурӯғи туршкунандаи *P. tannophilus* ва барои туршонидани моносахаридҳои марбут ба гексозаҳо бошад замбурӯғи *Sacch cerevisiae* тавсия дода шудааст. Натиҷаҳои таҳлили эксперименталии гузаронидашуда нишон дод, ки идентификатсияи изомерҳои марбут ба пентозаҳо (алдопентозаҳо, кетопентозаҳо) ва гексозаҳо (алдогексозаҳо, кетогексозаҳо) тавассути истифодаи методи спектроскопияи инфрасурх ва масс-спектроскопия имконнопазир мебошад. Тавре маълум аст, ин тариқаҳои таҳлил марбут ба усулҳои дақиқ ва баландҳасоси таҳлили физикӣ-химиявӣ мебошанд.

Сабаби самарабахш набудани ин тариқаҳои таҳлили спектроскопияи инфрасурх ва масс-спектроскопия дар он аст, ки изомерҳои марбут ба алдопентозаҳо, кетопентозаҳо, алдогексозаҳо ва кетогексозаҳо гурӯҳҳои функционалӣ ва радикалҳои якхеларо доро мебошанд, ки он ба массаи молекулавӣ якхеларо соҳиб гардидани онҳо мусоидат менамоянд. Аз ҳамин сабаб дар рафти идентификатсия намудани пентозаҳо ва гексозаҳои аз таркиби ғӯзапои пахта, истифодаи тариқаҳои таҳлили спектроскопияи инфрасурх ва масс-спектроскопия ягон натиҷаи қонеъкунанда ба даст оварда нашуд.

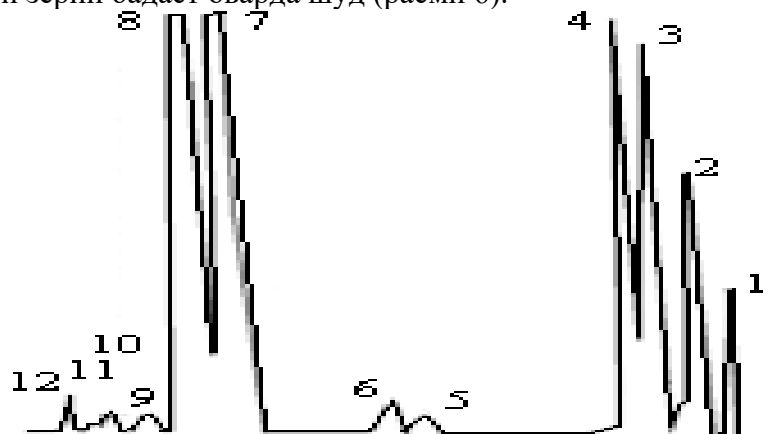
Дар таҳлил ва идентификатсияи намудани пентозаҳо ва гексозаҳои аз таркиби ғӯзапои пахта аз усули хроматографияи газӣ-моебӣ истифода намудем. Барои идентификатсия намудани моносахаридҳои таҳқиқшаванда моддаи химиявии полидиэтилгликолсуксиннатро истифода намудем. Сабаби интиҳоби полидиэтилгликолсуксиннат дар он аст, ки ин модда барандаи саҳтро (фазаи ҳаракатнакунандаи хроматографиро) дар худ хуб ҳал ва омехта месозад.

Дар таҳлили хроматографияи моносахаридҳои таркиби гидролизати ғӯзапои пахта ба ҳайси фазаи ҳаракатнакунандаи хроматографӣ, сорбенти “Хромосорб – W” интиҳоб гардидааст.

Барои омода намудани барандаи саҳт (фазаи ҳаракатнакунандаи хроматографӣ) 30 г. “Хромосорб – W” – ро ба колбаи ғунҷоиши ҳаҷмаш 250мл.-а гузаронида, ба болаш 2,45 г. полидиэтилгликолсуксиннат илова намуда, омехтаро дар хлороформ ҳал намудем. Баъд аз иҷрои ин амал хлороформро аз таркиби омехтаи омоданамуда тавассути усули буғронӣ ҷудо карда гирифтем. Буғронӣ дар дастгоҳи ротори буғкунанда гузаронида шуд.

Сипас, фазаи ҳаракатнакунандаи хроматографӣ дар ҷевони хушкунанда таҳти таъсири гармии 50°C муддати 3 соат коркарди термикӣ карда хушконида шуд. Баъд аз коркарди термикӣ барандаи сорбенти хроматографӣ, ки он дар асоси полидиэтилгликолсуксиннат ва “Хромосорб – W” омода гардидааст, қисм ба қисм ба дохили калонкаи асбоби хроматографӣ интиқол дода шуд. Барои зичтар намудани мавқеи ҷойгиршавии фазаи ҳаракатнакунандаи хроматографӣ, аз насоси беҳавокунанда истифода карда шуд.

Баъд аз элюатсия намудани омехтаи пентозаҳо ва гексозаҳои таркиби ғўзапояи пахта натиҷаҳои зерин бадаст оварда шуд (расми 6).



Расми 6 - Хроматограми омехтаи пентозаҳо ва гексозаҳои таркиби ғўзапояи пахта

Эзоҳ: 1-аллоза, 2-алтроза, 3-маноза, 4-галактоза, 5,6-ангишоби номаълум, 7-глюкоза, 8-ксилоза, 9,10-ангишоби номаълум, 11-дизоксирибоза, 12-рибоза.

Аз натиҷаи таҳлили хроматографии таркиби гидролизати ғўзапояи пахта, ки дар расми 6 пешниҳод гардидааст бармеояд таркиби асосии онро глюкоза, галактоза ва ксилоза ташкил медиҳанд. Дар асоси хосияти химиявии моносахаридҳои идентификатсиякардашуда метавон исбот намуд, ки ин моддаҳо метавонанд ҳамчун ашёи хом дар истеҳсоли биоэтанол истифодашаванда бошанд, зеро ба онҳо реаксияи туршонидани ферментативӣ хос аст. Маҳсули реаксияи мазкур биоэтанол мебошад.

Тавре ки дар технологияи коркардгардида дарҷ гардидааст, пас аз туршонидани ферментативӣ, ки бо истифода аз замбурӯғҳои *P. tannophilus* ва *Sacch cerevisiae* амалӣ мегардад, омехтаи реаксионӣ филтронида мешавад. Баъд аз иҷрои ин амал маҳлули чудокардашуда буғронии ректификатсионӣ карда мешавад. Дар натиҷаи буғронӣ биоэтаноли 96⁰ ҳосил мегардад.

Таҳлили таркиби химиявии биоэтаноли ҳосилкардашуда нишон дод, ки дар таркиби биоэтаноли ҳосилкардашуда то 4% об, алдегиди атсетат 0,26%, кислотаи атсетат 0,53% ва 0,12% моддаҳои марбут ба равғанҳои эфирӣ дорад. Таҳқиқоти минбаъдаи гузаронидашуда нишон дод, ки гарчанде пайвастагиҳои мазкур аз лиҳози экологӣ хатарнок баҳисоб намераванд, истифодаи он дар нақлиёти автомобилӣ метавонад ба чӯзҳои муҳаррик таъсири манфии худро расонида, боиси ба коррозия мубтало гардидани системаи интиқолдиҳандаи сӯзишворӣ ба муҳаррик гардад.

Ин норасоӣ сифати биоэтанолро ба инобат гирифта, барои коҳиш додани миқдори об ва тоза намудан аз алдегид ва кислотаҳои таркиби он, биоэтанол бо содаи каустики коркарди термикӣ карда мешавад. Коркарди мазкурро мо дар колбаи курашакли ғунҷоиши ҳаҷмиш 1000мл-и бо хунуккунандаи обии баргаранда мучаҳҳазонида, гузаронидем.

Коркарди термикӣ дар ҳарорати 80-85⁰С бо истифода аз ҳаммоми обӣ гузаронида шуд. Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки баъд аз чунин коркард дар қисми поёнии колба қисми обӣ аз қисми спиртӣ ҷудо мешавад. Қисми обиро аз қисми спиртӣ бо истифода аз кифи ҷудокунанда ҷудо намудем. Баъд аз чунин коркард, биоэтанол такроран буғронии ректификатсионӣ карда мешавад.

Дар асоси таҳлилҳои эксперименталии гузаронидашуда муайян гардид, ки чунин коркарди иловагӣ боиси 3,5% талафоти биоэтаноли 96⁰ мегардад, лекин биоэтаноли 96⁰ ба этаноли 98⁰ мубаддал мегардад. Таҳқиқоти гузаронидашудаи минбаъда муайян намуд, ки

чунин навъи биоэтанол метавонад ҳамчун модификаторҳои беҳтаркунандаи афзалиятҳои экологӣ ва энергиябарандагии сӯзишвории бензинӣ истифодашаванда бошад.

Арзёбии экологии истифодашавии биоэтанолӣ ҳосилкардашуда ҳамчун модификаторҳои беҳтаркунандаи сифати сӯзишвории бензинӣ

Газҳое, ки ҳангоми сухтани сӯзишвории муҳаррики нақлиёти автомобилӣ хориҷ мегарданд ин маҳсули реаксияи химиявии оксидшавии нопурраи сӯзишвории карбогидрогени мебошанд. Маҳз ҳамин газҳои ихроҷшудаи муҳаррик боиси сабаби асосии зиёд гардидани ғализати иҷозатдодашудаи моддаҳои захрнок ва кансерогенҳо дар атмосфераи шаҳрҳои калон ва аҳолии зич дошта мегарданд.

Бо мақсади арзёбии экологии истифодашавии биоэтанолӣ ҳосилкардашуда ҳамчун модификаторҳои беҳтаркунандаи сифати сӯзишвории бензинӣ ҳиссаи массаи карбогидрогенҳои таркиби бензинҳои навъҳои АИ-92 ва АИ-96 маҳқиқ гардида, массаи миёнаи молекулавии онҳо муаян карда шуд. Дар асоси ин маълумотҳо реаксияи сӯзиши карбогидрогенҳои нафти тартиб дода шуда дар асоси он муаян гардид, ки ҳангоми сухтани 1кг сӯзишвории бензинӣ ба ҳисоби миёна 15,86 кг партовҳо ҳосил мегарданд. Дар асоси таҳқиқотҳои саҳроӣ гузаронидашуда муаян карда шуд, ба маҳсулнокии ин реаксия метавонад ғализати оксигени таркиби ҳаво ва фишори атмосферӣ таъсири ҳудро расонад.

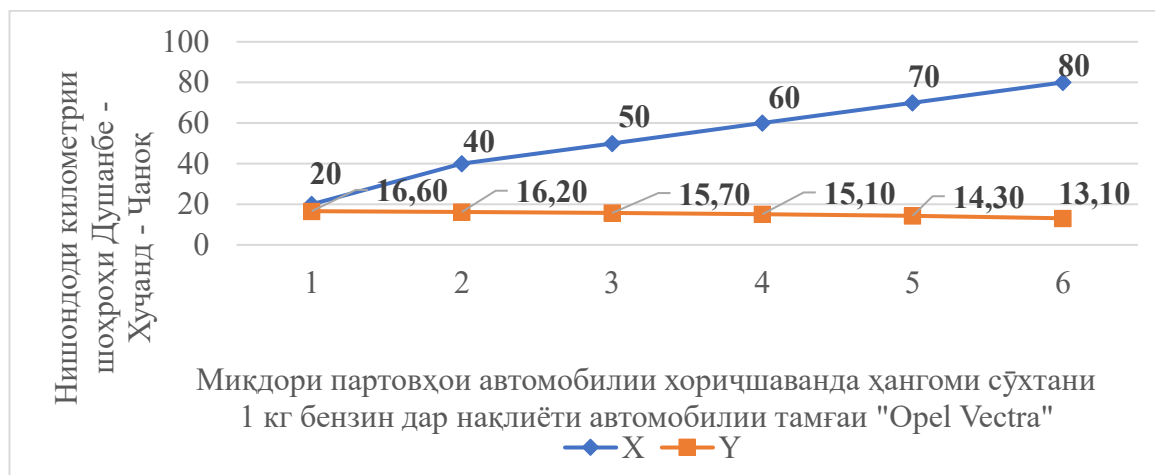
Барои муаян намудани ин таъсири ин омилҳои ба суръати реаксияи сӯзиши бензин дар муҳаррики нақлиёти автомобилӣ сарфи сӯзишворӣ ҳангоми ҳаракати нақлиёт дар роҳи автомобилгарди доманакӯҳӣ ва кӯҳӣ муаян карда шуд. Таҳқиқоти эксперименталии мазкур бо истифода аз нақлиётҳои автомобилӣ тамғаҳои “Toyota Prado, 5i литра”, “Opel Vectra 1,6 k литра” ва “BAZ 2110 1,5i литра” гузаронида шудааст. Ба ҳайси сӯзишвории муҳаррик дар нақлиёти автомобилӣ тамғаи “Toyota Prado, 5i литра” бензини навъи АИ-95, дар нақлиётҳои тамғаи “Opel Vectra 1,6k литра” ва “BAZ 2110 1,5i литра” бензини навъи АИ-92 истифода гардид. Таҳқиқоти мазкур дар роҳи автомобилгарди Душанбе - Хучанд - Чанок гузаронида шудааст (ҷадвали 2).

Ҷадвали 2 - Сарфи сӯзишвории бензинӣ ҳангоми ҳаракати нақлиёти автомобили дар минтақаи ағбаи Анзоби Душанбе – Хучанд - Чанок

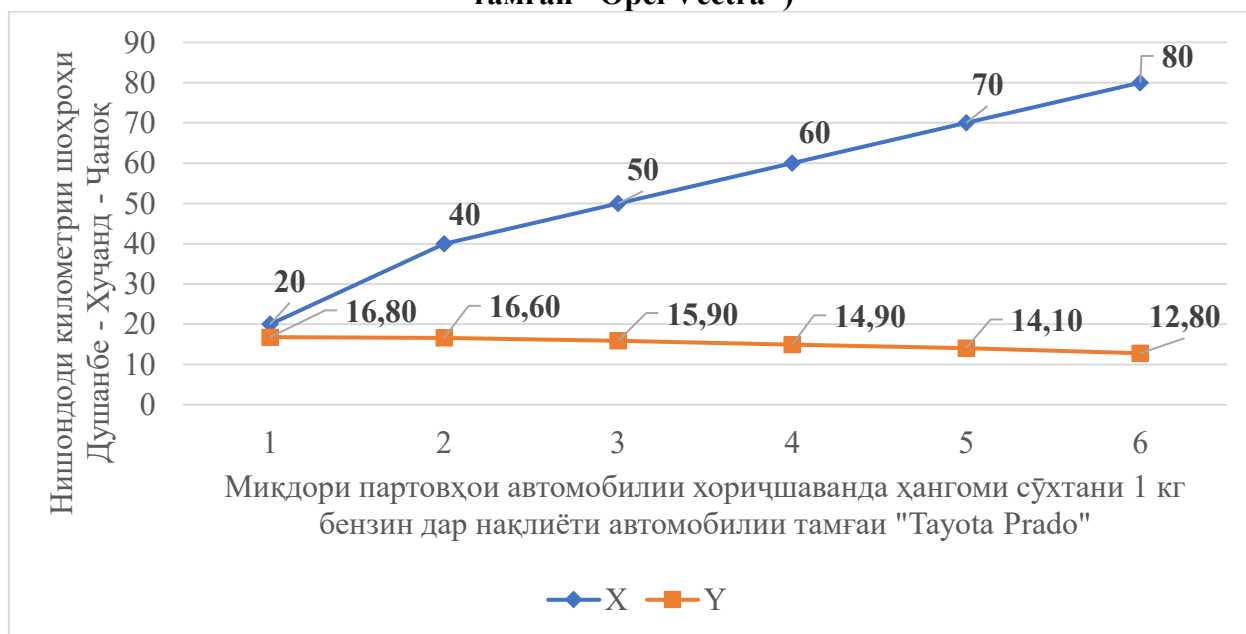
| Сарфи сӯзишворӣ вобаста ба суръати ҳаракат | BAZ 2110 1,5i литра | Opel Vectra 1,6k литра | Toyota Prado, 5i литра |
|---|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Сарфи сӯзишворӣ ҳангоми ҳаракат дар дохили ш. Душанбе, л/100км (суръати ҳаракат 35-40км/соат) | 9,1 | 8,4 | 17,4 |
| Сарфи сӯзишворӣ ҳангоми ҳаракат дар ҳолати танбашавии роҳ дар дохили ш. Душанбе, л/100км (суръати ҳаракат 15-20км/соат) | 12,3 | 11,2 | 21,2 |
| Сарфи сӯзишворӣ ҳангоми ҳаракат дар шоҳроҳи Душанбе – Ваҳдат (суръати ҳаракат 80 км/соат) | 6,8 | 6,1 | 14,3 |

Сарфи сӯзишвории бензинӣ ҳангоми ҳаракати нақлиёти автомобили дар шоҳроҳи Душанбе – Хучанд - Чанок аз километри 20-уми ин роҳи автомобилгард то нақби “Истиклол”, ки дар минтақаи 80-ум километри ин роҳ ҷойгир шудааст, муаян гардидааст.

Мушоҳидаҳо нишон дод, ки ҳар чи қадар нақлиёти истифодашуда аз сатҳи баҳр баландтар ҳаракат намояд ҳамон қадар суръати ҳаракат заиф гардида сарфи сузишворӣ зиёд мегардад. Дар бораи ин таҳқиқот инчунин миқдори партовҳои хориҷшаванда ҳангоми кори муҳаррики нақлиёти автомобилҳои истифодашуда дар ҳолати беҳаракатӣ (ҳангоми кори муҳаррик дар ҷойи истодааш) аз километри 20, 30, 40, 50, 60, 70 ва 80-уми роҳи автомобилгарди Душанбе – Хучанд – Чанок то нақби Истиқлол, муаян карда шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқ дар расмҳои 7, 8 пешниҳод гардидаанд.



