

**АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ  
ДАРАЖА БЕРУВЧИ PhD.03/30.09.2020.Т.124.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ  
КЕНГАШ**

---

**ЖИЗЗАХ ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ**

**СУВАНҚУЛОВ ШЕРАЛИ АБДУМАННАНОВИЧ**

**АВТОМОБИЛЛАРНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН КЎРСАТКИЧЛАРИНИ  
ЯХШИЛАШ УЧУН БИОГАЗЛАР ТАРКИБИНИ ТАНЛАШ ВА  
САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

**05.08.06- Ғилдиракли ва гусеничали машиналар ва уларни ишлатиш  
(техника фанлари)**

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

**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Андижон-2022**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)  
диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

<b>Суванқулов Шерали Абдуманнанович</b> Автомобилларнинг эксплуатацион кўрсаткичларини яхшилаш учун биогазлар таркибини танлаш ва самарадорлигини ошириш .....	3
<b>Суванқулов Шерали Абдуманнанович</b> Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей подбором состава и повышением эффективности биогаза.....	23
<b>Suvankulov Sherali Abdumannanovich</b> Improving the operation and performance of cars by selecting the composition and increasing the efficiency of biogas.....	43
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	48

**АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ  
ДАРАЖА БЕРУВЧИ PhD.03/30.09.2020.Т.124.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ  
КЕНГАШ**

---

**ЖИЗЗАХ ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ**

**СУВАНҚУЛОВ ШЕРАЛИ АБДУМАННАНОВИЧ**

**АВТОМОБИЛЛАРНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН КЎРСАТКИЧЛАРИНИ  
ЯХШИЛАШ УЧУН БИОГАЗЛАР ТАРКИБИНИ ТАНЛАШ ВА  
САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

**05.08.06-Ғилдиракли ва гусеничали машиналар ва уларни ишлатиш  
(техника фанлари)**

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

**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Андижон-2022**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.2.PhD/Т1218 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Жиззах политехника институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) Илмий кенгаш веб саҳифаси ([www.andmiedu.uz](http://www.andmiedu.uz)) ва «Ziynet» таълим ахборот тармоғида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Базаров Бахтиёр Имамович**  
техника фанлари доктори. профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Джумабаев Алижон Бакишевич**  
техника фанлари доктори. профессор

**Мирзаев Баходир Нуриддинович**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Наманган муҳандислик-қурилиш институти**

Диссертация ҳимояси Андижон машинасозлик институти ҳузуридаги фан доктори илмий даражасини берувчи PhD.03/30.09.2020.Т.124.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «30» ноябр соат 14<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади.

Манзил: 170119, Ўзбекистон Республикаси, Андижон шаҳар, Бобур Шоҳ кўчаси 56 Тел: (+99874) 223-43-67, e-mail: [info@andmiedu.uz](mailto:info@andmiedu.uz)

Докторлик диссертацияси билан Андижон машинасозлик институти Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (7 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 170119, Ўзбекистон Республикаси, Андижон шаҳар, Бобур Шоҳ кўчаси 56 Тел: (+99874) 223-43-67, e-mail: [andmi-arm@umail.uz](mailto:andmi-arm@umail.uz)).

Диссертация автореферати 2022 йил «15» ноябр куни тарқатилган.  
(2022 йил «15» ноябрдаги №7 рақамли реестр баённомаси).