Расми 7 - Вобастагии миқдори ҳосилшавии партовҳои хориҷшаванда ҳангоми сӯختани сӯзишвории бензинӣ аз баландии сатҳи баҳр (дар нақлиёти автомобилҳои тамғаи "Opel Vectra")



Расми 8 - Вобастагии миқдори ҳосилшавии партовҳои хориҷшаванда ҳангоми сӯختани сӯзишвории бензинӣ аз баландии сатҳи баҳр (дар нақлиёти автомобилҳои тамғаи "Toyota Prado")

Чӣ тавре аз натиҷаҳои таҳқиқ, ки дар расмҳои 7 ва 8 пешниҳод гардидааст, бармеояд ҳангоми сарфи 1кг сузишвории бензинӣ ҳангоми кори муҳаррикӣ автомобилҳои тамғаи опел дар дар километри 20-уми шохроҳ 16,6 кг дар километрҳои 40, 50, 60, 70, 80 миқдори партовҳо ба 16,2кг, 15,7кг, 15,1кг 14,3кг, 13,1кг-ро мувофиқан партовҳо ҳосил мегарданд. Ҳангоми кори муҳаррики тамғаи "Toyota Prado, 5i литра" бошад миқдори партовҳо дар километрҳои 40, 50, 60, 70, 80 миқдори партовҳо ба 16,6кг, 15,9кг, 14,9кг 14,1кг, 12,8кг-ро мувофиқан ташкил медиҳанд.

Аз ин, натиҷаҳои таҳлил бармеояд, ки ҳар чи қадар нақлиёти автомобилӣ дар роҳи нақлиёти аз сатҳи баҳр балантар ҳаракат намояд, ҳамон қадар аз меъёри муқараргардида сарфи бензин зиёд гардида миқдори партовҳои ҳосилшаванда кам мегардад.

Барои муаян намудани ин муаммо ва арзёбии экологии таркиби партовҳои муҳарики нақлиёти автомобилӣ, ки бо сузишвории бензинӣ ҳаракат менамоянд, тавасути истифодаи газоанализаторҳо таркиби химиявии партовҳои ҳосилшаванда (ҳангоми кори муҳаррик дар ҷойи истодааш) минтақаи километрии 20, 30, 40, 50, 60, 70 ва 80- уми роҳи автомобилгарди Душанбе - Хучанд - Чанок муаян карда шуд. Дар асоси ин натиҷаҳои таҳқиқ ошкор гардид, ки сабаби асосии коҳишёбии миқдори вазнии партовҳо ҳангоми сарфи 1кг бензин дар муҳарики нақлиёти ин кам хориҷ гардидани миқдори гази CO_2 ва зиёд хориҷ гардидани газҳои CO ва карбогидрогенҳо мебошанд.

Маълум гардид, ки аз меъёри муқараргардида зиёд хориҷ гардидани гази CO ва карбогидрогенҳо ба норасоии оксиген ҳангоми сузиши бензин дар муҳарики нақлиёти рабт дорад. Тавре маълум аст карбогидрогенҳои нафтии марбутаи сузишвории бензинӣ ва монооксиди карбон ба экологияи муҳит таъсири манфии худро расонида ба зиёд гардидани миқдори газҳои гармхонавӣ мусоидат менамоянд. Инчунин, партовҳои ҳосилгардидаи марбутаи карбогидрогенҳо метавонанд дар фазои атмосферӣ таҳти таъсири фотокатализаторҳо бо моддаҳои дигар таъсири мутақобила намуда пайвастиҳои аз лиҳози экологӣ саҳттаъсирро ҳосил намоянд.

Ин мушкилоти экологиро баинобат гирифта дар таҳқиқотҳои минбаъда мақсад гузошта шуд, ки роҳи коҳиш додани миқдори ин партовҳои аз лиҳози экологӣ саҳттаъсири нақлиёти автомобилӣ коркард карда шавад.

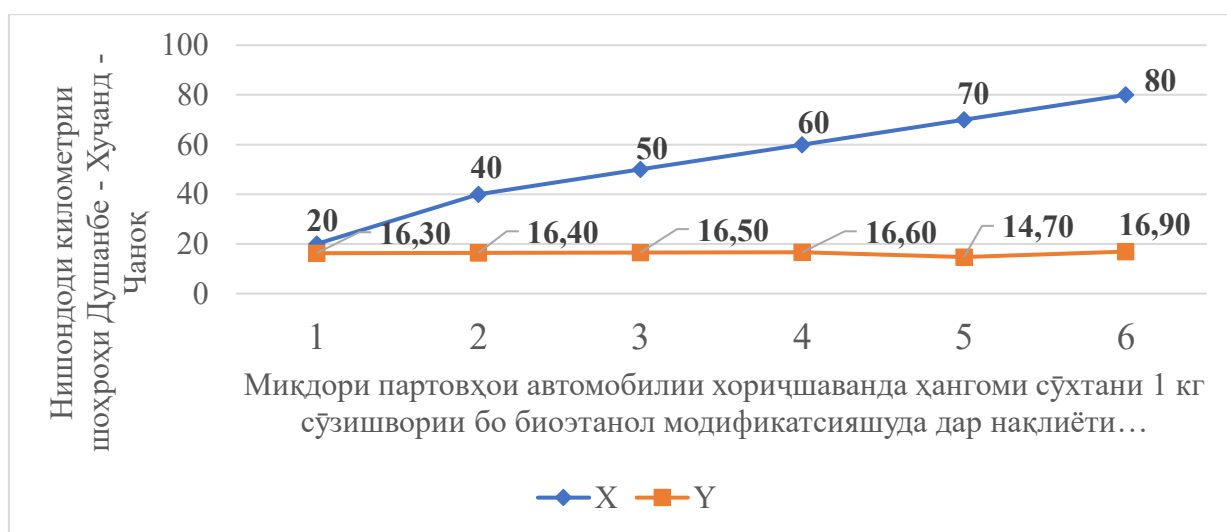
Дар натиҷаи ин таҳқиқотҳо муаян карда шуд, ки сабаби асосии аз меъёр зиёд сарф шудани бензин дар нақлиёти автомобилӣ ин ба норасоии оксиген рабт дорад. Инчунин муаян карда шуд дар таркиби партовҳои аз нақлиёти автомобилӣ ҳосилгардида камшавии CO_2 ва зиёдшавии CO ва карбогидрогенҳои C_xH_y низ ба коҳишёбии миқдори оксигени ҳаво вобастагӣ дорад.

Бо мақсади бартараф намудани ин мушкилоти экологӣ дар асоси сузишвории бензинӣ навъи АИ-92 ва АИ-95 ва биоэтанол аз ғузапои пахта ҳосилкардашуда сузишвории модификатсиякардашуда ҳосил карда шуд. Барои муаян намудани афзалиятҳои экологӣ ва энергиябарандагии сузишвории биоэтанол модификатсиякардашуда бензини навъи АИ-92 ва АИ-95 бо биоэтанол дар асоси ғузапои пахта ҳосилкардашуда бо таносубиятҳои 1:1, 1:1,5; 1:3; 1:3,5; 1:4; 1:4,5; 1:5; 1:5,5; 1:6; 1:6,5; 1:7; 1:7,5; 1:8; 1:8,5; 1:9; 1:9,5; ва 1:10 (1 ҳисса биоэтанол ва 1,5.... 10 ҳисса сузишвории бензинӣ) омехта карда шудаанд. Натиҷаҳои таҳқиқотҳои эксперименталии гузаронидашуда нишон дод, ки дар ин роҳҳои автомобилгард сузишвории модификатсияшуда, ки дар он биоэтанол бо таносубияти 10:1 (10 ҳисса сузишвории бензинӣ ва 1 ҳисса биоэтанол) тайёр гардидааст аз ҷиҳати экологӣ ва ҳосиятҳои энергиябарандагӣ нисбат ба сузишвории муқаррарии бензинӣ як зумра бартарӣ дорад (ҷадвали 3, 4 ва расми 9, 10).

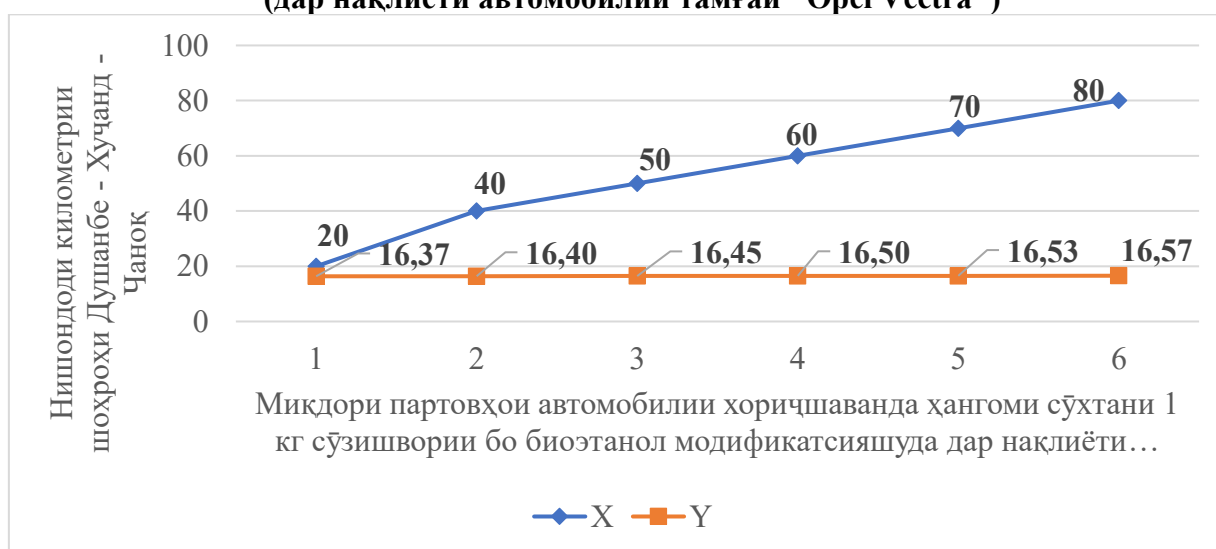
Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқотҳои эксперименталии гузаронидашуда ошкор гардидаст, ки сузишвории муҳарикии биоэтанол модификатсиягардида нисбат ба сузишвории муқаррарии бензинӣ ҳангоми ҳаракат нақлиёти автомобилӣ дар минтақаи ағбаи Анзоби шохроҳи Душанбе – Хучанд - Чанок як қатор афзалиятҳоро дорад. Муаян гардидааст, ки ҳангоми истифодаи сузишвории муҳарикии биоэтанол модификатсияшуда дар минтақаи километрии 20, 30, 40, 50, 60, 70 ва 80- уми роҳи автомобилгарди Душанбе – Хучанд - Чанок сарфи сузишворӣ нисбат ба сузишвории муқаррарии бензинӣ дар ҳолати истифодашавӣ дар нақлиёти автомобилӣ тамғаи Opel Vectra 1,6к литра” 27,7%, дар нақлиёти автомобилӣ тамғаи ВАЗ 2110 1,5i литра 26% ва дар нақлиёти автомобилӣ тамғаи Toyota Prado 5i литра” 18,3% кам сарф гаштааст.

Ҷадвали 3 - Сарфи сӯзишвории бензининии бо биоэтанол бо таносубияти 10:1 модификатсиякардашуда ҳангоми ҳаракати нақлиёти автомобилӣ километри 20-80- уми Душанбе- Хучанд- Чанок

| Масофаи тайкардашуда | Тамғаи нақлиёти истифодашуда | | |
|---|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | ВАЗ 2110 1,5i литра | Opel Vectra 1,6k литра | Tayota Prado, 5i литра |
| Сарфи сӯзишворӣ ҳангоми ҳаракат нақлиёти автомобилӣ дар минтақаи ағбаи Анзоби шоҳроҳи Душанбе- Хучанд-Чанок (суръати ҳаракат 40-60 км/соат, ҳисоби сарфи сӯзишворӣ аз рӯи 100км/соат) | 13,4 | 12,6 | 22,3 |



Расми 9 - Вобастагии микдори ҳосилшавии партовҳои ҳориҷшаванда ҳангоми сӯختани сӯзишвории бо биоэтанол модификатсияшуда аз баландии сатҳи баҳр (дар нақлиёти автомобилӣ тамғаи "Opel Vectra")



Расми 10 - Вобастагии микдори ҳосилшавии партовҳои ҳориҷшаванда ҳангоми сӯختани сӯзишвории бо биоэтанол модификатсияшуда аз баландии сатҳи баҳр (дар нақлиёти автомобилӣ тамғаи "Tayota Prado")

Натиҷаҳои таҳқиқи афзалиятҳои экологии сузишвории муҳарикии бо биоэтанол модефикатсиякардашуда нишон дод, ки ҳангоми суختани 1кг он дар муҳарики нақлиёти автомобилӣ тамғаи опел дар дар километри 20-уми шоҳроҳ 16,3 кг дар километрҳои 40, 50, 60, 70, 80 миқдори партовҳо ба 16,4кг, 16,5кг, 16,6кг 16,7кг, 16,9кг - ро мувофиқан ташкил медиҳанд. Дар автомашинаи тамғаи “Toyota Prado, 5i” миқдори партовҳои хориҷшаванда дар километрҳои 40, 50, 60, 70, 80 ба 16,4кг, 16,45кг, 16,50 кг 16,53кг, 16,57 кг-ро мувофиқан ташкил медиҳанд. Ин натиҷаҳо аз он гувоҳи медиҳанд, ки сузишвории модефикатсиякардашуда ба суръати ҳаракати нақлиёти автомобилӣ таъсири мусбӣ расонида сарфи сузишвориро то 24% коҳиш медиҳад, лекин массаи умумии партовҳои ҳосилшаванда коҳиш меёбанд.

Барои муаян намудани ин муамо таркиби химиявии партовҳои газии аз нақлиёти автомобилӣ таҳқиқ карда шуд. Дар ин таҳлил аз нақлиёти автомобилӣ тамғаи “Toyota Prado, 5i” истифода карда шудааст. Таҳлили мазкур дар минтақаи 20, 30, 40, 50, 60, 70 ва 80 - уми роҳи автомобилгарди Душанбе – Хучанд – Чанок таҳқиқ гузаронида шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқ дар ҷадвали 4 пешниҳод гардидааст.

Ҷадвали 4 - Арзёбии экологии афзалиятҳои сузишвории бо биоэтанол модефикатсияшуда нисбат ба сузишвории бензинӣ дар шоҳроҳи Душанбе- Хучанд- Чанок

| № | Номӯи компонентҳои марбута ба партовҳои газӣ ва аэрозолии аз нақлиёти автомобили хориҷшаванда | Ҳиссаи ҳаҷми компонентҳои хориҷшаванда, бо ҳисоби % | | Арзёбии экологии партови аз нақлиёти автомобили хориҷшаванда |
|---|--|--|--|---|
| | | Намунаи сузишвории истифодагардида | | |
| | | Бензини навъи АИ- 95 | Бензини навъи АИ-95-и бо биоэтанол модефикатсиякардашуда | |
| Партовҳои газӣ ва аэрозолии аз нақлиёти автомобили хориҷшаванда ҳангоми кори муҳарики нақлиёт дар минтақаи километри 20 - ум ва 80 - уми роҳи автомобилгарди Душанбе – Хучанд – Чанок | | | | |
| 1. | Нитроген | 74,1- 76,8 | 75,0 - 78,6 | Заҳрнок нест |
| 2. | Бӯғҳои об | 5,2 - 2,6 | 5,3 - 4,6 | Заҳрнок нест |
| 3. | Диоксиди карбон | 10,8-4,1 | 10,9 - 9,1 | Заҳрнок аст |
| 4. | Моноксиди карбон | 0,2 - 13,7 | 0,1 - 2,6 | Заҳрнок аст |
| 5. | Карбогидрогенҳо | 0,3 - 8,2 | 0,2 - 2,5 | Заҳрнок аст |
| 6. | Алдегидҳо | 0,1 - 0,2 | 0,1 - 0,3 | Заҳрнок аст |
| 7. | Оксиди сулфур | 0,002- 0,01 | 0,001 - 0,002 | Заҳрнок аст |
| 8. | Дуда, г/м3 | 0,01 - 0,16 | 0,01 – 0,05 | Заҳрнок аст |
| 9. | Бензапирен | 0,01 - 0,02 | 0,01 | Кансероген |

Эзоҳ: Қимати якум миқдори партовҳои газӣ ва аэрозолии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшаванда ҳангоми кори муҳарики нақлиёт дар минтақаи километри 20- ум ва қимати дуюм бошад миқдори ҳамин газҳоро дар минтақаи километри 80-уми роҳи автомобилгарди Душанбе- Хучанд- Чанок шарҳ медиҳад.

Дар асоси ин натиҷаҳои таҳқиқ (ҷадвали 4) муаян карда шудааст дар ҳолати истифодаи сузишвории бензинӣ ҳангоми ҳаракати нақлиёти автомобилӣ дар ин шоҳроҳ бо зиёдшавии баландшавии аз сатҳи баҳр хориҷшавии гази CO₂ аз меъёри муқарраргардида кам гардида хориҷшавии газҳои СО ва карбогидрогенҳои нафти зиёд мегардад. Ошкор

гардид, ки ин натиҷа ба тағир ёфтани ғализати оксиген дар таркиби ҳавои атмосферӣ вобаста аз баландии мавқеъи ҷуғрофӣ роҳи автомобилгард алоқаманд аст.

Истифодаи биоэтаноли ҳосилкардашуда ҳамчун модификатор тавонист мушкилоти экологии мазкурро бартараф намуда ба коҳиш додани миқдори партовҳои марбута ба газҳои СО ва карбогидрогенҳои нафти, ки натавонанд захираҳои баланд доранд, инчунин аз худ эффекти баланди ҳосияти газҳои гулхонагиро зоҳир месозанд, мусоидат намояд.

Ошкор карда шуд, ки дар ҳолати истифодаи биоэтанол ҳамчун модификатор бартараф намудани норасоии оксиген ҳангоми ҳаракати нақлиёти автомобили дар роҳи автомобилгарди кӯҳӣ аз ҳисоби оксигени пайвасти молекулаи этанол бартараф карда мешавад, ки ин боиси як зумра афзалиятҳои экологии пайдо намудани сузишвории модификатсиякардашуда мегардад.

ХУЛОСАҶО

Натиҷаҳои асосии илмӣ диссертатсия

1. Дар асоси таҳлили адабиёти илмӣ ва методҳои химияи органикӣ ва методҳои таҳлили биохимиявӣ таркиби химиявии карбогидрогенҳои нафтии марбута ба фраксияи бензинии нафти мавриди таҳлил ва омузиш қарор дода шуда эҳтимоли таъсири манфии онҳо ба фаъолияти муътадили растаниҳо ва организми инсон муаян карда шудааст. Дар баробари идентификацияи таркиби химиявии карбогидрогенҳои нафти инчунин мушкилоти экологии соҳаи мазкур ошкор гардида роҳҳои бартараф намудани он муаян карда шудааст [2-М, 4-М, 5-М, 7-М, 9-М, 11-М, 12-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М].