**У.М.Турдиалиев**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш раиси, т.ф.д., проф.

**Х.У.Акбаров**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш котиби,

**К.Қосимов**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., проф.

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда автомобиль ишлаб чиқариш саноатида ички ёнув двигатели билан жиҳозланган автомобилларда альтернатив ёнилғиларни қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Дунё миқёсида 3 млрдга яқин автомобиллар мавжуд бўлиб, деярли барчаси ички ёнув двигатели билан жиҳозланган. Автомобиллаштириш даражаси ҳар 1000 кишига тўғри келадиган автомобиллар сони билан ҳисоблаганда: Италияда 646 та, Канадада 630 та, Финландияда 629 та, АҚШда 343 та, Қозоғистонда 209 та, Азарбайжонда 118 тани ташкил қилади. Ички ёнув двигателлари билан жиҳозланган автомобиллар сонининг йилдан-йилга ортиб бориши альтернатив ёнилғи маҳсулотларини амалиётга жорий этишни тақозо этади. Шу жиҳатдан биогаздан ёнилғи сифатида фойдаланишни амалиётга жорий ва ундан самарали фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда бугунги кунда ишлаб чиқарилаётган автомобиллар сонининг йилдан-йилга ортиб бориши, ёнилғи ресурсларининг чекланган захираси, нефт ва газ ёнилғиларининг ўрнини босувчи муқобил ёнилғилардан фойдаланишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, автомобиль ишлаб чиқариш технологияси ва фойдаланишда бўлган автомобилларнинг конструкциясини кескин ўзгартирмасдан альтернатив ёнилғилардан фойдаланиш орқали автомобиль транспортининг атроф-муҳитга салбий таъсирни камайтиришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда фойдаланишда бўлган автомобиллар ва қишлоқ хўжалиги машиналарининг катта қисми газ ускуналари билан жиҳозлаш, маҳаллий органик чиқиндилардан юқори сифатли биогаз олиш, альтернатив ёнилғи турларидан фойдаланишнинг янги технологияларини ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 25-майдаги ПҚ-3012-сон «2017-2021 йилларда қайта тикланадиган энергетикани янада ривожлантириш иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида»<sup>1</sup>ги қарорида «энергия тежайдиган технологияларни, қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланувчи ускуналарни қуриш, замонавий ҳисоблаш ускуналарини жорий қилишга ва ёқилғи-энергетика ресурсларидан янада оқилона фойдаланишга аҳолини ва хўжалик юритувчи субъектларни кенг жалб қилиш...» бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан, транспорт воситаларида ёнилғи сифатида ишлатиш мумкин бўлган газ олиш учун биогазни кераксиз газлардан тозалаш технологиясини такомиллаштиришга эришиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 30 октябрдаги ПФ-5863-сон «2030 йилгача бўлган даврда Ўзбекистон Республикасининг атроф-муҳитни муҳофаза қилиш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида»ги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2018 йил 19 сентябрдаги

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 25-майдаги ПҚ-3012-сон «2017-2021 йилларда қайта тикланадиган энергетикани янада ривожлантириш иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида»ги Қарори

745-сон «Газ баллонлари билан жиҳозланган автотранспорт воситалари, шунингдек, табиий газда ишлайдиган марказлаштирилган қозонхоналардан бехатар фойдаланишга доир шошилиш чора-тадбирлар тўғрисида»ги қарорига мувофиқ, транспорт воситаларини газ баллон ёнилғисига, электр қувватига ва бошқа муқобил ёнилғи турларига ўтказиш, шунингдек, тегишли йўл инфратузилмасини ташкил этиш кўзда тутилган. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2017 йил 1 июндаги 338-сон «2017-2019 йиллар даврида республикада биогаз қурилмаларини жорий этиш ва ишлаб чиқаришни кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарор ва фармонлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишини устувор йўналишларга мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II «Энергия ва энергия ресурсларини тежаш» устувор йўналишига мос келади.

**Муаммони ўрганилганлик даражаси.** Транспорт воситаларида альтернатив ёнилғилардан фойдаланиш, янги инновацион технологияларни яратиш билан хорижда К.Уолькер, Б.Эдер, Д.Каласс, М.Ларсон, С.А.Салман, Е.Ризен, Е.Грегеби, А.Блимберг шуғулланишган. Улар биогазни ишлаб чиқариш, уни тозалаш ва ёнилғи сифатида ишлатиш муаммолари устида ишлаганлар. МДХ давлатларидан В.И.Ерохов, Н.В.Петров, С.А.Фролов, А.С.Клементьев, И.И.Тимченко, Д.Рамадан ва бошқа кўплаб олимлар томонидан биогаз билан боғлиқ илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Республикамизда ҳам бир қатор олимларимиз А.У.Салимов, Ш.Ж.Имомов, Б.И.Базаров, С.А.Калаулов, А.Х.Васидов ва бошқа олимлар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Мазкур тадқиқотлар натижасида ишлаб чиқилган технологияларда биогазни самарали тозалаш масалалари ижобий натижаларга эришилган ҳолда қўлланилиб келинаётган бўлсада, аммо ички ёнув двигателлари учун ёнилғи сифатида биогаздан фойдаланиш бўйича тадқиқотлар етарлича ўтказилмаган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим ва илмий-тадқиқот муассасанинг илмий тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Жиззах политехника институтининг 216/2018-сонли «Биогаз билан таъминланган хўжалик таркибидаги автомобилларнинг эксплуатацион кўрсаткичларини яхшилаш» (2018-2021) илмий-тадқиқот ишлари режасига асосан амалга оширилди.

**Тадқиқотнинг мақсади:** Автомобилларнинг эксплуатацион кўрсаткичларини яхшилаш учун биогазлар таркибини танлаш ва самарадорлигини оширишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

ушбу йўналишда тадқиқотлар олиб борган олимларнинг илмий тадқиқот ишлари билан танишиш ҳамда транспорт воситаларида ёнилғи сифатида ишлатиш мумкин бўлган газ олиш учун биогазни кераксиз газлардан тозалаш технологиясини янги усулини ишлаб чиқиш;

биогазнинг қуйи ёниш иссиқлигининг минимал рухсат этилган қийматини ҳисобга олган ҳолда таркибидаги метаннинг оптимал улушини аниқлаш;

транспорт воситалари биогазда ҳаракатлангандаги тортиш-тезлик, ёнилғи тежамкорлик ва экологик кўрсаткичлари бензинли двигателлар кўрсаткичларига нисбатан қиёсий таҳлил асосида таққослаш;

биогазда автотранспорт воситаларининг ҳаракат тезлиги қийматларининг ўзгариш қонуниятларини компьютер технологиялари воситасида автоматик ростлаш, натижаларга экспериментал ишлов бериш.

**Тадқиқот объекти** газ баллон ускунаси билан жихозланган Chevrolet Spark автомобили олинган.

**Тадқиқот предмети** биогаз билан таъминланган автомобилнинг эксплуатацион кўрсаткичлари ҳисобланади.

**Тадқиқот усуллари.** Тадқиқот жараёнида синов майдончасида стандарт ва хусусий усуллардан фойдаланган ҳолда, тортиш-тезлик хусусиятларини, ёнилғи тежамкорлигини ва транспорт воситалари чиқарадиган заҳарли моддаларининг миқдорини экспериментал ўрганиш учун норматив ҳужжатларга мувофиқ махсус асбоблардан фойдаланган ҳолда ўтказилди. Экспериментал тадқиқот натижаларини қайта ишлаш компьютер технологиясида математик-статистика усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

биогаздан двигатель ёнилғиси сифатида фойдаланиш учун тозалашнинг кальций гидрокарбонат эритмаси (раствор)дан ўтказиш абсорбцияси технологияси ишлаб чиқилди ва биогаз таркибидаги метан фоизини оширишига эришилган;

биогазнинг таркибида метан миқдорини ортиши, қуйи ёниш иссиқлиги ва зичлигини ўзгариши, яъни табиий газ кўрсаткичларига мос келиши ёнувчи аралашмалар ўртасида кимёвий боғланишнинг йўқлиги қўшимчалар принциpidан фойдаланган ҳолда аниқланган;

биогазда ишлайдиган автомобилнинг максимал тезлиги ва тезланиши, ёнилғи тежамкорлиги ва экологик кўрсаткичлари бензинли двигатель кўрсаткичларига яқинлашиши «NIPO STANDART» синов марказида «Corrsys Datron», «Sensus NM» ва «ЭЛАН СО-50» синов мажмуалари ёрдамида аниқланган;

ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини ростлаш орқали ёнилғи тежамкорлиги, автомобилнинг атроф-муҳитга зарарли таъсири кўрсаткичлари ва автомобиль ички ёнув двигателларининг эксплуатацион кўрсаткичларини бошқарув таъминот тизимини тавсифловчи боғлиқликлар ўрнатилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

керакли таркибидаги биогаз олиш учун уни карбонат ангидриддан тозалаш қурилмаси ишлаб чиқилган;

ички ёнув двигателлари учун биогаздан фойдаланишнинг табиий газга, шунингдек нефт ёнилғиларига нисбатан афзалликлари аниқланган.