2. Тавассути усули биотехнологӣ технологияи муфид ва аз ҳаммонандҳои худ афзалияти экологидоштаи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапоии пахта коркард гардидааст. Муаян карда шудааст, ки истифодаи ғузапоии пахта ҳамчун ашёи хоми ибтидоӣ дар истеҳсол намудани биоэтанол нисбат ба технологияҳои маълум ва ҳаммонанди он дорои як зумра афзалиятҳои экологӣ мебошад. Дар рафти амали намудани вазифаҳои гузашташуда ҷанбаҳои экологӣ, биохимиявӣ, физикию-химиявӣ ва технологияи он таҳқиқ гардидааст. Бо мақсади баланд бардоштани самаранокии экологии технологияи коркардгардида, пеш аз туршонидани ферментативӣ технологияи муфиди бойгардонии ангишторҳои таркиби ғузапоии пахта коркард гардидааст [2-М, 4-М, 5-М, 7-М, 9-М, 11-М, 12-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М].

3. Бо мақсади истифодаи биоэтаноли ҳосилкардашуда ҳамчун модификатори коҳишдиҳандаи партовҳои газии аз нақлиёти автомобили хориҷшаванда он коркарди махсус карда мешавад, ки дар натиҷа он ба биоэтаноли ғализаташ 98% табдил дода мешавад. Муаян гардидааст, ки он ҳамчун модификатор бо сузишвории бензини бо таносубияти 10:1 (10 ҳиссаи ҳаҷми бензин, 1 ҳисса биоэтанол) аз худ ҳосияти хуби энергиябарандагиро зоҳир намуда ба коҳиш додани миқдори партовҳои газии аз нақлиёти автомобили хориҷшаванда мусоидат менамояд. Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқотҳои эксперименталии саҳроӣ арзёбии экологии афзалиятҳои биоэтанол ҳамчун модификатор нисбат ба сузишвории бензинӣ муаян карда шудааст [2-М, 4-М, 5-М, 7-М, 9-М, 11-М, 12-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М].

Тавсияҳо барои истифодаи амалии натиҷаҳо

1. Бо ширкатҳои нафтии маҳаллӣ ҳамкорӣ карда, технологияи истеҳсоли биоэтанолро бо омехтаи сузишвории нафти ба роҳ мондан лозим аст.

2. Арзёбиҳо нишон медиҳанд, ки биоэтанол дар автомобилҳо метавонад партовҳои СО₂-ро нисбат ба бензин то 60-80% кам кунад ва сифати ҳаворо беҳтар кунад. Аммо, истифодаи он бояд бо муҳаррикҳои нақлиёти автомобилӣ мувофиқ бошад.

3. Гузариш ба муҳаррикҳои гибридӣ ва биоэтаноли махсус барои автомобилҳои типи нав. Муҳаррикҳо бояд ба шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон (масалан, дар минтақаҳои

наздиқӯҳӣ, кӯҳӣ ва баландкӯҳӣ) ки бо E85 (85% биоэтанол) кор мекунад, тавсия дода мешавад. Ин метавонад дар шаҳри Душанбе низ истифода шавад, то партовҳои нақлиёти автомобилҳои CO₂-и ҳаворо кам кунад.

4. Таъмини устуворӣ барои нақлиётҳои калонҳаҷм (масалан, автобусҳо), истифодаи биоэтанолро бо технологияҳои кампартов тавсия дода мешавад.

5. Натиҷаҳои кори диссертатсионӣ дар Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ ва Институти илми таҳқиқоти ДМТ ва кафедраҳои «Ташкили интиқол ва идора дар нақлиёт», «Коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ», «Бехатарии ғазоӣ ва экология»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ метавонанд истифода бурда шаванд.

Рӯйхати адабиётҳои истифодашуда

1. Большаков, В.Н. Экология / В.Н. Большаков, В.В. Качак, В.Г. Коберниченко и др. / Под. ред. Г.В. Тягумова, Ю.Г. Ярошенко. – М.: Логос, 2005. – 504 с.
2. Гуреев А.А., Серёгин Е.П., Азев В.С. Квалификационные методы испытания нефтяных топлив. — М.: Химия. — 200 с. — 3300 экз.
3. Денисов, В.В. Экология города / В.В. Денисов, А.С. Курбатова, И.А. Денисова, В.Л. Бондаренко, В.А. Грачев, В.А. Гутенев, Б.А. Нагнибеда / Под. ред. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «Март», Ростов н/Д: Издательский центр «Март», 2008. – 832 с.
4. Марков В.А. Токсичность отработавших газов дизелей /В.А. Марков, Р.М. Башитов, И.И. Габитов. – М.: изд-во МУТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
5. Павлова, Е.И. Общая экология и экология транспорта: Учебник и практикум / Е. И. Павлова, В. К. Новиков. – 6-е изд., пер. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 418 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-13802-3. – EDN ECMQPQ.
6. Семёнов В.Г. Физико-химические показатели и эколого-экономические характеристики работы дизельного двигателя / В.Г. Семёнов. – Харьков, 2002. 172 с.
7. Трофименко, Ю.В. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда / Ю.В. Трофименко, Г.И. Евгеньев / Под. ред. Ю.В. Трофименко. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 400 с.

Интишорот аз рӯйи мавзӯи диссертатсия

Мақолаҳои дар маҷаллаҳои илмӣ тавсиянамудаи ҚОА – и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашршуда:

[1-М]. Исмоилов М.И., Саидзода М.Р. Роҳҳои беҳдошти назорат ва танзими ғазоӣ ва нақлиёти мусофирбарӣ дар шаҳри Душанбе [Матн] / Исмоилов М.И., Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (59) 2022г., стр. 85-89 УДК 656. 338:656.072+577.4.

[2-М]. Сайдализода А.С., Маджидзода Т.С., Саидзода М.Р. Транспортно-технологическая система и их взаимодействие с окружающей средой [Текст] / Сайдализода А.С., Маджидзода Т.С., Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (63) 2023г., стр. 113-117. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[3-М]. Сайдализода А.С., Саидзода М.Р. Моделирование транспортного потенциала на развитие транспортно-технологических систем с окружающей средой [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (63) 2023г., стр. 108-112. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[4-М]. Иброҳимзода Д.Э., Маҳмудзода Т.М., Иброгимов Ф.Д., Саидзода М.Р. Экологическая оценка применения биодизеля как модификатора дизельного топлива в автомобильном транспорте Республики Таджикистан. [Текст] / Иброҳимзода Д.Э., Маҳмудзода Т.М., Иброгимов Ф.Д., Саидзода М.Р. Наука и инновация. Таджикский

национальный университет. Серия геологических и технических наук. 2024. №3.УДК 004+303.2. стр. 142-146. ISSN 2664-1534.

[5-М]. Сайдализода А.С., **Саидзода М.Р.**, Муродов С.Д. Развитие транспортно-технологических систем и влияние ее на окружающую среду [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Муродов С.Д. // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава (научный журнал) Серия: ISSN: 2663-6417, №2/3 (126) 2024г., стр. 41-48. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[6-М]. Сайдализода А.С., **Саидзода М.Р.**, Каримов А.А., Муродов С.Д. Анализ состояния отрасли пассажирских автомобильных перевозок [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Каримов А.А., Муродов С.Д. // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава (научный журнал) Серия: ISSN: 2663-6417, №2/4 (129) 2024г., стр. 64-69. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[7-М]. Амирзода О.Х., Иброгимов Ф.Д., **Саидзода М.Р.** Экологическая оценка применение биодизеля в сравнении с нефтяными дизельными топливами [Текст] / Амирзода О.Х., Иброгимов Ф.Д., Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (67) 2024г., стр. 56-60. УДК 934.81.19. 620.9.

[8-М]. М.И. Исмоилов, Ф.Б. Усмонзода, **М.Р. Саидзода**, К вопросу использования цифровых технологий в сфере автомобильного транспорта [Текст] / М.И. Исмоилов, Ф.Б. Усмонзода, М.Р. Саидзода // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. № 4 (68) 2024, стр. 71-74. УДК 656.13.630; 504.062.

[9-М]. **Саидзода М.Р.** Обзор существующих методов и моделей управления транспортными системами с учетом экологических аспектов [Текст] / Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (67) 2024г., стр. 56-60. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[10-М]. М.И. Исмоилов, **М.Р. Саидзода**, Ф.С. Расулов. К вопросу внедрения информационных технологий в государственном регулировании городских пассажирских перевозок [Текст] / М.И. Исмоилов, М.Р. Саидзода, Ф.С. Расулов. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №1 (65) 2024г., стр. 148-154. УДК 656.13.630+577.4.

[11-М]. Ибрагимов Ф.Д., **Саидзода М.Р.**, Махмудзода Т.М. Гурӯҳбандии партовҳои газию аэрозоль ва таъсири онҳо ба экологияи муҳит. [Матн] / Ибрагимов Ф.Д., Саидзода М.Р. Илм ва инноватсия. Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои геологӣ ва техникаӣ. 2025. №3, ТДУ: 934. 81.19, сах. 131-138. ISSN 2664-1534.

[12-М]. Ibrokhimzoda D., Ibragimov F., **Saidzoda M.** Environmental assessment of biodiesel compared to petroleum diesel fuels [Text] / Ibrokhimzoda D., Ibragimov F., Saidzoda M. Sciences of Europe # 168, (2025). Page. 40-44. ISSN 3162-2364.

Фишурдаи мақолаҳои дар маводҳои конфронси ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ нашршуда

[13-М]. Фохаков А.С., **Саидзода М.Р.** Актуальность проблемы исследования: совершенствование системы управления и взаимодействия транспортно-технологических систем с окружающей средой [Текст] / Фохаков А.С., Саидзода М.Р. // Сборник научных трудов. Материалы республиканской научно-практической конференции “НАУКА – ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ” // Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. Душанбе. - 2022. – Стр. 357-362.

[14-М]. Фохаков А.С., Маджидов Т.С., **Саидзода М.Р.** Особенности формирования и развитие транспортно-технологической системы с окружающей средой [Текст] / Фохаков А.С., Маджидов Т.С., Саидзода М.Р. // Сборник научных трудов. Материалы республиканской научно-практической конференции “НАУКА – ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ” // Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. Душанбе. - 2022. – Стр. 362-367.

[15-М]. А. Сайдализода, **М. Саидзода**, П. Хужаев. Организация автомобильных перевозок и выбор маршрута [Текст] / А. Сайдализода, М. Саидзода, П. Хужаев // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Механизация сельского хозяйства: наука и инновация». Часть 2. // Ферганский политехнический институт. Фергана-2024. 25-26 апреля. Стр. 36-41. Республика Узбекистан.

[16-М]. А. Сайдализода, **М. Саидзода**, П. Хужаев. Структура пассажирского и грузового автопарка, его влияние на развитие транспортно-технологических систем и окружающую среду в горных регионах Республики Таджикистан [Текст] / А. Сайдализода, М. Саидзода, П. Хужаев. // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Механизация сельского хозяйства: наука и инновация». Часть 2. // Ферганский политехнический институт. Фергана -2024. 25-26 апреля. Стр. 41-48. Республика Узбекистан.

[17-М]. Сайдализода А.С., **Саидзода М.Р.**, Хужаев П.С., Якубов К.А. Анализ влияния транспорта на окружающую среду, включая выбросы вредных веществ и энергопотребление [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Хужаев П.С., Якубов К.А. // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Развитие зеленой энергетики посредством мониторинга окружающей среды и изменения климата и переработки отходов». Часть 1. // Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет. Самарканд-2025. 1-2 мая. Стр. 24-30. Республика Узбекистан. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[18-М]. Сайдализода А.С., **Саидзода М.Р.**, Хужаев П.С., Мирзаев А. Анализ применимости различных подходов и методов к исследуемой проблеме системы управления транспортно-технологическими системами с окружающей средой [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Хужаев П.С., Мирзаев А. // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Развитие зеленой энергетики посредством мониторинга окружающей среды и изменения климата и переработки отходов». Часть 1. // Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет. Самарканд-2025. 1-2 мая. Стр. 386-395. Республика Узбекистан. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[19-М]. Иброҳимзода Д.Э., Ибрагимов Ф.Д., **Саидзода М.Р.**, Амирзода О.Х. (Душанбе, Тоҷикистон). Афзалиятҳои технологӣ ва экологии ҳосил намудани сузишвориҳои биологии моеъ дар асоси партовҳои хоҷагӣҳои деҳқонии пахтапарварӣ [Матн] / Иброҳимзода Д.Э., Ибрагимов Ф. Д., Саидзода М.Р., Амирзода О.Х. // МАВОДИ ФОРУМИ БАЙНАЛМИЛАЛӢ ДАР МАВЗУИ «Саҳми Донишгоҳи технологии Тоҷикистон дар татбиқи саноатикунони босуръати кишвар», бахшида ба 35-солагии Донишгоҳи технологии Тоҷикистон, (1- уми ноябри соли 2025), Саҳ. 74-76.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

**ТАДЖИКСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.С. ОСИМИ**

УДК: 504.75.05 (575.3)

На а правах рукописи



САИДЗОДА Мухаммад Рахим

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКОГО ТОПЛИВА
БИОЭТАНОЛА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АВТОМОБИЛЬНОМ СЕКТОРЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидат технических наук
по специальности 2.9.6. – Экология

Душанбе – 2026

Диссертация выполнена на кафедрах «Организация перевозок и управление на транспорте» и «Переработка энергоносителей и сервис нефти и газа» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Научный руководитель:

Сайдализода Абдурауф Сайдали - доктор технических наук, доцент, чл.-корр. Инженерной академии Республики Таджикистан

Официальные оппоненты:

Кодиров Анвар Саидкулович – доктор технических наук, директор Центра инновационного развития науки и цифровых технологий Национальной академии наук Таджикистана;

Бахронов Соджидхон Манонджонович - кандидат технических наук, заместитель директора по научно-исследовательским вопросам, обучению и техническим услугам Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана.

Ведущая организация

Таджикский национальный университет

Защита состоится «10» марта 2026 года в «14⁰⁰» часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-091 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими по адресу: 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10А. Email: hboboev1967@gmail.com телефон ученового секретаря: (+992) 933101167.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими www.ttu.tj

Автореферат разослан « » « » 2026 года.

**Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, и.о. доцента**



Бобоев Х.Б.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В течение последнего десятилетия тема экологической оценки использования энергоносителей — их воздействия на биосферу и изменения климата Планеты — относится к числу наиболее обсуждаемых и привлекает внимание исследователей по всему миру.

Как известно, деградация экологического состояния окружающей среды, обусловившая изменение климата, в дальнейшем способна негативно влиять на циклы кругооборота ряда веществ в природе. Такие изменения нарушают устойчивое протекание биохимических процессов в живых организмах и могут способствовать исчезновению отдельных представителей флоры и фауны.

На основе проведённых исследований учёными установлено, что одной из причин изменения климата является рост концентраций парниковых газов в атмосфере. Выявлено, что ряд ключевых компонентов парниковых газов связан с нефтяными углеводородами и представляет собой продукты реакций сгорания природных энергоносителей.

В этой связи при эксплуатации природных энергоносителей в качестве топлива разработка экологически оптимальных решений по снижению выбросов парниковых газов относится к числу задач первоочередной практической значимости инженерной экологии.

Тема «Экологическая оценка производства биологического топлива биоэтанола и его использования в автомобильном секторе» Республики Таджикистан, рассматриваемая в настоящей диссертационной работе, является актуальной для отечественной науки и промышленности: полученные результаты могут внести вклад в решение существующих экологических проблем и содействовать достижению четвёртой национальной цели — ускоренной индустриализации страны.

Степень изученности научной темы. Разработка вариантов снижения объёмов газообразных выбросов автотранспорта, создание новых технологий и экологически предпочтительных методов производства альтернативных биотоплив, а также экологическая оценка их использования приобрели особую значимость. С учётом актуальности экологической проблематики зарубежными исследователями проведён значительный объём работ, внесший существенный вклад в развитие данного направления, в том числе: Иванов В.Н., Ерохов В.И., Коваленко В.П., Турчанинов В.Е., Кутенёв В.Ф., Звонов В.А., Корнилов Г.С., Марков В.А., Башитов Р.М., Габитов И.И., Варнаков В.В., Абрамов А.Е., Варнаков Д.В., Ботоногов Е.В., Кадушкин А.С., Кошкина А.О., Реховская Е.О., Янченко И.Е., Kitzing L., Mitchell C., Morthorst P.E., Kumar S., Shrestha P., Abdul Salam P.A., Guzman D., Ko J.K., Lee J. H., Jung J.H., Lee S.M.

В области разработки эффективных технологий альтернативных видов топлива и экологической оценки их применения в различных отраслях промышленности и автомобильном транспорте отечественными учёными и исследователями — Холиков Ш.Х., Шарифов А.Ш., Хакдод М.М., Абдуллозода С.Ф., Амирзода О.Х., Иброхимзода Д.Э., Гулахмадов Х.Ш., Сайдализода А.С. и их учениками — проведены исследования, результаты которых вносят значимый вклад в развитие отечественной науки и производства.

Связь исследования с программами (проектами), и научной тематикой. Научное исследование выполнено в соответствии с «Государственная экологическая программа Республики Таджикистан на 2023-2028 годы» (Утверждена постановлением Правительства Республики Таджикистан от 1 марта 2023 года, №53), «Национальная стратегия адаптации к изменению климата Республики Таджикистан на период до 2030» (Утверждена постановлением Правительства Республики Таджикистан от 2 октября 2019 года, №482), «Среднесрочная программа развития Республики Таджикистан на 2021-2025» (Утверждена постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 апреля 2021 года, №168), «Государственная целевая программа развития транспортного

комплекса Республики Таджикистан до 2025» (Утверждена постановлением Правительства Республики Таджикистан от 1 апреля 2011 года, №165).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель исследования: разработать эффективную и экологически предпочтительную технологию получения биоэтанола и выполнить экологическую оценку его применения в качестве модификатора, снижающего количество газовых и аэрозольных выбросов при использовании (в составе) бензиновых топлив.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- провести экологическую оценку воздействия углеводородов бензиновой фракции нефти на устойчивое протекание процессов роста и развития растений и на организм человека;
- разработать эффективную и экологически предпочтительную технологию получения биоэтанола из стеблей хлопчатника;
- раскрыть биохимические и физико-химические аспекты и выполнить экологическую оценку биотехнологии получения биоэтанола на основе стеблей хлопчатника;
- провести экологическую оценку применения биоэтанола как модификатора, снижающего газовые и аэрозольные выбросы автомобильного транспорта.