заҳарлилигини камайтириш, экологик хавфсизликни ва ёнилғи тежамкорлигини ошириш мақсадида биогаздан фойдаланишнинг илмий-техникавий тамойиллари асосланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқотлар замонавий усуллар ва ўлчов воситаларидан фойдаланган ҳолда амалга оширилган. Экспериментларни режалаштиришнинг асосий техник ва математик қонунларидан фойдаланган ҳолда ишлаб чиқилган назарий қоидалар экспериментал тадқиқотлар натижалари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти биогазда ишлайдиган автомобилнинг тортиш-тезлик, ишончлилиқ ва ёнилғи тежамкорлиги хусусиятларини ҳисоблашнинг такомиллаштирилган усули ишлаб чиқилиб амалиётга тадбиқ этилганлиги ва биогазнинг керакли таркибини танлаш усулини ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ички ёнув двигателлари ёнилғиси сифатида фойдаланиш учун яроқли бўлгунга қадар биогазни аралашмалардан тозалаш ускунаси лойиҳасини ишлаб чиқиш ва амалиётга тадбиқ этилганлигидир. Буларнинг барчаси сарф-харажатларнинг, тан-нархнинг пасайишига ва автомобилнинг эксплуатацион кўрсаткичларининг ошиши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.**

Биогазда ҳаракатланувчи транспорт воситаларининг тортиш-тезлиги, ёнилғи тежамкорлиги ва экологик кўрсаткичларини ошириш бўйича олинган натижалар асосида:

транспорт воситаларида ишлатиладиган газ олиш учун биогазни кераксиз газлардан тозалаш мосламаси Сирдарё вилояти Ховос тумани «Олтин Осиё Инвест» МЧЖ ва Жиззах вилояти Фориш тумани «Синдорбек» фермер хўжаликларида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Транспорт вазирлигининг 2022 йил 15 февралдаги 2/796-842-сон маълумотномаси). Натижада, реактордан олинган биогазни ортиқча газлардан тозалаш қурилмаси орқали  $\text{CO}_2$  дан тозаланган биогаз транспорт воситаларида ёнилғи сифатида фойдаланилган;

транспорт воситаларининг тортиш-тезлик ва ёнилғи тежамкорлиги хусусиятлари тадқиқ қилинган (Ўзбекистон Республикаси Транспорт вазирлигининг 2022 йил 15 февралдаги 2/796-842-сон маълумотномаси). Натижада, биогаз ёнилғиси билан ҳаракатланганда автомобилни 100 км/соат тезликка эришиш вақти, энг юқори ўртача тезлиги, тортиш-тезлик ва ёнилғи тежамкорлик кўрсаткичлари ортган;

биогазнинг қуйи ёниш иссиқлиги қийматининг минимал рухсат этилган қийматини ҳисобга олган ҳолда унинг таркибини танлаш орқали транспорт воситаларини экология ва атроф-муҳитга таъсири, чиқинди газларнинг заҳарлилиқ даражаси аниқланган ва ижобий натижалар олинган (Ўзбекистон Республикаси Транспорт вазирлигининг 2022 йил 15 февралдаги 2/796-842-сон маълумотномаси). Натижада, биогаз ёнилғилари қўлланилганда двигателдан



чиқаётган чиқинди газларнинг захарлилик даражаси бензин ёнилғисига нисбатан 80-90% га камайган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертациянинг тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.**

Диссертация мавзуси ва материаллари бўйича жами 15 та илмий иш чоп этилган. Олий Аттестация комиссиясини диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 4 та мақола, 2 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 115 бетни ташкил этади.

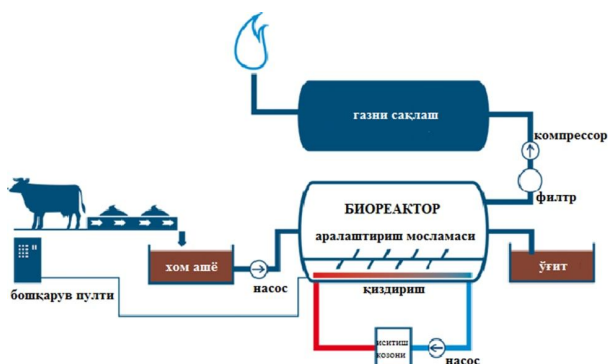
## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишлари мослиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижалари амалиётга жорий қилинган, нашр этилган ишлар ва диссертация бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Биогазларни двигатель ёнилғиси сифатида фойдаланишнинг таҳлили**» деб номланган биринчи бобида двигатель ёнилғиси сифатида биогаз ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш технологиялари ҳақида умумий фикр ва таҳлиллар қилинган. Биогаз ишлаб чиқариш қурилмаси тавсифланган. Двигатель ёнилғиси сифатида фойдаланиш учун биогазни тозалаш ва унинг таркибидаги метан улушини ошириш учун экспериментал қурилманинг тавсифи берилган.

Ўзбекистон Республикасининг Инновацион ривожланиш стратегиясига мувофиқ 2025 йилгача қайта тикланадиган ва муқобил энергия манбаларидан фойдаланган ҳолда электр энергияси ишлаб чиқариш ҳажмини 20%дан ортиқ ошириш режалаштирилган. Узоқ муддатли истиқболда 2030 йилгача электр энергияси ишлаб чиқаришни 120 миллиард кВт/соатига етказиш вазифаси қўйилди ва бу вазифани амалга оширишнинг асосий йўналишларидан бири муқобил энергия ва қайта тикланадиган ресурсларни ривожлантириш ҳисобланади.

Органик чиқиндиларни бижғитиш технологияси нафақат уларни қайта ишлаш муаммосини ҳал этиш имконини беради, балки бензин ёки дизель ёнилғисидан кўра экологик тоза ёқилғи, қишлоқ хўжалиги двигателлари учун кўшимча энергия манбаи ҳисобланади.



1-Расм. Узлуксиз биогаз олиш қурилмаси

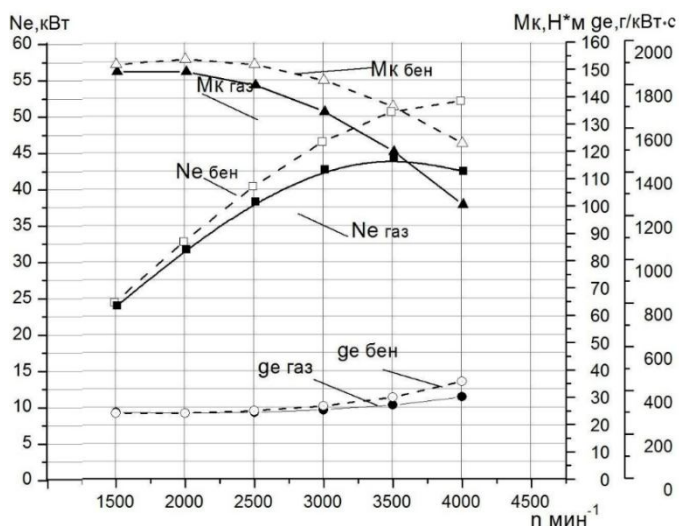
Сирдарё вилояти Ховос туманидаги «Олтин Осиё Инвест» МЧЖ ҳамда Жиззах вилоятининг Фориш туманидаги «Синдорбек» фермер хўжаликлари базасида гўнгни биогазга қайта ишлайдиган қурилмалар ўрнатилган (1-расм).

Анъанавий биогаз олиш технологиялари асосида органик чиқиндилардан биогаз ажратиб олинганда унинг таркибида 20-

50%гача карбонат ангидрит бўлганлиги сабабли тўғридан-тўғри автомобилда қўллаб бўлмаслиги ва карбонат ангидрит биогазни зарур атм босимида сиқиш имконини бермаслиги натижасида биогазни карбонат ангидритдан тозалаш усулини такомиллаштириш борасида тадқиқот ва тажриба-синов ишларини олиб бориш талаб этилади. Биогазни тозалаш ва бойитишнинг энг арзон ва истикболли усули биогаз таркибини тозалаш воситаси сифатида калций гидрокарбонатдан фойдаланадиган қурилмалардан фойдаланиш ҳисобланади.