Объект исследования: парниковые газы, биоэтанол, бензиновые топлива, а также газовые и аэрозольные выбросы, образующиеся при их сгорании.

Тема исследования: Экологическая оценка производства биологического топлива биоэтанола и его использования в автомобильном секторе.

Теоретические основы исследования:

- полученные результаты по экологической оценке и идентификации газовых и аэрозольных выбросов при использовании нефтяных бензиновых топлив в автомобильном транспорте, с учётом географических условий автомобильных дорог Таджикистана, могут послужить основой для обоснования и развития теории зависимости эффективности (скорости и полноты) реакций сгорания углеводородов от их химического строения, атмосферного давления и концентрации кислорода в атмосферном воздухе.

Научная новизна исследования:

- определены экологические проблемы автомобильного транспорта Республики Таджикистан, изучены его экологические аспекты;
- впервые разработана новая и экологически доминирующая технология получения биоэтанола на основе стебли хлопчатника, исследованы ее физико-химические аспекты;
- на основе биоэтанола и бензинового топлива переработаны экологически предпочтительные модифицированные виды топлива, определены их энергетические и экологические преимущества;
- впервые использованы биоэтанола, его энергетические и экологические преимущества в автомобильном транспорте в горных условиях Республики Таджикистан.

Положения, выносимые на защиту:

- анализ результатов экологической оценки влияния компонентов состава нефтяных фракций бензина на нормальную деятельность живых организмов;
- разработка и предложение полезной технологии получения альтернативного биотоплива биоэтанола на основе стеблей хлопчатника;
- результаты анализа биохимических, физико-химических и экологических аспектов разработанной технологии производства биоэтанола и его использования в качестве модификатора бензинового нефтяного топлива.

Практическая значимость исследования:

- разработанная эффективная технология получения альтернативного биотоплива — биоэтанола — в дальнейшем может способствовать развитию отрасли производства альтернативных топлив и быть использована в качестве модификатора, снижающего объёмы парниковых газов у бензиновых нефтяных топлив;
- бензин, модифицированный биоэтанолом, может рассматриваться как специальное топливо, обладающее преимуществами по сравнению с аналогами, для практического применения в специальных транспортных средствах структур Комитета национальной безопасности и Министерства обороны;
- методические разработки, полученные в ходе экспериментальных исследований, могут быть использованы при выполнении аналогичных исследований.

Степень достоверности результатов: Достоверность полученных результатов обоснована использованием современных аналитических методов органической химии и нефтехимии, физико-химических методов анализа, а также биохимических методов.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Исследование проводилось в рамках научной специальности 2.9.6. – Экология и соответствует по пунктам: 3.1. Комплексная оценка воздействия объектов транспорта и транспортных систем (включая этап строительства) на экосистемы различных уровней. 3.2. Исследование загрязнения компонентов природной среды транспортными объектами и техническими средствами обеспечения перевозок, с целью разработки экологически обоснованных норм воздействия транспортной деятельности человека на природную среду. 3.5. Научное обоснование безопасного размещения, хранения, транспортировки и захоронения токсичных и других отходов, образующихся от деятельности транспорта. 3.6. Научное обоснование, разработка и совершенствование транспортных средств, объектов и транспортных систем, методов нормирования проектной и изыскательской деятельности, обеспечивающих предотвращение и минимизацию негативного воздействия на природную среду. 3.7. Научные исследования в области создания экологически чистых транспортных средств, малоотходных, энерго - и ресурсосберегающих технологий. 3.8. Разработка и совершенствование системы экологического мониторинга и контроля на транспорте.

Личный вклад соискателя ученой степени в исследование. Личный вклад автора заключается в поиске и анализе отраслевой литературы, постановке и анализе задач исследования, организации условий для проведения лабораторных экспериментальных работ, обработке полученных результатов, обобщении основного содержания, а также в подготовке диссертации и научных публикаций.

Апробация и внедрение результатов диссертации. Основные результаты диссертации представлены и обсуждены на форум, международных, республиканских и научно-практических конференциях. В том числе, в научно-практической Конференции «Наука – основа инновационного развития» Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими (Душанбе. – 2022); Международной и научно-технической конференции «Механизация сельского хозяйства: наука и инновация». Часть 2. Ферганский политехнический институт. (Фергана, 25-26 апреля 2024). Международной и научно-технической конференции «Развитие зеленой энергетики посредством мониторинга окружающей среды и изменения климата и переработки отходов». Часть 1. Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет. (Самарканд - 1-2 мая 2025 года); Международного форум «Вклад Технологического университета Таджикистана в реализацию ускоренной индустриализации страны», посвящённого 35-летию со дня основания Технологического университета Таджикистана (1 ноября 2025 года).

Процесс проверки и внедрения результатов диссертации проводился практически на всех этапах исследования (2018-2025 годы). Результаты настоящей диссертационной работы могут быть использованы в Институте химии имени В.И. Никитина

Национальной академии наук Таджикистана, в Научно-исследовательском институте Таджикского национального университета, а также на кафедрах «Организация перевозок и управление на транспорте», «Переработка энергоносителей и сервис нефти и газа» и «Безопасность жизнедеятельности и экология» Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими.

Результат научной работы внедрены в Управление экологии и туризма МВД Республики Таджикистан (акт о внедрении №426 от 09.10.2025) и Таджикском техническом Университете имени академика М.С. Осими (акт о внедрения №27/1018/1 от 14.10.2025).

Публикации по теме диссертации: По результатам исследования было опубликовано 19 научных статей общим объемом 9,5 т.ч. из них 12 статей были опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан. Два небольших патента Республики Таджикистан также были получены на изобретения.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, общего описания работы, трех глав, раздела заключений с подразделами, 141 наименования литературы и 4 приложений в объеме 150 страниц, напечатанных на компьютере, охватывающих 15 таблиц и 21 рисунок

Основное содержание диссертации

Введение описывает актуальность темы, цель работы, задачи исследования, научную новизну работы, теоретико-практическое значение исследования и его структуру.

Первая глава диссертации относится к теоретической части работы, в которой теоретически анализируются вопросы воздействия нефти и нефтепродуктов на экологию окружающей среды, классификация газообразных и аэрозольных выбросов и их воздействия на экологию окружающей среды, экологическая классификация воздействия выхлопных газов автотранспорта на окружающую среду, анализ теорий зависимости потепления климата Земли от увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере, а также определяются соответствующие темы и проблемы, требующие его решения.

Вторая глава содержит экспериментальную часть работы. В этой главе представлена информация об объекте исследования и используемых методах, а также детали его выполнения. В ходе проведения исследований и экспериментальных анализов использовались распространенные аналитические методы, такие как экстракция, рефрактометрия, бумажная хроматография, тонкослойная хроматография, трубчатая хроматография, газовая хроматография, ультрафиолетовая и инфракрасная спектроскопия и др.

Третья глава диссертации содержит наиболее важные результаты и их анализ. В этой главе анализируются и обсуждаются результаты экспериментальных анализов, которые включают в себя вопросы экологической оценки технологии производства биоэтанола на основе отходов, богатых углем, экологической оценки и физико-химических аспектов технологии производства биоэтанола на основе стеблей хлопка, экологических и технологических аспектов производства госсипола, лимонной кислоты и яблочной кислоты на основе отходов производства биоэтанола, экологической оценки использования произведенного биоэтанола в качестве модификатора для улучшения качества бензинового топлива, определения газообразных и аэрозольных выбросов от автотранспортных средств в зависимости от географического расположения автомагистралей, а также экологических преимуществ использования биоэтанола в качестве транспортного топлива.

НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Экологическая оценка известных технологий производства этанола и биоэтанола

Этанол является одним из ключевых химических продуктов для мировой промышленности и повседневной жизни человека. Анализ действующих технологий его получения позволяет выделить две основные группы: - синтетические методы, - биотехнологические методы. В синтетических схемах исходным сырьём для синтеза этанола служит этилен (гидратация этилена).

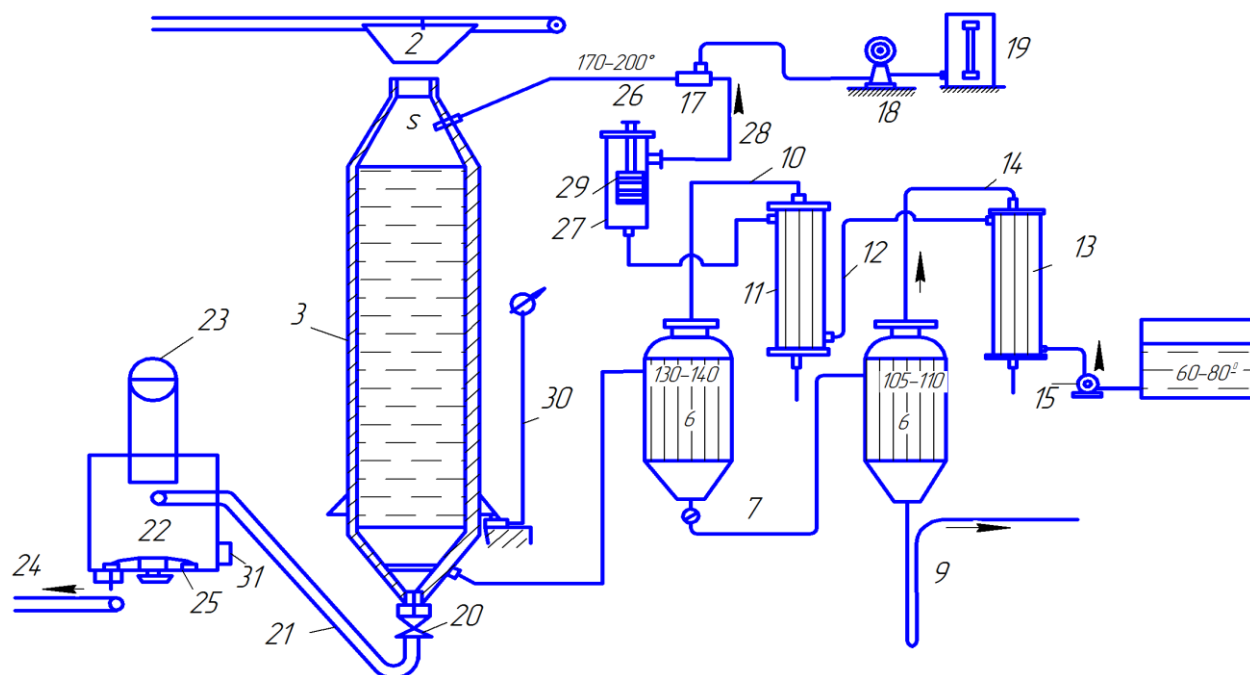


Рисунок 1 – Технологическая линия производства биоэтанола на основе древесины и древесных отходов

Примечание: 1 – транспортер; 2 – направляющий бункер; 3 – гидролизный аппарат; 4 – фильтр (очистка); 5, 7, 9, 10, 12, 14, 21, 23, 26, 28 – трубопроводы; 6, 8 – выпариватель гидролизата; 11, 13 – ферментёры; 15 – насос; 16 – резервуар для сбора возвратной воды; 17 – бункер для разделения воды и кислоты; 19 – прибор для измерения кислотности; 20 – клапан; 22 – наклонный лоток для технологических отходов; 24 – транспортер для технологических отходов; 25 – циркуляционный смеситель; 27 – колонна подогрева воды; 29 – диск; 30 – весы; 31 – боковой люк.

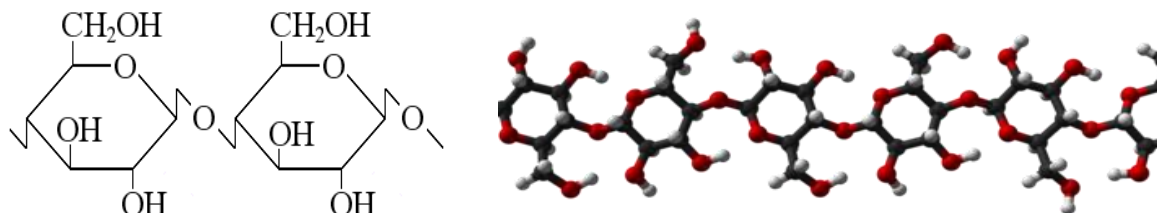
Рассматривая экологические аспекты технологии получения этанола из этилена, следует отметить, что наряду с формированием 15%-ного водного раствора этанола образуется смесь с примесями, включающими диэтиловый эфир, ацетальдегид и низкомолекулярные полимеры (олигомеры) этилена. При их выделении/выбросе существует риск токсического воздействия на персонал соответствующих производств.

Одной из экологических проблем технологии получения этанола синтетическим методом с использованием этилена является присутствие в составе спирта примеси ацетальдегида. Полное удаление этого опасного для организма человека и животных вещества из этанола практически невозможно. При употреблении или при работе с таким этанолом возможно токсическое поражение организма человека и в дальнейшем — развитие болезни Альцгеймера.

Второй способ получения этанола представляет собой биотехнологический метод. Во всех известных вариантах данной технологии в качестве сырья используется

древесина, переработка которой осуществляется в соответствии с технологической схемой, представленной на рисунке 1.

Из представленной на рисунке 1 технологии следует, что основным компонентом исходного сырья (древесины) является целлюлоза. Целлюлоза имеет следующую структуру:



Как следует из приведённой формулы, целлюлоза является природным полимером и представляет собой продукт взаимного взаимодействия β -глюкозных звеньев, образующихся под действием ряда биологических факторов и ферментов в составе растений. В рассматриваемой технологии (рисунок 1) для её превращения в глюкозу целлюлоза подвергается гидролизу. Процесс гидролиза осуществляется в гидролизном аппарате. Поскольку в качестве катализаторов используются ферменты, вызывающие расщепление, и растворы кислот, внутренняя поверхность аппарата для гидролиза покрыта кислотостойкими керамическими плитками. Гидролиз целлюлозы, содержащейся в древесине, проводится с участием раствора серной кислоты, нагретого до температуры 160–200 °С.

На основе анализа экологических, физико-химических и экономических аспектов данной технологии установлено, что она обладает значительными преимуществами по сравнению с синтетическим способом получения этанола. В процессе образования биоэтанола не образуются токсичные газы, что делает технологию экологически более безопасной. Кроме того, его производственная себестоимость существенно ниже по сравнению с другими технологиями получения биоэтанола и составляет приблизительно на 25-27% меньше его базовой стоимости.

Несмотря на то, что в производственном процессе в качестве исходного сырья используются отходы деревообрабатывающей промышленности, а растения относятся к возобновляемым природным ресурсам, в современных условиях данная технология всё же требует совершенствования.

Как известно, лесные массивы являются одним из основных природных источников производства кислорода. Одновременно они служат местом произрастания тысяч видов растений. Леса являются естественной средой обитания для множества видов животных. В условиях экологической напряжённости, в которой находится биосфера Земли, вырубка лесов способна ещё больше ухудшить и без того неблагоприятную экологическую ситуацию.

Лесные массивы являются одним из ключевых компонентов биосферы и играют исключительно важную и незаменимую роль в поддержании стабильного климата, обеспечении круговорота воды в природе и газообмена в атмосфере. Биологическая продуктивность лесов составляет 10-30 тонн на один гектар в течение года. Следует подчеркнуть, что восстановление лесных насаждений после повторной посадки деревьев требует 20-40 лет. Установлено, что один гектар леса ежегодно поглощает из атмосферного воздуха 13-17 тонн углекислого газа и производит 10-13 тонн кислорода.

Общая биомасса суши составляет $1,841 \times 10^{12}$ тонн, основная часть которой приходится на зелёные растения и водоросли, обладающие автотрофным типом питания. Именно эти растения образуют основу по производству кислорода.

Для живых организмов, особенно для человека и животного мира, кислород имеет жизненно важное значение. Установлено, что один человек в течение года потребляет

около 400 кг кислорода. Исходя из этого, можно заключить, что для обеспечения одного человека необходимым количеством кислорода в год требуется в среднем около 0,2 гектара леса, способного вырабатывать такой объём. Помимо этого, лесные массивы выполняют функцию естественного фильтра: они очищают атмосферу от механических примесей. Один гектар леса за год способен задерживать и удалять до 50 тонн пыли.

Лесные массивы обладают также санитарно-гигиеническими свойствами. Некоторые растения проявляют фитонцидную активность, то есть выделяют вещества, способные уничтожать микроорганизмы и вирусы в период своего жизненного цикла. Воздух лесных экосистем отличается более высокой экологической чистотой: в одном кубическом метре воздуха содержится не более 500 видов патогенных бактерий, тогда как в городском воздухе их количество превышает 36 000. Исходя из этого, леса являются не только источником пополнения атмосферного кислорода, но и выступают в роли устойчивого природного фильтра.

Лесные массивы также играют важную роль в предотвращении природных катастроф. Они способны снижать силу ветров и метелей, ослабляя их воздействие, а также предотвращать ветровую эрозию почв.

Таким образом, на основании экологической и технологической оценки установлено, что технология производства биоэтанола из целлюлозы, основным источником которой является древесина, при нынешних условиях может оказывать отрицательное влияние на экологическое состояние планеты. Современная ситуация требует, напротив, увеличения площади лесных насаждений. Исходя из этого, можно заключить, что с экологической точки зрения технология получения биоэтанола на основе древесины является недостаточно эффективной.

Исследование биохимического состава хлопковой стеблевой массы и экстракция содержащихся в ней липидов

Для реализации поставленной цели прежде всего необходимо было изучить химический состав хлопковой стеблевой массы. С этой целью был проведён анализ биохимического состава, основанный на методах органической химии, биохимических методах исследования и физико-химических методах аналитического определения состава. Стеблевая масса хлопка (гўзапоя) была отобрана после завершения биологической фазы её жизненного цикла.

Для оценки эффективности разработанной технологии возникла необходимость определения содержания целлюлозы в исследуемом сырье. С этой целью перед количественным анализом целлюлозы липидные компоненты были предварительно удалены методом горячей экстракции. Экстракция проводилась в аппарате Сокслета, оснащённом водяным холодильником и водяной баней.

Перед проведением экстракции хлопковая стеблевая масса была предварительно высушена при температуре +50–55 °С в химическом сушильном шкафу в течение до шести часов. Затем высушенное сырьё измельчали на механической мельнице до размера частиц 0,2–0,4 мм с использованием специально разработанной экспериментальной установки.

Следует отметить, что с применением методов органической химии, аналитической химии, биохимических методов исследования, а также физико-химических методов анализа были проведены не только качественные и количественные исследования липидного экстракта хлопковой стеблевой массы, но также определён состав её нелипидных компонентов. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Как показывают результаты исследования химического состава ряда однолетних и многолетних растений, стеблевая масса хлопка отличается высоким содержанием полисахарида целлюлозы, а также ряда моносахаридов.

Таблица 1 – Углеводные компоненты некоторых однолетних и многолетних растений

| Наименование соединений | Многолетние растения | | | | | | Однолетние растения | | | |
|--|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|---------------------|------------------|--------------------|--------|
| | Хвойные | Тополь | Пихта | Дуб | Осина | Бук | Рисовая солома | Камыш (тростник) | Стебли хлопчатника | |
| | | | | | | | | | Стебель | корень |
| Зольные вещества (золообразующие компоненты) | 0,23 | 0,21 | 0,53 | 0,52 | 0,26 | 0,5 | 15,63 | 1,96 | 1,51 | 6,34 |
| Целлюлоза | 45,93 | 38,70 | 41,2 | 36,7 | 41,77 | 42,6 | 28,00 | 54,80 | 37,05 | 34,02 |
| Лигнин | 27,97 | 26,80 | 29,27 | 27,51 | 21,81 | 24 | 20,02 | 19,55 | 25,97 | 24,10 |
| Гексозы | 55,70 | 51,70 | 52,5 | 39,92 | 45,38 | 48,2 | 47,87 | 31,80 | 41,90 | 42,31 |
| Пентозы | 5,24 | 5,50 | 5,17 | 16,33 | 16,33 | 16,67 | 15,66 | 20,25 | 19,96 | 13,05 |
| Суммарное содержание веществ, экстрагируемых водой при 90 °С | 3,20 | 3,86 | 3,39 | 3,28 | 3,28 | - | 12,00 | 9,10 | 5,90 | 10,00 |
| Суммарное содержание веществ, экстрагируемых бензином | 7,56 | 5,61 | - | - | - | - | 8,24 | 7,76 | 6,44 | 8,36 |

Как следует из данных таблицы 1, для разработки технологической линии получения биоэтанола на основе хлопковой стеблевой массы был изучен химический состав многолетних хвойных пород и тополя, а также однолетних растений — камыша и рисовой соломы, распространённых на территории Таджикистана. Для сопоставления результатов дополнительно использованы литературные данные о химическом составе некоторых древесных многолетних пород, таких как хлопковое дерево, дуб, сосна и бук, которые традиционно рассматриваются в качестве сырьевой базы для производства биоэтанола.

Одновременно с этим, с целью изучения химического состава хлопковой стеблевой массы и экологической оценки технологии получения биоэтанола на её основе, а также для сравнительного анализа были исследованы льняная солома, древесина хвойных пород и древесина тополя. С использованием биохимических методов анализа были определены основные физико-химические показатели, такие как кислотное число и йодное число. Установлено, что кислотное число хлопкового экстракта составляет 8,8 мг КОН/г, кислотное число экстракта льняной соломы - 7,9 мг КОН/г, экстракта тополиной древесины — 8,6 мг КОН/г, а экстракта древесины хвойных пород - 9,1 мг КОН/г.

Следует отметить, что при определении кислотного числа исследуемых растительных экстрактов впервые была применена потенциометрическая титриметрия для фиксации точки эквивалентности. Кроме того, для определения степени ненасыщенности соединений, входящих в состав исследуемых экстрактов, был использован биохимический метод определения йодного числа. Результаты анализа йодного числа показали, что йодное число экстракта хлопковой стеблевой массы составляет 38 г I₂/100 г, экстракта

льняной соломы - 43,5 г I₂/100 г, экстракта древесины тополя - 35 г I₂/100 г, а экстракта хвойной древесины - 39 г I₂/100 г.

Количественный анализ фенольных соединений, содержащихся в хлопковой стеблевой массе и других исследуемых растениях, был выполнен методом бумажной хроматографии, тонкослойной хроматографии и колонной хроматографии. Идентификация фенольных соединений осуществлялась на основе коэффициентов распределения на хроматограмме в сравнении с эталонными образцами и литературными данными, определения показателя преломления их растворов с использованием рефрактометра, определения температуры их плавления на приборе Бюэтиуса, а также анализа ИК- и УФ-спектров.

Таким образом, на основании результатов экспериментального анализа и литературных сведений, представленных в таблице 1, установлено, что хлопковая стеблевая масса богата лигноцеллюлозными компонентами и в среднем содержит 35,5% целлюлозы, 42,1% гексоз и 16,5% пентоз

Экологические и физико-химические аспекты удаления липидов из хлопковой стеблевой массы

На основе изучения химического состава листьев и стеблевой массы хлопка установлено, что помимо лигноцеллюлозных компонентов она содержит значительное количество соединений кислотного характера, таких как фенольные соединения госсипола, катехины, полифенольные дубильные вещества, а также лимонную и яблочную кислоты. Как известно, кислоты оказывают отрицательное влияние на биохимический процесс получения биоэтанола.



Рисунок 2 - Разработанная технология очистки стеблей хлопчатника от соединений обладающим кислотным свойством

В связи с этим возникла необходимость удаления из хлопковой стеблевой массы указанных кислотосодержащих химических соединений.

С учётом данной технологической проблемы была разработана новая эффективная технология выделения кислотных компонентов и фенольных соединений, связанных с госсиполом, катехинов, полифенольных дубильных веществ, а также лимонной и яблочной кислот. Разработанная технологическая схема представлена на рисунке 2.

Изучение экологических и физико-химических аспектов данного технологического процесса показало, что его применение может вызвать ряд проблем. Первая экологическая проблема связана с частичным испарением бензина, используемого в качестве экстрагента, который через обратный холодильник аппарата Сокслета попадает в атмосферный воздух. Вторая экологическая проблема заключается в утилизации отработанного бензина. Несмотря на то что после экстракции стеблевой массы хлопка бензин выпаривается в роторном испарителе и повторно используется, многократная эксплуатация приводит к утрате его свойств и делает его непригодным для дальнейшей работы.

Результаты изучения экологических аспектов разработанной технологии показали, что бензин, использованный в качестве экстрагента более чем три раза при экстракции хлопковой стеблевой массы, утрачивает свои свойства и превращается в производственный отход. Причиной перехода использованного экстрагента в категорию отходов является накопление большого количества низкокипящих примесей. Эти примеси имеют температуру кипения ниже $+80^{\circ}\text{C}$ и относятся преимущественно к фенольным соединениям и органическим кислотам.

На основе анализа химического состава производственного отхода (бензина, многократно применённого в качестве экстрагента) установлено, что содержание карбоновых кислот составляет около 6,5%, фенольных соединений - 3,2%, а доля других липидных веществ с температурой кипения ниже $+80^{\circ}\text{C}$ - 8,1%.

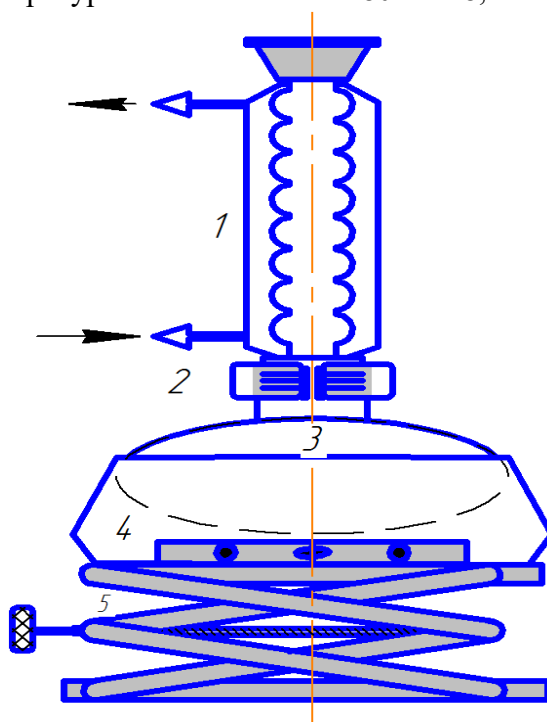


Рисунок 3 - Установка для экстракции измельчённой хлопковой стеблевой массы водным раствором каустической соды

Примечание: 1 - водяной обратный холодильник; 2 - штатив, на котором фиксируется установка; 3 - трёхлитровая колба; 4 - колбонагреватель; 5 - анкер.

Следует отметить, что несмотря на очистку бензина методом выпаривания после каждого цикла использования, после пяти последовательных применений количество низкокипящих примесей в нём становится ещё более значительным. Бензин, содержащий такие примеси, становится полностью непригодным для использования в автомобильном транспорте, вследствие чего он подлежит утилизации. Отработанный бензин, содержащий подобные загрязняющие вещества, может оказывать отрицательное влияние на экологическое состояние окружающей среды.

Выявленная проблема наносит ущерб не только экологической обстановке, но и приводит к экономическим потерям, поскольку способна увеличивать себестоимость производимого биоэтанола.

С учётом данных экологических и экономических ограничений для очистки хлопковой стеблевой массы, являющейся исходным сырьём для получения биоэтанола, была применена технология горячей экстракции. Процесс горячей экстракции осуществлялся в трёхлитровых колбах, оснащённых обратными холодильниками (рисунок 3).

Основная проблема заключается в том, что при испарении экстрагента натриевая щёлочь не взаимодействует с хлопковой стеблевой массой в достаточной степени и остаётся преимущественно в нижней части аппарата Сокслета. В результате водный раствор не способен полностью удалить из стеблевой массы такие кислотосодержащие соединения, как связанные формы госсипола, катехины, полифенольные дубильные вещества, а также лимонную и яблочную кислоты.

В связи с этим, было принято решение использовать в качестве экстрагента 5%-ный раствор NaOH для выделения госсипола, катехинов, полифенольных дубильных веществ, а также лимонной и яблочной кислот. На основе изучения технологических аспектов выделения госсипола, катехинов, полифенольных дубильных соединений, лимонной и яблочной кислот из измельчённой хлопковой стеблевой массы с применением 5%-ного раствора NaOH установлено, что данный технологический метод является значительно более эффективным по сравнению с экстракцией бензином в аппарате Сокслета. Одним из ключевых преимуществ этой технологии по сравнению с методом Сокслета является её безотходность, а также наличие ряда существенных экологических преимуществ.

Кроме того, важным экологическим преимуществом использования 5%-ного раствора NaOH в качестве экстрагента при удалении госсипола, катехинов, полифенольных дубильных веществ, лимонной и яблочной кислот является его высокая экологическая эффективность. Стоимость одного литра бензина марки АИ-95 составляет около 10 сомони. Цена одного килограмма кристаллической каустической соды (NaOH) составляет 35–37 сомони. Из 1 кг каустической соды можно приготовить 20 литров её 5%-ного водного раствора. Если не учитывать стоимость используемой воды и трудозатраты на приготовление раствора, то себестоимость одного литра 5%-ного раствора NaOH составляет в среднем 1,8 сомони, что на 8,2 сомони дешевле, чем стоимость 1 литра бензина. Ещё одним важным экологическим преимуществом 5%-ного раствора NaOH по сравнению с бензином является отсутствие риска отравления при работе с данным раствором.

Как следует из разработанной технологии очистки хлопковой стеблевой массы от кислотосодержащих соединений, представленной на рисунке 2, после экстракции измельчённого растительного сырья полученный экстракт нейтрализуется 1%-ным раствором H_2SO_4 . Продуктом реакции взаимодействия натриевых солей госсипола, катехинов, лимонной и яблочной кислот с 1%-ным раствором H_2SO_4 является сульфат калий (K_2SO_4).

Как указано в технологической схеме (рисунок 2), K_2SO_4 имеет широкое практическое применение в химической промышленности. Кроме того, сульфат калий

можно использовать в качестве питательного удобрения при выращивании ряда овощных культур, таких как огурцы, баклажаны, перец, картофель, морковь и другие.

В ходе исследования физико-химических аспектов разработанной технологии было установлено, что натриевые соли госсипола, катехинов, лимонной и яблочной кислот обладают высокой растворимостью в воде по сравнению с их свободной формой. В связи с этим скорость растворения указанных кислотосодержащих соединений при использовании 5%-ного раствора NaOH в качестве экстрагента значительно выше, чем при применении бензина: процесс занимает 35–40 минут, тогда как экстракция бензином марки АИ-95 требует около 360 минут.

Кроме того, в ходе проведённых исследований было выявлено, что основной причиной более быстрого выделения госсипола, катехинов, лимонной и яблочной кислот из растительной ткани хлопка является их химосорбция. В процессе химосорбции эти соединения переходят в форму соответствующих натриевых солей.

Экологические и технологические аспекты получения госсипола, лимонной кислоты и яблочной кислоты на основе отходов производства биоэтанола

Как было отмечено выше, для получения биоэтанола из хлопковой стеблевой массы необходимо обогащение её целлюлозного компонента. В связи с этим стеблевая масса хлопка подвергается экстракционной обработке. В результате данной обработки образуется отход (экстракт), который отличается высоким содержанием госсипола, лимонной кислоты и яблочной кислоты. Учитывая технологическую и экологическую ценность отхода, образующегося при производстве биоэтанола из хлопковой стеблевой массы, была разработана эффективная технология выделения госсипола и идентифицированных органических кислот.

Технологическая схема получения госсипола из отходов производства биоэтанола представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 - Технологическая линия получения госсипола на основе отходов производства биоэтанола

Как следует из разработанной технологической схемы (рисунок 4), основу химического состава отхода производства биоэтанола из хлопковой стеблевой массы составляет концентрат фенольных соединений и органических кислот.

На первом этапе технологической обработки концентрат фенольных соединений и органических кислот обрабатывается 5%-ным раствором гашёной извести (Ca(OH)_2). В результате такой обработки органические кислоты переходят в форму соответствующих кальциевых солей. Фенольный госсипол при взаимодействии с Ca(OH)_2 превращается в кальциевый фенолят.

Исследование химического состава полученной смеси показало, что наряду с кислотосодержащими компонентами в ней присутствует группа соединений, относящихся к сложным эфирам глицерина и высших карбоновых кислот. По своим химическим свойствам эти соединения классифицируются как нейтральные липиды, поскольку они не вступают в реакцию с щёлочами без участия катализаторов или других активирующих факторов. По этой причине для их удаления концентрат после обработки подвергается холодной экстракции гексаном. Процесс холодной экстракции проводится в делительной воронке.

В процессе экстракции экстракт разделяется на две фазы — водную и органическую. Соли органических кислот и феноляты остаются во водной фазе экстракта. После экстракции нейтральные липиды переходят в органическую фазу. Такая последовательность технологических операций обеспечивает эффективное разделение концентрата органических кислот и госсипола от нейтральных эфиров.

С целью повышения экологических преимуществ разработанной технологии по сравнению с её аналогами использованный гексан подвергается регенерации методом выпаривания. Процесс выпаривания отработанного гексана осуществляется в роторном испарителе.

Как следует из технологической схемы разработанной технологии, после обработки концентрата 5%-ным раствором гашёной извести (Ca(OH)_2) и проведения холодной экстракции смесь далее обрабатывается 5%-ным раствором H_2SO_4 до достижения $\text{pH}=7$. Точку эквивалентности нейтрализации смеси до $\text{pH}=7$ можно определить с использованием универсального индикаторного бумажного теста.

Следует отметить, что такая обработка способствует гидролизу образовавшихся солей карбоновых кислот и кальциевых фенолятов, в результате чего они переходят из связанного состояния в свободную форму. После перевода фенольного госсипола и органических кислот (лимонной и яблочной) в свободное состояние смесь подвергается повторной холодной экстракции. В качестве экстрагента для проведения данного этапа выбран сложный эфир — этиловый ацетат. Обработка этиловым ацетатом обеспечивает переход госсипола и органических кислот (лимонной и яблочной) из водной фазы в состав выбранного органического растворителя. Причина выбора этилового ацетата в качестве экстрагента заключается в том, что растворимость госсипола и органических кислот (лимонной и яблочной) в нём значительно выше, чем в гексане.

Для обеспечения безотходности разработанной технологии этиловый ацетат регенерируется методом выпаривания. После выпаривания получается очищенная смесь, содержащая госсипол, лимонную кислоту и яблочную кислоту.

Для разделения полученных веществ применяется метод колонночной хроматографии. В данном технологическом процессе в качестве неподвижной фазы хроматографической колонки используется целлюлоза, а в качестве подвижной фазы выбрана система хлороформ–этилацетат–уксусная кислота в соотношении 2:1:0,1. Элюирование компонентов осуществлялось со скоростью 10 мл/мин.

Разделение элюатов на фракции осуществлялось путём определения их оптической плотности. На основании измерения оптической плотности элюаты были разделены на три фракции. После выпаривания первой фракции был получен госсипол, второй — лимонная кислота, а третьей — яблочная кислота.

С использованием математических методов было установлено, что из 1 тонны хлопковой стеблевой массы, используемой в качестве исходного сырья в производстве биоэтанола, возможно получение 7,42 кг госсипола, 57,22 кг лимонной кислоты и 3,34 кг яблочной кислоты.

Технологические аспекты и экологическая оценка получения биоэтанола на основе хлопковой стеблевой массы

Как отмечалось выше, результаты проведённых исследований и экспериментов показали, что получение биологического топлива биоэтанола из хлопковой стеблевой массы обладает существенными экологическими и экономическими преимуществами по сравнению с широко известными технологиями.

Учитывая эти преимущества, нами была разработана новая и эффективная технология производства биоэтанола на основе хлопковой стеблевой массы (рисунок 5).



Рисунок 5 - Технологическая линия получения биотопливного биоэтанола на основе стеблей хлопчатника

Как следует из технологической схемы получения биологического топлива биоэтанола на основе хлопковой стеблевой массы, представленной на рисунке 5, после

сбора стеблевой массы она измельчается в специально разработанной экспериментальной установке.

После измельчения, с целью повышения доли целлюлозного компонента, сырьё подвергается специальной обработке методом экстракции.