Диссертациянинг «Биогаздан фойдаланган ҳолда автомобилларнинг эксплуатацион хусусиятларини ошириш» деб номланган иккинчи бобида турли таркибдаги биогаздан фойдаланган ҳолда автомобилларнинг эксплуатацион хусусиятларини яхшилашнинг назарий асослари берилган.

Тадқиқот давомида бензин ва газда ишлайдиган автомобилларнинг эксплуатацион кўрсаткичларини аниқлаш учун назарий тадқиқотлар олиб борилди, автомобил двигателининг ташқи тезлик тавсифи энг юқори буровчи моментдан энг юқори қувватгача бўлган тезлик оралиғида қурилган (2-расм).



2-расм. Двигателнинг ташқи тезлик тавсифи.

$N_{e\text{ бен}}, N_{e\text{ газ}}$  - бензин ва газда ишлаганда двигателнинг самарали қуввати, кВт;  $M_{к\text{ бен}}, M_{к\text{ газ}}$  - бензин ва газда ишлаганда двигателнинг буровчи моменти, Н · м;  $g_{e\text{ бен}}, g_{e\text{ газ}}$  - бензин ва газда ишлаганда двигателнинг самарали ёнилғи сарфи, г/кВт с.

Дастлаб, биогаз ва бензинда ишлайдиган автомобил двигателининг техник-иқтисодий кўрсаткичларини аниқлаш учун назарий ҳисоб-китоблар амалга оширилди.

Двигателнинг тезлик характеристикаси шароитида самарали қувватни қуйидаги ифода билан тавсифлаш мумкин:

$$N_{ex} = N_e \frac{n_x}{n_N} \left[ 1 + \frac{n_x}{n_N} - \left( \frac{n_x}{n_N} \right)^2 \right], \quad (1)$$

бу ерда  $N_{ex}$  – жорий ўртача самарали қувват, кВт;  $N_e$  – меърий ўртача қувват, кВт;  $n_x$  – тирсақли валнинг жорий айланишлар частотаси,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $n_N$  – тирсақли валнинг меърий айланишлар частотаси,  $\text{мин}^{-1}$ .

Ёнилғининг солиштирма сарфи қуйидагича ифодаланади:

$$g_{ex} = g_{eN} \left[ 1,2 - 1,2 \frac{n_x}{n_N} + \left( \frac{n_x}{n_N} \right)^2 \right], \quad (2)$$

бу ерда  $g_{ex}$  – ёнилғининг самарали солиштирма сарфи,  $г/\text{кВт} \cdot \text{с}$ .

Биогазнинг ёниш иссиқлиги қийматини ҳисоблашда биогаз ёнилғиси таркибидаги ёнувчи аралашмалар ўртасида кимёвий боғланишнинг йўқлиги қўшимчалар принциpidан фойдаланган ҳолда газ ёнилғисининг қуйи ёниш иссиқлиги қийматини ҳисоблаш имконини беради. Оддий шароитларда соф қуйи ёниш иссиқлиги қийматини (273,16 К ва 101 кПа) Д.И.Менделеевнинг эмпирик формуласи ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$Q_H = \alpha C + \beta H + \gamma S - \delta O - \mu W \quad (3)$$

бу ерда  $C, H, S, O, W$  – ёнувчи моддалар углерод, водород, олтингугурт ва намликлар, %;  $O$  – ёнувчи моддаларда азот ва кислород йиғиндиси,  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \mu$  – эмпирик коэффициентлар.

Қуйидаги формула ёрдамида биогазнинг қуйи ёниш иссиқлигини аниқлаймиз:

$$Q_H^C = Q_{\text{НСО}_2}^C \cdot \varphi_{\text{СО}_2} + Q_{\text{НСН}_4}^C \cdot \varphi_{\text{СН}_4} + Q_{\text{Н}_2}^C \cdot \varphi_{\text{Н}_2} + Q_{\text{НС}_2\text{Н}_4}^C \cdot \varphi_{\text{С}_2\text{Н}_4} + Q_{\text{НС}_4\text{Н}_{10}}^C \cdot \varphi_{\text{С}_4\text{Н}_{10}} + \\ + Q_{\text{НС}_6\text{Н}_8}^C \cdot \varphi_{\text{С}_6\text{Н}_8} + Q_{\text{НС}_6\text{Н}_{14}}^C \cdot \varphi_{\text{С}_6\text{Н}_{14}} + Q_{\text{НС}_2\text{Н}_6}^C \cdot \varphi_{\text{С}_2\text{Н}_6} + Q_{\text{НН}_2\text{С}}^C \cdot \varphi_{\text{Н}_2\text{С}} \quad (4)$$