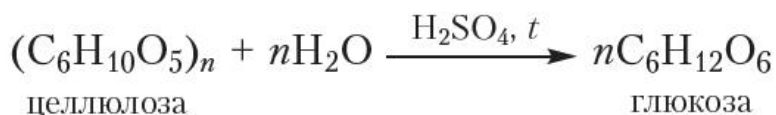
Следует отметить, что с целью повышения экологической и экономической эффективности технологии получения биоэтанола на основе хлопковой стеблевой массы из образующихся при производстве отходов дополнительно выделяются ценные продукты фенольный госсипол, лимонная и яблочная кислоты.

Изучение физико-химических аспектов процесса обогащения хлопковой стеблевой массы целлюлозой показало, что до обработки массовая доля полисахаридов составляет 42,46% (из них 39,67% приходится на целлюлозу), тогда как после обработки она увеличивается до 59,60%. Полученные результаты свидетельствуют о том, что обогащение стеблевой массы целлюлозой является одним из ключевых факторов, оказывающих положительное влияние на повышение эффективности технологии получения биологического топлива биоэтанола на основе хлопковой стеблевой массы.

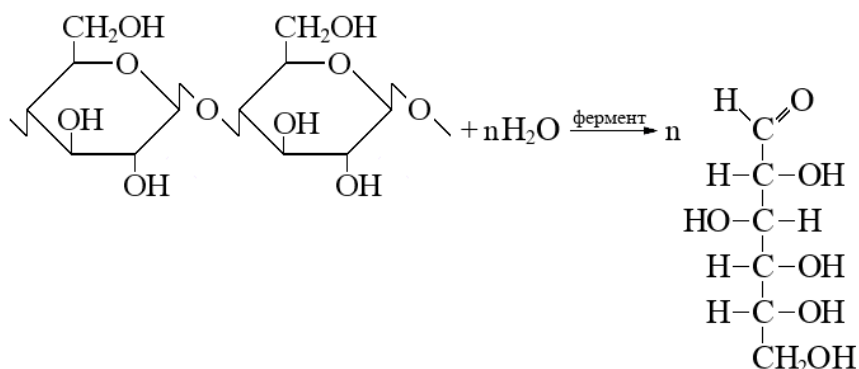
В разработанной технологии после обогащения стеблевой массы хлопка полисахариды, входящие в её состав, подвергаются кислотному гидролизу. Реакция гидролиза проводится в гидролизном аппарате. Следует отметить, что, поскольку в качестве катализаторов используются кислотные ферменты и растворы минеральных кислот, внутренняя поверхность гидролизного аппарата должна быть покрыта кислотостойкими керамическими плитками.

В разработанной технологии гидролиз целлюлозы и других полисахаридов, содержащихся в хлопковой стеблевой массе, осуществляется в присутствии разбавленного раствора серной кислоты при температуре +160 -200 °С.

Такая технологическая обработка способствует превращению полисахаридов хлопковой стеблевой массы в соответствующие моносахариды пентозы и гексозы. Физико-химические аспекты данного процесса могут быть обоснованы следующими химическими реакциями.



Данная реакция с использованием полуструктурных формул имеет следующий вид:



Из рассмотренной реакции следует, что серная кислота в процессе кислотного гидролиза полисахарида целлюлозы выполняет функцию катализатора. Одним из факторов, влияющих на протекание реакции, является температура. После кислотного гидролиза полисахаридов целлюлозы хлопковой стеблевой массы гидролизат обрабатывают 10%-ным раствором гашёной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) до достижения $\text{pH}=5,5-6,0$. Такая обработка снижает кислотность гидролизата и способствует образованию средней

соли сульфата кальция (CaSO_4). Поскольку гидролизат представляет собой водную систему, образующийся CaSO_4 переходит в форму своего кристаллогидрата $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Следует отметить, что соль $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ нерастворима в воде. Поэтому она не может вступать с водой в химическое взаимодействие. В связи с этим данная реакция относится к числу необратимых.

Одним из экологических преимуществ разработанной нами технологии является то, что в качестве реагента для снижения кислотности гидролизата используется гашёная известь ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), в результате взаимодействия которой образуется осадок $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Полученный осадок, являющийся технологическим отходом, может быть использован в качестве композиционной добавки при производстве строительных клеевых материалов.

В разработанной технологии после отделения солей и не гидролизовавшихся остатков гидролизат разделяют на пентозную и гексозную фракции в соответствии с известной технологической методикой.

После фракционирования выделенные из хлопковой стеблевой массы моносахариды подвергаются сбраживанию биотехнологическим методом. Следует отметить, что такая последовательность операций совпадает с общепринятой технологической схемой, используемой во всех известных методах получения биоэтанола.

В разработанной технологической схеме для ферментативного сбраживания полученных пентоз рекомендуется использовать дрожжевой штамм *P. tannophilus*, а для сбраживания моносахаридов гексозного ряда — дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Результаты проведённого экспериментального анализа показали, что идентификация изомеров пентоз (альдопентоз и кетопентоз) и гексоз (альдогексоз и кетогексоз) методами инфракрасной спектроскопии и масс-спектрометрии невозможна. Как известно, данные методы относятся к высокоточным и высокочувствительным физико-химическим способам анализа.

Причина низкой эффективности методов инфракрасной спектроскопии и масс-спектрометрии заключается в том, что изомеры, относящиеся к альдопентозам, кетопентозам, альдогексозам и кетогексозам, обладают одинаковыми функциональными группами и радикалами, что приводит к совпадению их молекулярных масс. По этой причине при идентификации пентоз и гексоз, выделенных из хлопковой стеблевой массы, применение методов инфракрасной спектроскопии и масс-спектрометрии не позволило получить удовлетворительные результаты.

Для анализа и идентификации пентоз и гексоз, выделенных из хлопковой стеблевой массы, нами был использован метод газо-жидкостной хроматографии. В качестве химического реагента для идентификации исследуемых моносахаридов применяли полидиэтиленгликольсукцинат. Выбор полидиэтиленгликольсукцината обусловлен тем, что данное соединение хорошо растворяет и равномерно распределяет носитель, неподвижную фазу хроматографической колонки.

При хроматографическом анализе моносахаридов, содержащихся в гидролизате хлопковой стеблевой массы, в качестве неподвижной хроматографической фазы был выбран сорбент *Хромосорб-Ш*.

Для приготовления твёрдого носителя (неподвижной хроматографической фазы) 30г. *Хромосорб-Ш* помещали в колбу вместимостью 250мл, затем добавляли 2,45 г полидиэтиленгликольсукцината и растворяли полученную смесь в хлороформе. После этого хлороформ удаляли из приготовленной смеси методом выпаривания. Выпаривание проводили на роторном испарителе.

Затем неподвижную хроматографическую фазу высушивали и подвергали термической обработке в сушильном шкафу при температуре 50 °С в течение 3 часов. После термообработки хроматографический сорбент, приготовленный на основе полидиэтиленгликольсукцината и *Хромосорб-Ш*, порциями переносили во внутрь колонки хроматографического прибора. Для уплотнения слоя неподвижной хроматографической фазы использовался вакуумный насос.

После элюирования смеси пентоз и гексоз, содержащихся в хлопковой стеблевой массе, были получены следующие результаты (рисунок 6).

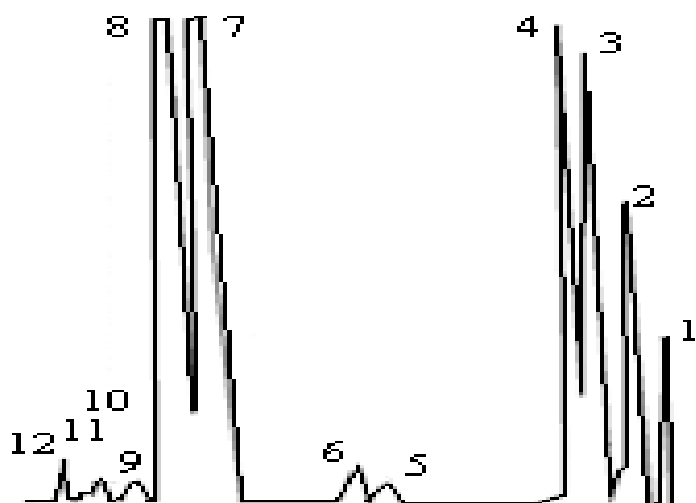


Рисунок 6 - Хроматограмма смеси пентоз и гексоз, содержащихся в хлопковой стеблевой массе

Примечание: 1 - аллоза; 2 - алтроза; 3 - манноза; 4 - галактоза; 5, 6 - неидентифицированные углеводы; 7 - глюкоза; 8 - ксилоза; 9, 10 - неидентифицированные углеводы; 11 - дезоксирибоза; 12 - рибоза.

Как следует из результатов хроматографического анализа гидролизата хлопковой стеблевой массы, представленных на рисунке 6, его основной состав формируют глюкоза, галактоза и ксилоза. Учитывая химические свойства идентифицированных моносахаридов, можно обоснованно утверждать, что данные соединения могут быть использованы в качестве сырья для производства биоэтанола, поскольку они способны подвергаться ферментативному сбраживанию. Результатом этой реакции является биоэтанол.

Как указано в разработанной технологии, после ферментативного сбраживания, осуществляемого с использованием дрожжевых культур *P. tannophilus* и *Saccharomyces cerevisiae*, реакционная смесь подвергается фильтрованию. После фильтрования полученный раствор направляется на ректификационное выпаривание. В результате ректификации получается биоэтанол с концентрацией 96%.

Анализ химического состава полученного биоэтанола показал, что он содержит до 4% воды, 0,26% ацетальдегида, 0,53% уксусной кислоты, а также около 0,12% соединений, относящихся к эфирным маслам. Проведённые дальнейшие исследования установили, что, несмотря на то что указанные соединения не являются экологически опасными, их присутствие в топливе может негативно воздействовать на элементы автомобильного двигателя, вызывая коррозионное поражение системы подачи топлива.

Учитывая данный недостаток качества биоэтанола, для снижения содержания воды, а также для удаления альдегидов и органических кислот полученный биоэтанол подвергали термической обработке с использованием каустической соды. Обработку проводили в круглодонной колбе объёмом 1000 мл, снабжённой обратным водяным холодильником.

Термическая обработка осуществлялась на водяной бане при температуре 80–85 °С. Следует отметить, что после такой обработки водная фаза отделяется от спиртовой и оседает в нижней части колбы. Водную фракцию отделяли от спиртовой с использованием делительной воронки. После отделения вода биоэтанол повторно подвергался ректификационному выпариванию.

На основании выполненных экспериментальных исследований установлено, что подобная дополнительная обработка приводит к 3,5% потерям биоэтанола 96⁰, однако позволяет повысить концентрацию биоэтанола с 96⁰ до 98⁰. Дальнейшие исследования показали, что биоэтанол такого качества может использоваться в качестве модификатора, улучшающего экологические характеристики и энергоэффективность бензиновых топлив.

Экологическая оценка применения полученного биоэтанола в качестве модификатора, улучшающего качество бензинового топлива

Выбросы газов при сгорании моторных топлив автомобильного транспорта представляют собой продукты неполного окисления углеводородного топлива. Именно эти выхлопные газы двигателя являются основной причиной превышения предельно допустимых концентраций токсичных и канцерогенных веществ в атмосфере крупных и густонаселённых городов.

С целью экологической оценки применения полученного биоэтанола в качестве модификатора, улучшающего качество бензинового топлива, были исследованы массовые доли углеводородов в бензинах марок АИ-92 и АИ-96 и определены их средние молекулярные массы. На основе этих данных составлены уравнения реакций сгорания нефтяных углеводородов, из которых следует, что при сжигании 1 кг бензинового топлива в среднем образуется 15,86 кг продуктов сгорания (выбросов). Полевые исследования показали, что на полноту (продуктивность) этой реакции заметно влияют концентрация кислорода в атмосферном воздухе и атмосферное давление.

Для установления влияния указанных факторов на скорость реакции сгорания бензина в двигателях автомобильного транспорта был определён расход топлива при движении по предгорным и горным автомобильным дорогам. Экспериментальные исследования проведены на автомобилях марок «Toyota Prado, 5i литра», «Opel Vectra 1,6k литра» и «ВАЗ-2110 1,5i литра». В качестве моторного топлива использовались: для «Toyota Prado 5i литра» — бензин марки АИ-95, для «Opel Vectra 1,6k литра» и «ВАЗ-2110 1,5i литра» — бензин АИ-92. Испытания выполнены на автомобильной дороге Душанбе—Худжанд—Чанак (таблица 2).

Таблица 2 - Расход бензинового топлива при движении автомобильного транспорта на участке перевала Анзоб (Душанбе—Худжанд—Чанак)

| Пройденное расстояние | Марка использованного автомобиля | | |
|---|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | ВАЗ 2110 1,5i литра | Opel Vectra 1,6k литра” | Toyota Prado, 5i литра |
| Расход топлива при движении автотранспортного средства на участке перевала Анзоб шоссе Душанбе—Худжанд—Чанак (скорость 40–60 км/ч; расчёт на 100 км пути) | 9,1 | 8,4 | 17,4 |
| Расход топлива при движении по бездорожью в пределах г. Душанбе, л/100км (скорость движения 15-20км/ч) | 12,3 | 11,2 | 21,2 |
| Расход топлива при движении по шоссе Душанбе - Вахдат (скорость движения 80 км/ч) | 6,8 | 6,1 | 14,3 |

Расход бензинового топлива при движении автотранспорта на шоссе Душанбе—Худжанд—Чанак определён на участке от 20-го километра дороги до тоннеля «Истиклол», расположенного на 80-м километре.

Наблюдения показали, что по мере увеличения высоты над уровнем моря скорость движения снижается, а расход топлива возрастает. В рамках данного исследования также измерены объёмы выбросов при работе двигателя протестированных автомобилей на холостом ходу (в состоянии неподвижности) на отметках 20, 30, 40, 50, 60, 70 и 80-й километр участка дороги Душанбе—Худжанд—Чанак, вплоть до тоннеля «Истиклол». Результаты представлены на рисунках 7 и 8.

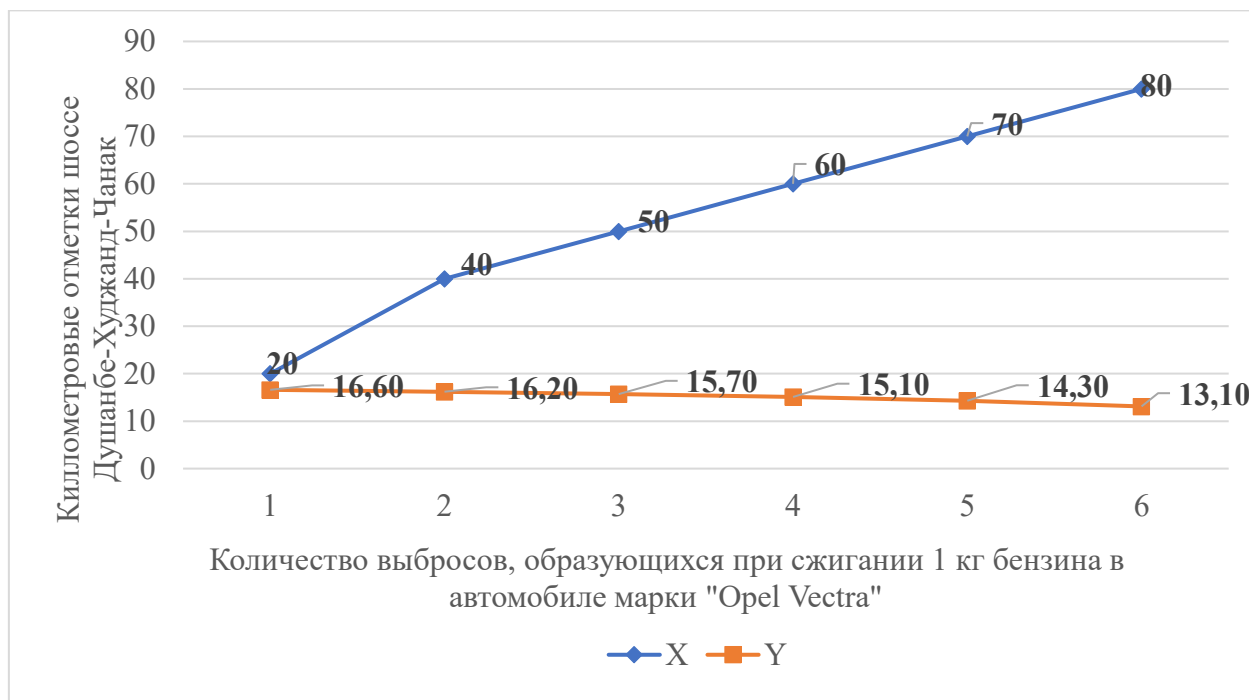


Рисунок 7 - Зависимость количества образующихся выбросов при сгорании бензинового топлива от высоты над уровнем моря (на автомобиле марки «Opel Vectra»)

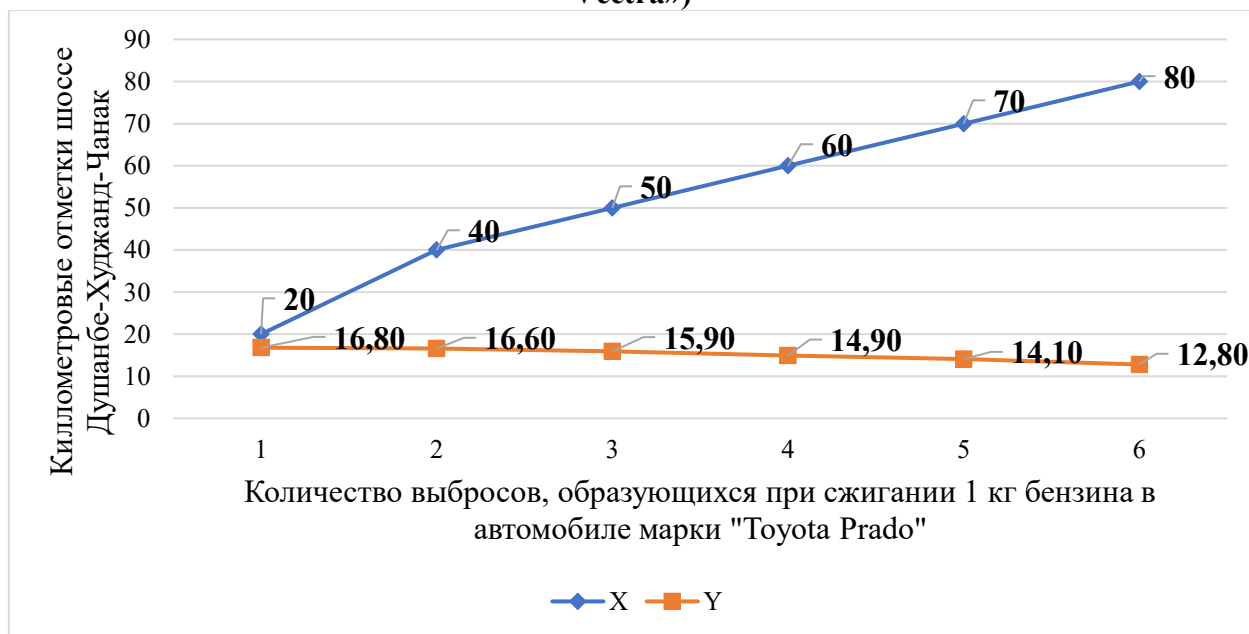


Рисунок 8 - Зависимость количества образующихся выбросов при сгорании бензинового топлива от высоты над уровнем моря (на автомобиле марки «Toyota Prado»)

Как следует из результатов исследований, представленных на рис. 7 и 8, при сжигании 1 кг бензинового топлива на автомобиле марки Opel Vectra количество образующихся выбросов на 20-м км шоссе составляет 16,6 кг, а на отметках 40, 50, 60, 70 и 80-й км — соответственно 16,2; 15,7; 15,1; 14,3 и 13,1 кг. Для автомобиля «Toyota Prado, 5i литра» величины выбросов на 40, 50, 60, 70 и 80-м км составляют соответственно 16,6; 15,9; 14,9; 14,1 и 12,8 кг.

Из полученных данных следует: чем выше над уровнем моря проходит автомобильная дорога и чем выше по ней движется транспортное средство, тем больше расход бензина относительно нормативного уровня, но тем меньше объём образующихся выбросов.

Для разъяснения данного явления и экологической оценки состава выхлопов автомобилей, работающих на бензиновом топливе, с помощью газоанализаторов был определён химический состав образующихся выбросов (при работе двигателя на холостом ходу) на километровых отметках 20, 30, 40, 50, 60, 70 и 80 автодороги Душанбе—Худжанд—Чанак. На основании полученных результатов установлено, что основной причиной снижения массового количества выбросов при сжигании 1 кг бензина в двигателе транспортного средства является уменьшение доли выделяющегося CO_2 при одновременном увеличении выбросов CO и углеводов.

Установлено, что превышение нормативов по CO и углеводам связано с дефицитом кислорода при сгорании бензина в двигателе автомобиля. Известно, что нефтяные углеводороды, входящие в состав бензинового топлива, и угарный газ (CO) оказывают негативное воздействие на окружающую среду и способствуют увеличению доли парниковых газов. Кроме того, выбросы углеводов в атмосфере под воздействием солнечной радиации и фотоокислительных факторов вступают во взаимодействие с другими веществами, образуя экологически особо опасные соединения.

С учётом обозначенной экологической проблемы в дальнейших исследованиях была поставлена задача разработать пути снижения объёмов особо опасных с экологической точки зрения выбросов автомобильного транспорта.

В результате исследований установлено, что основной причиной повышенного расхода бензина в автомобилях является дефицит кислорода. Также выявлено, что снижение доли CO_2 и рост выбросов CO и углеводов C_xH_y в выхлопах автотранспорта напрямую связаны с уменьшением содержания кислорода в атмосферном воздухе.

С целью устранения указанной экологической проблемы на основе бензинов марок АИ-92 и АИ-95 и биоэтанола, полученного из стеблей хлопчатника, были приготовлены модифицированные топлива.

Для оценки экологических преимуществ и энергоёмкости бензина, модифицированного биоэтанолом, бензины АИ-92 и АИ-95 смешивали с полученным биоэтанолом в соотношениях: 1:1; 1:1,5; 1:3; 1:3,5; 1:4; 1:4,5; 1:5; 1:5,5; 1:6; 1:6,5; 1:7; 1:7,5; 1:8; 1:8,5; 1:9; 1:9,5; 1:10 (1 доля биоэтанола и 1,5...10 долей бензина).

Результаты проведённых экспериментальных исследований показали, что на рассматриваемых участках автодорог модифицированное топливо с соотношением 10:1 (10 долей бензина : 1 доля биоэтанола) обладает рядом преимуществ по экологическим показателям и энергетическим свойствам по сравнению с обычным бензином (см. табл. 3, 4 и рис. 9, 10).

На основании результатов проведённых экспериментальных исследований установлено, что моторное топливо, модифицированное биоэтанолом, по сравнению с обычным бензиновым топливом, при движении автотранспортных средств в зоне перевала Анзоб автомагистрали Душанбе—Худжанд—Чанак обладает рядом преимуществ. Установлено, что при использовании моторного топлива, модифицированного биоэтанолом, на километровых отметках 20, 30, 40, 50, 60, 70 и 80 автомобильной дороги Душанбе—Худжанд—Чанак расход топлива по сравнению с обычным бензиновым топливом уменьшился: на автомобиле марки «Opel Vectra 1,6k литра» — на 27,7 %, на

автомобиле марки «ВАЗ-2110 1,5i литра» — на 26 %, и на автомобиле марки «Toyota Prado, 5i литра» — на 18,3 %.

Таблица 3 - Расход бензинового топлива, модифицированного биоэтанолом в соотношении 10:1, при движении автотранспорта на участке 20–80-й км шоссе Душанбе—Худжанд—Чанак

| Пройденное расстояние | Марка использованного автомобиля | | |
|---|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | ВАЗ 2110 1,5i литра | Opel Vectra 1,6k литра | Toyota Prado, 5i литра |
| Расход топлива при движении автотранспортного средства на участке перевала Анзоб шоссе Душанбе—Худжанд—Чанак (скорость 50–80 км/ч; расчёт на 100 км пути) | 9,8 | 9,1 | 18,2 |

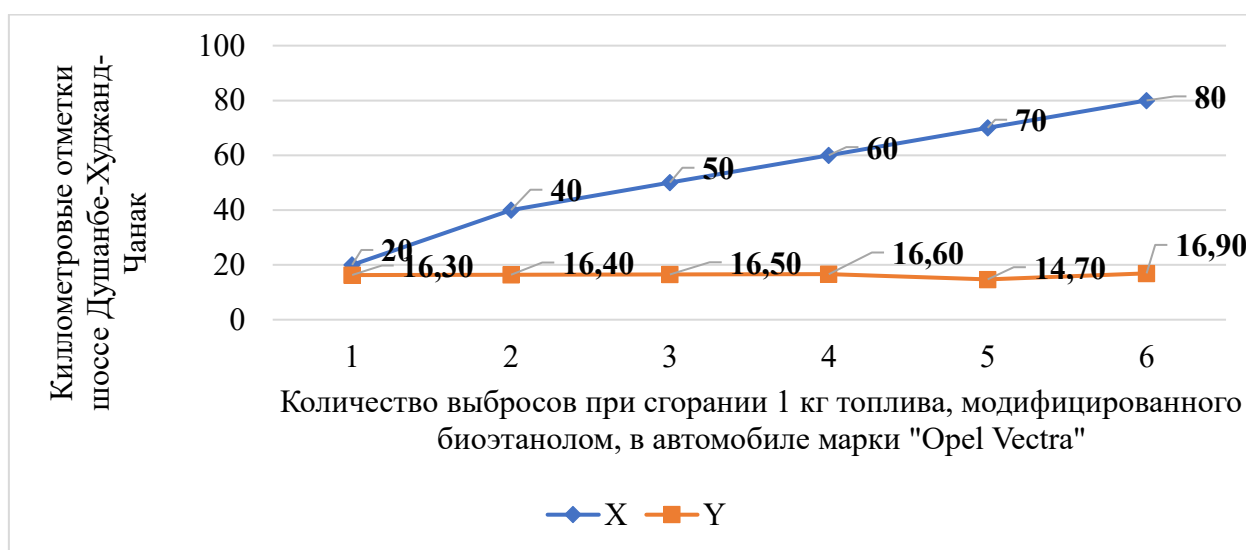
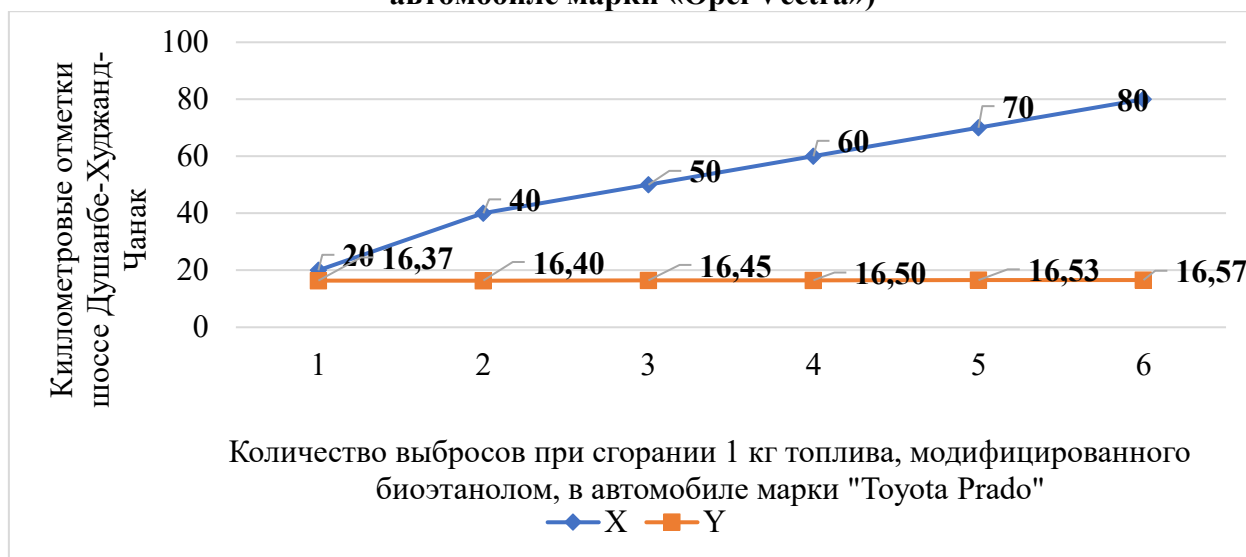


Рисунок 9 - Зависимость количества образующихся выбросов при сгорании топлива, модифицированного биоэтанолом, от высоты над уровнем моря (на автомобиле марки «Opel Vectra»)



Расми 10 - Зависимость количества образующихся выбросов при сгорании топлива, модифицированного биоэтанолом, от высоты над уровнем моря (на автомобиле марки "Toyota Prado")

Результаты исследования экологических преимуществ моторного топлива, модифицированного биоэтанолом, показали, что при сжигании 1 кг такого топлива в двигателе автомобиля марки «Opel Vectra» на 20-м километре шоссе образуется 16,3 кг выбросов, а на 40-м, 50-м, 60-м, 70-м и 80-м километрах — соответственно 16,4; 16,5; 16,6; 16,7; 16,9 кг. В автомобиле марки «Toyota Prado, 5i» количество образующихся выбросов на 40-м, 50-м, 60-м, 70-м и 80-м километрах составляет соответственно 16,4; 16,45; 16,50; 16,53; 16,57 кг. Эти результаты свидетельствуют о том, что модифицированное топливо оказывает положительное влияние на скорость движения автотранспортных средств, снижает расход топлива до 24 %, однако суммарная масса образующихся выбросов уменьшается.

Для разъяснения данного вопроса был исследован химический состав газообразных выбросов автотранспорта. В данном анализе использовался автомобиль марки «Toyota Prado, 5i». Исследование проведено на 20-й, 30-й, 40-й, 50-й, 60-й, 70-й и 80-й километровых отметках автомобильной дороги Душанбе—Худжанд—Чанак. Результаты исследования представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Экологическая оценка преимуществ топлива, модифицированного биоэтанолом, по сравнению с бензиновым топливом на шоссе Душанбе—Худжанд—Чанак

| № | Перечень компонентов газовых и аэрозольных выбросов автотранспорта | Объёмная доля выделяемых компонентов, % | | Экологическая оценка выбросов, выделяемых автотранспортом |
|--|---|--|---|--|
| | | Использованный образец топлива | | |
| | | Бензин марки АИ- 95 | Бензин марки АИ-95 с модифицированным биоэтанолом | |
| Газовые и аэрозольные выбросы автотранспорта при работе двигателя на 20-м и 80-м километрах автодороги Душанбе—Худжанд—Чанак | | | | |
| 1. | Нитроген | 74,1- 76,8 | 75,0 - 78,6 | Нетоксично |
| 2. | Пары воды | 5,2 - 2,6 | 5,3 - 4.6 | Нетоксично |
| 3. | Диоксид углерода | 10,8-4,1 | 10,9 - 9,1 | Токсично |
| 4. | Монооксид углерода (Угарный газ) | 0,2 - 13,7 | 0,1 - 2,6 | Токсично |
| 5. | Карбогидрогены Карбогидрады | 0,3 - 8,2 | 0,2 - 2,5 | Токсично |
| 6. | Алдегиды | 0,1 - 0,2 | 0,1 - 0,3 | Токсично |
| 7. | Оксиды серы | 0,002- 0,01 | 0,001 - 0,002 | Токсично |
| 8. | Сажа, г/м3 | 0,01 - 0,16 | 0,01 – 0,05 | Токсично |
| 9. | Бензапирен | 0,01 - 0,02 | 0,01 | Канцероген |

***Примечание.** Первое значение обозначает количество газовых и аэрозольных выбросов автотранспорта при работе двигателя на отметке 20-го километра, второе — количество тех же газов на отметке 80-го километра автомобильной дороги Душанбе—Худжанд—Чанак.*

На основании результатов (таблица 4) установлено, что при использовании бензинового топлива и движении автотранспорта по данному шоссе по мере увеличения высоты над уровнем моря выброс CO₂ снижается по сравнению с нормативным уровнем,

тогда как выбросы СО и нефтяных углеводородов возрастают. Выявлено, что такой результат связан с изменением концентрации кислорода в атмосферном воздухе в зависимости от высотного (географического) положения автомобильной дороги.

Применение полученного биоэтанола в качестве модификатора позволило устранить указанную экологическую проблему и способствовало снижению объёмов выбросов СО и нефтяных углеводородов, которые не только обладают высокой токсичностью, но и проявляют выраженный парниковый эффект.

Установлено, что при использовании биоэтанола как модификатора дефицит кислорода при движении автотранспорта по горным автодорогам компенсируется за счёт кислорода, содержащегося в молекуле этанола, что обуславливает ряд экологических преимуществ модифицированного топлива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы и результаты

1. На основании анализа научной литературы, методов органической химии и биохимического анализа выполнено исследование и идентификация химического состава нефтяных углеводородов бензиновой фракции нефти, а также оценена вероятность их негативного влияния на устойчивое функционирование растений и организм человека. Наряду с идентификацией состава нефтяных углеводородов выявлены экологические проблемы данной области и определены пути их устранения [2-А, 4-А, 5-А, 7-А, 9-А, 11-А, 12-А, 14-А, 16-А, 17-А, 18-А, 19-А].

2. С использованием биотехнологического метода разработана эффективная и экологически предпочтительная технология получения биоэтанола на основе стеблей хлопчатника. Установлено, что применение стеблей хлопчатника в качестве исходного сырья для производства биоэтанола по сравнению с известными и аналогичными технологиями обладает рядом экологических преимуществ. В ходе выполнения поставленных задач исследованы её экологические, биохимические, физико-химические и технологические аспекты. С целью повышения экологической эффективности разработанной технологии перед ферментативным брожением внедрена эффективная технология обогащения углеводов, содержащихся в стеблях хлопчатника [2-А, 4-А, 5-А, 7-А, 9-А, 11-А, 12-А, 14-А, 16-А, 17-А, 18-А, 19-А].

3. С целью использования полученного биоэтанола в качестве модификатора, снижающего газовые выбросы автотранспорта, подвергается специальной обработке, в результате которой превращается в биоэтанол с концентрацией 98 %. Установлено, что при применении его в качестве модификатора к бензиновому топливу в соотношении 10:1 (10 объёмных частей бензина и 1 часть биоэтанола) он демонстрирует хорошие энергетические свойства и способствует снижению объёмов газовых выбросов автотранспорта. На основании результатов полевых экспериментальных исследований выполнена экологическая оценка преимуществ биоэтанола как модификатора по сравнению с бензиновым топливом [2-А, 4-А, 5-А, 7-А, 9-А, 11-А, 12-А, 14-А, 16-А, 17-А, 18-А, 19-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. В сотрудничестве с местными нефтяными компаниями необходимо внедрить технологию производства биоэтанола с использованием смеси нефтяного топлива.

2. Оценки показывают, что биоэтанол в автомобилях может снизить выбросы СО₂ на 60-80% по сравнению с бензином и улучшить качество воздуха. Однако его использование должно быть совместимо с двигателями автомобилей.

3. Переход на гибридные двигатели и специальный биоэтанол для автомобилей нового типа. Двигатели должны быть адаптированы к условиям Республики Таджикистан

(например, в близлежащих, горных и высокогорных районах), которые работают с Е85 (85% биоэтанол). Это также может быть использовано в городе Душанбе, чтобы уменьшить выбросы CO₂ в атмосферу автомобильным транспортом.

4. Для обеспечения устойчивости крупногабаритных транспортных средств (например, автобусов) рекомендуется использование биоэтанола с использованием технологий с низким уровнем выбросов.

5. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в Институте химии имени В.И. Никитина НАНТ, в Научно-исследовательском институте ТНУ, а также на кафедрах «Организация перевозок и управление на транспорте», «Переработка энергоносителей и сервис нефти и газа» и «Безопасность жизнедеятельности и экология» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Список использованной литературы

1. Большаков, В.Н. Экология / В.Н. Большаков, В.В. Качак, В.Г. Коберниченко и др. / Под. ред. Г.В. Тягумова, Ю.Г. Ярошенко. – М.: Логос, 2005. – 504 с.
2. Гуреев А.А., Серёгин Е.П., Азев В.С. Квалификационные методы испытания нефтяных топлив. — М.: Химия. — 200 с. — 3300 экз.
3. Денисов, В.В. Экология города / В.В. Денисов, А.С. Курбатова, И.А. Денисова, В.Л. Бондаренко, В.А. Грачев, В.А. Гутенев, Б.А. Нагнибеда / Под. ред. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «Март», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2008. – 832 с.
4. Марков В.А. Токсичность отработавших газов дизелей /В.А. Марков, Р.М. Башитов, И.И. Габитов. – М.: изд-во МУТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
5. Павлова, Е.И. Общая экология и экология транспорта: Учебник и практикум / Е. И. Павлова, В. К. Новиков. – 6-е изд., пер. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 418 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-13802-3. – EDN ЕСМQRQ.
6. Семёнов В.Г. Физико-химические показатели и эколого-экономические характеристики работы дизельного двигателя / В.Г. Семёнов. –Харьков, 2002. 172 с.
7. Трофименко, Ю.В. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда / Ю.В. Трофименко, Г.И. Евгеньев / Под. ред. Ю.В. Трофименко. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 400 с.

Список публикаций автора по теме диссертации

Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан:

- [1-А]. Исмоилов М.И., Саидзода М.Р. Роҳҳои беҳдошти назорат ва танзими фаъолияти нақлиёти мусофирбарӣ дар шаҳри Душанбе [Матн] / Исмоилов М.И., Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (59) 2022г., стр. 85-89 УДК 656. 338:656.072+577.4.
- [2-А]. Сайдализода А.С., Маджидзода Т.С., Саидзода М.Р. Транспортно-технологическая система и их взаимодействие с окружающей средой [Текст] / Сайдализода А.С., Маджидзода Т.С., Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (63) 2023г., стр. 113-117. УДК 656. 338:656.072+577.4.
- [3-А]. Сайдализода А.С., Саидзода М.Р. Моделирование транспортного потенциала на развитие транспортно-технологических систем с окружающей средой [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (63) 2023г., стр. 108-112. УДК 656. 338:656.072+577.4.
- [4-А]. Иброҳимзода Д.Э., Маҳмудзода Т.М., Иброгимов Ф.Д., Саидзода М.Р. Экологическая оценка применения биодизеля как модификатора дизельного топлива в автомобильном транспорте Республики Таджикистан. [Текст] / Иброҳимзода Д.Э., Маҳмудзода Т.М., Иброгимов Ф.Д., Саидзода М.Р. Наука и инновация. Таджикский

национальный университет. Серия геологических и технических наук. 2024. №3. УДК 004+303.2. стр. 142-146. ISSN 2664-1534.

[5-А]. Сайдализода А.С., **Саидзода М.Р.**, Муродов С.Д. Развитие транспортно-технологических систем и влияние ее на окружающую среду [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Муродов С.Д. // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава (научный журнал) Серия: ISSN: 2663-6417, №2/3 (126) 2024г., стр. 41-48. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[6-А]. Сайдализода А.С., **Саидзода М.Р.**, Каримов А.А., Муродов С.Д. Анализ состояния отрасли пассажирских автомобильных перевозок [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Каримов А.А., Муродов С.Д. // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава (научный журнал) Серия: ISSN: 2663-6417, №2/4 (129) 2024г., стр. 64-69. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[7-А]. Амирзода О.Х., Иброгимов Ф.Д., **Саидзода М.Р.** Экологическая оценка применение биодизеля в сравнении с нефтяными дизельными топливами [Текст] / Амирзода О.Х., Иброгимов Ф.Д., Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (67) 2024г., стр. 56-60. УДК 934.81.19. 620.9.

[8-А]. М.И. Исмоилов, Ф.Б. Усмонзода, **М.Р. Саидзода**, К вопросу использования цифровых технологий в сфере автомобильного транспорта [Текст] / М.И. Исмоилов, Ф.Б. Усмонзода, М.Р. Саидзода // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. № 4 (68) 2024, стр. 71-74. УДК 656.13.630; 504.062.

[9-А]. **Саидзода М.Р.** Обзор существующих методов и моделей управления транспортными системами с учетом экологических аспектов [Текст] / Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (67) 2024г., стр. 56-60. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[10-А]. М.И. Исмоилов, **М.Р. Саидзода**, Ф.С. Расулов. К вопросу внедрения информационных технологий в государственном регулировании городских пассажирских перевозок [Текст] / М.И. Исмоилов, М.Р. Саидзода, Ф.С. Расулов. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №1 (65) 2024г., стр. 148-154. УДК 656.13.630+577.4.

[11-А]. Ибрагимов Ф.Д., **Саидзода М.Р.**, Махмудзода Т.М. Гурӯҳбандии партовҳои газию аэрозолӣ ва таъсири онҳо ба экологияи муҳит. [Матн] / Ибрагимов Ф.Д., Саидзода М.Р. Илм ва инноватсия. Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои геологӣ ва техникаӣ. 2025. №3, ТДУ: 934. 81.19, сах. 131-138. ISSN 2664-1534.

[12-А]. Ibrokhimzoda D., Ibragimov F., **Saidzoda M.** Environmental assessment of biodiesel compared to petroleum diesel fuels [Text] / Ibrokhimzoda D., Ibragimov F., Saidzoda M. Sciences of Europe # 168, (2025). Page. 40-44. ISSN 3162-2364.

Статьи и тезисы, опубликованные в материалах международных и республиканских конференций:

[13-А]. Фохаков А.С., **Саидзода М.Р.** Актуальность проблемы исследования: совершенствование системы управления и взаимодействия транспортно-технологических систем с окружающей средой [Текст] / Фохаков А.С., Саидзода М.Р. // Сборник научных трудов. Материалы республиканской научно-практической конференции “НАУКА – ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ” // Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. Душанбе. - 2022. – Стр. 357-362.

[14-А]. Фохаков А.С., Маджидов Т.С., **Саидзода М.Р.** Особенности формирования и развитие транспортно-технологической системы с окружающей средой [Текст] / Фохаков А.С., Маджидов Т.С., Саидзода М.Р. // Сборник научных трудов. Материалы республиканской научно-практической конференции “НАУКА – ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ” // Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. Душанбе. - 2022. – Стр. 362-367.

[15-А]. А. Сайдализода, **М. Саидзода**, П. Хужаев. Организация автомобильных перевозок и выбор маршрута [Текст] / А. Сайдализода, М. Саидзода, П. Хужаев // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Механизация сельского хозяйства: наука и инновация». Часть 2. // Ферганский политехнический институт. Фергана-2024. 25-26 апреля. Стр. 36-41. Республика Узбекистан.

[16-А]. А. Сайдализода, **М. Саидзода**, П. Хужаев. Структура пассажирского и грузового автопарка, его влияние на развитие транспортно-технологических систем и окружающую среду в горных регионах Республики Таджикистан [Текст] / А. Сайдализода, М. Саидзода, П. Хужаев. // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Механизация сельского хозяйства: наука и инновация». Часть 2. // Ферганский политехнический институт. Фергана -2024. 25-26 апреля. Стр. 41-48. Республика Узбекистан.

[17-А]. Сайдализода А.С., **Саидзода М.Р.**, Хужаев П.С., Якубов К.А. Анализ влияния транспорта на окружающую среду, включая выбросы вредных веществ и энергопотребление [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Хужаев П.С., Якубов К.А. // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Развитие зеленой энергетики посредством мониторинга окружающей среды и изменения климата и переработки отходов». Часть 1. // Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет. Самарканд-2025. 1-2 мая. Стр. 24-30. Республика Узбекистан. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[18-А]. Сайдализода А.С., **Саидзода М.Р.**, Хужаев П.С., Мирзаев А. Анализ применимости различных подходов и методов к исследуемой проблеме системы управления транспортно-технологическими системами с окружающей средой [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Хужаев П.С., Мирзаев А. // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Развитие зеленой энергетики посредством мониторинга окружающей среды и изменения климата и переработки отходов». Часть 1. // Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет. Самарканд-2025. 1-2 мая. Стр. 386-395. Республика Узбекистан. УДК 656. 338:656.072+577.4.

[19-А]. Иброҳимзода Д.Э., Ибрагимов Ф.Д., **Саидзода М.Р.**, Амирзода О.Х. (Душанбе, Тоҷикистон). Афзалиятҳои технологӣ ва экологии ҳосил намудани сузишвориҳои биологии моеъ дар асоси партовҳои хоҷагӣҳои деҳқонии пахтапарварӣ [Матн] / Иброҳимзода Д.Э., Ибрагимов Ф. Д., Саидзода М.Р., Амирзода О.Х. // МАВОДИ ФОРУМИ БАЙНАЛМИЛАЛӢ ДАР МАВЗУИ «Саҳми Донишгоҳи технологии Тоҷикистон дар татбиқи саноатикунонии босуръати кишвар», бахшида ба 35-солагии Донишгоҳи технологии Тоҷикистон, (1- уми ноябри соли 2025), Саҳ. 74-76.

АННОТАТСИЯ

ба диссертатсияи Саидзода Муҳаммад Раҳим дар мавзӯи «Арзёбии экологии ҳосил намудани сузишвориҳои биологии биоэтанол ва истифодашавии он дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ» барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои техника аз рӯйи ихтисоси 2.9.6. – Экология

Калидвожаҳо: ғузапоия пахта, экстраксияи хунук, пайвастагиҳои фенолӣ, карбогидрогенҳо, биоэтанол, сӯзишвориҳои бензинӣ, нақлиёти автомобилӣ, партовҳои аэрозолӣ, оксиди карбон (IV), экология.

Мақсади таҳқиқот. Коркарди технологияи муфид ва афзалияти экологидоштаи ҳосил намудани биоэтанол ва арзёбии экологии истифодашавии он ҳамчун модификатори камкунандаи миқдори партовҳои газӣ ва аэрозолӣ дар намунаҳои сӯзишвориҳои бензинӣ

Вазифаҳои таҳқиқот. Ҷиҳати тадбиқи мақсадҳои гузашташуда вазифаҳои зерин арзёбӣ гардидаанд:

- арзёбии экологии таъсири карбогидрогенҳои марбутатаи фраксияи бензинии нафти ба фаъолияти муътадили афзоишу инкишофи растаниҳо ва организми инсон;
- коркарди технологияи муфид ва афзалияти экологидоштаи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапоия пахта;
- ҷанбаҳои биохимиявӣ, физикӣ - химиявӣ ва арзёбии экологии биотехнологияи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапоия пахта;
- арзёбии экологии истифодаи биотанол ҳамчун модификатори коҳишдиҳандаи партовҳои газии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшаванда.

Навогонии илмӣ таҳқиқот.

- мушкilotҳои экологии соҳаи нақлиёти автомобилӣи Ҷумҳурии Тоҷикистон муайян гардида, ҷанбаҳои экологии он омӯхта шудааст;
- бори нахуст технологияи нав ва аз ҷиҳати экологӣ бартаридоштаи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапоия пахта коркард гардида, ҷанбаҳои физикию химиявии он таҳқиқ гардидааст;
- дар асоси биоэтанол ва сузишвориҳои бензинӣ, сузишвориҳои модификатсиякардашудаи аз лиҳози экологӣ афзалиятнок коркард гардида афзалиятҳои энергиябарандагӣ ва экологии он муайян карда шудааст;
- бори нахуст истифодаи биоэтанол, афзалиятҳои энергиябарандагӣ ва экологии он дар нақлиёти автомобилӣ ва шароити кӯҳистони Ҷумҳурии Тоҷикистон гузаронида шудааст.

Аҳмияти назариявии таҳқиқот:

- натиҷаҳои таҳқиқ оид ба арзёбии экологии идентификатсияи партовҳои газии аэрозолӣ ҳангоми истифодаи сӯзишвориҳои нафтии бензинӣ дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ дар шароити географии роҳҳои автомобилгарди Тоҷикистон, дар асоснок намудан ва тақмили назарияи вобастагии маҳсулнокии реаксияи химиявии сӯзиши карбогидрогенҳо ба сохти химиявӣ, фишори атмосферӣ ва консентратсияи оксигени таркиби ҳавои атмосферӣ, метавонад заминагузори намояд.

Аҳмияти амалии таҳқиқот:

- технологияи муфиди ҳосил намудани сӯзишвориҳои алтернативии биологии биоэтанол дар оянда метавонад дар рушди соҳаи истеҳсолоти сӯзишвориҳои алтернативӣ заминагузори намуда, ҳамчун модификатори коҳишдиҳандаи миқдори газҳои гулхонагии сӯзишвориҳои нафтии бензинӣ истифода шавад;
- бензини бо биоэтанол модификатсиякардашударо метавон ҳамчун сӯзишвориҳои махсуси нисбат ба ҳаммонандҳои худ афзалиятдошта, дар нақлиёти махсуси сохторҳои Кумитаи амнияти миллӣ ва Вазорати мудофиа метавонад тадбиқи амалии ҳудро ёбад;
- коркардҳои методие, ки дар рафти иҷрои таҳқиқоти эксперименталӣ бадаст оварда шудаанд, метавонанд ҳангоми иҷрои ҷунин таҳқиқот истифода гарданд.

АННОТАЦИЯ

на диссертации Саидзода Мухаммад Рахима на тему «Экологическая оценка производства биологического топлива биоэтанола и его использования в автомобильном секторе» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6. – Экология

Ключевые слова: Стебли хлопчатника, холодная экстракция, фенольные соединения, углеводороды, биоэтанол, топливо, автомобильный транспорт, аэрозольные выбросы, двуокись углерода (IV), экология.

Цель исследования: разработать эффективную и экологически предпочтительную технологию получения биоэтанола и выполнить экологическую оценку его применения в качестве модификатора, снижающего количество газовых и аэрозольных выбросов при использовании (в составе) бензиновых топлив.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- провести экологическую оценку воздействия углеводородов бензиновой фракции нефти на устойчивое протекание процессов роста и развития растений и на организм человека;
- разработать эффективную и экологически предпочтительную технологию получения биоэтанола из стеблей хлопчатника;
- раскрыть биохимические и физико-химические аспекты и выполнить экологическую оценку биотехнологии получения биоэтанола на основе стеблей хлопчатника;
- провести экологическую оценку применения биоэтанола как модификатора, снижающего газовые и аэрозольные выбросы автомобильного транспорта.

Научная новизна исследования:

- определены экологические проблемы автомобильного транспорта Республики Таджикистан, изучены его экологические аспекты;
- впервые разработана новая и экологически доминирующая технология получения биоэтанола на основе стебли хлопчатника, исследованы ее физико-химические аспекты;
- на основе биоэтанола и бензинового топлива переработаны экологически предпочтительные модифицированные виды топлива, определены их энергетические и экологические преимущества;
- впервые использованы биоэтанола, его энергетические и экологические преимущества в автомобильном транспорте в горных условиях Республики Таджикистан.

Теоретическая значимость исследования:

- полученные результаты по экологической оценке и идентификации газовых и аэрозольных выбросов при использовании нефтяных бензиновых топлив в автомобильном транспорте, с учётом географических условий автомобильных дорог Таджикистана, могут послужить основой для обоснования и развития теории зависимости эффективности (скорости и полноты) реакций сгорания углеводородов от их химического строения, атмосферного давления и концентрации кислорода в атмосферном воздухе.

Практическая значимость исследования:

- разработанная эффективная технология получения альтернативного биотоплива — биоэтанола — в дальнейшем может способствовать развитию отрасли производства альтернативных топлив и быть использована в качестве модификатора, снижающего объёмы парниковых газов у бензиновых нефтяных топлив;
- бензин, модифицированный биоэтанолом, может рассматриваться как специальное топливо, обладающее преимуществами по сравнению с аналогами, для практического применения в специальных транспортных средствах структур Комитета национальной безопасности и Министерства обороны;
- методические разработки, полученные в ходе экспериментальных исследований, могут быть использованы при выполнении аналогичных исследований.

ANNOTATION

for the dissertation of Saidzoda Muhammad Rahim on the topic «Environmental assessment of bioethanol biofuel production and its use in the automotive sector» for the degree of Candidate of Technical Sciences in specialty 2.9.6. – Ecology

Key words: Cotton stalks, cold extraction, phenolic compounds, hydrocarbons, bioethanol, fuel, road transport, aerosol emissions, carbon dioxide (IV), ecology.

The purpose of the study: to develop an efficient and environmentally preferable technology for the production of bioethanol and to perform an environmental assessment of its use as a modifier that reduces the amount of gas and aerosol emissions when using gasoline fuels.

Research objectives. To achieve this goal, the following tasks are being solved:

- to carry out an environmental assessment of the impact of hydrocarbons from the gasoline fraction of oil on the sustainable course of plant growth and development processes and on the human body;
- to develop an efficient and environmentally preferable technology for producing bioethanol from cotton stalks;
- to reveal the biochemical and physico-chemical aspects and to carry out an environmental assessment of bioethanol production biotechnology based on cotton stalks;
- to conduct an environmental assessment of the use of bioethanol as a modifier that reduces gas and aerosol emissions from road transport.

Scientific novelty of the research:

- the environmental problems of road transport in the Republic of Tajikistan have been identified, and its environmental aspects have been studied;
- for the first time, a new and ecologically dominant technology for the production of bioethanol based on cotton stalks has been developed, and its physico-chemical aspects have been investigated;
- on the basis of bioethanol and gasoline fuel, environmentally preferable modified fuels have been processed, their energy and environmental advantages have been determined;
- the first use of bioethanol, its energy and environmental advantages in road transport in mountainous conditions of the Republic of Tajikistan.

The theoretical significance of the study:

- the results obtained on the environmental assessment and identification of gas and aerosol emissions from the use of petroleum gasoline fuels in road transport, taking into account the geographical conditions of Tajikistan's highways, can serve as a basis for substantiating and developing the theory of the dependence of the efficiency (speed and completeness) of hydrocarbon combustion reactions on their chemical structure, atmospheric pressure and oxygen concentration in atmospheric air.

Practical significance of the study:

- the developed effective technology for the production of alternative biofuels, bioethanol, can further contribute to the development of the alternative fuel industry and be used as a modifier that reduces the amount of greenhouse gases from gasoline oil fuels.;
- gasoline modified with bioethanol can be considered as a special fuel with advantages over analogues for practical use in special vehicles of the structures of the National Security Committee and the Ministry of Defense;
- methodological developments obtained in the course of experimental research can be used in carrying out similar studies.

Ба чоп имзо шуд _____
Формат 6x84/16. Қоғози офсетӣ
Теъдоди нашр 100 нусха. Ҳаҷм _____ ҷ.ҷ.
Дар нашрияи «ДТТ ба номи М.С. Осимӣ» чоп шуд