Юқоридаги формулага биогаз таркибидаги газлар миқдорини қўйиб биогазнинг тозалашдан олдинги қуйи ёниш иссиқлигини топамиз:

$$Q_H^C = 21.18 \quad \text{МЖ} / \text{м}^3$$

$Q_H^C$  – биогазни тозалашдан олдинги қуйи ёниш иссиқлиги.

Биогаз аралашмасини нисбий зичлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\rho_{\text{смеси}} = \sum_{i=1}^n \rho_i \cdot \varphi_i \quad (5)$$

бу ерда  $\rho_{\text{смеси}}$  – биогаз аралашмасининг зичлиги;  $\rho_i$  –  $i$  таркибли аралашма зичлиги;  $\varphi_i$  –  $i$  таркибли аралашма улуши.

Биогаз органик чиқиндилардан олинганлиги сабабли унинг кимёвий таркиби табиий газдан кескин фарқ қилади. Табиий газнинг ёниш иссиқлиги қийматини ҳар хил турдаги ёнувчи газлар билан солиштириш учун  $W_{оббe}$  индекси киритилган. Турли хил метан таркибидаги биогазни ёқиш натижасида олинган иссиқлик миқдорини тавсифловчи  $W_{оббe}$  рақамини аниқлаймиз (1-жадвал).

**Биогазнинг тозалашдан кейинги кўрсаткичлари**

Биогаз таркибидаги метан ва аралашмалар нисбати, %	Қуйи ёниш иссиқлиги, МЖ/м <sup>3</sup>	Биогаз аралашмасининг зичлиги, кг/м <sup>3</sup>	Ҳоббе сони, МЖ/м <sup>3</sup>
50:50	21,18	1,237	21,06
60:40	21,56	0,916	21,45
70:30	25,13	0,855	26,73
80:20	28,69	0,79	32,60
90:10	32,26	0,72	39,83

Шундай қилиб, ҳисоб-китоблардан кўриниб турибдики, 80% ёки ундан ортиқ метан миқдорига етгунга қадар тозалашдан сўнг, биогазнинг қуйи ёниш иссиқлиги қиймати 11 МЖ/м<sup>3</sup> га ортади.

Табиий газларга қўйиладиган талабларга (ГОСТ 554287) мувофиқ ёниш иссиқлиги 39,0 МЖ/м<sup>3</sup> Ҳоббе рақамининг меърий қийматида газлар таркибининг бир жинслилиги ва ўзгарувчанлигини ҳисобга олиш учун ундан ± 5% дан кўп бўлмаган ўзгаришда бўлади.

Биогазнинг таркибида метан миқдори 80% ва ундан юқори бўлгунча тозаланганда қуйи ёниш иссиқлиги 32,26 МЖ/м<sup>3</sup> га ва зичлиги 0,72 кг/м<sup>3</sup> га ўзгарганлиги, яъни табиий газ кўрсаткичларига қўйиладиган талабларга мос келади. Шунинг учун биогаз тажриба қурилмасида тозалангандан сўнг уни транспорт воситалари ёнилғиси сифатида ишлатиш мумкин.

Диссертациянинг «**Автомобилни биогаздан фойдаланган ҳолда синовдан ўтказиш**» деб номланган учинчи бобида биогаз ёнилғисида ишловчи автомобилнинг экспериментал тадқиқотлари келтирилган.

Экспериментал тадқиқотларда ҳар хил метан таркибли биогаз учкун билан ўт олдириладиган двигателларда қўлланилиб, автомобилнинг эксплуатацион кўрсаткичларини аниқлаш қуйидаги мақсадларга асосланиб ўтказилди:

турли таркибли биогазнинг физик-кимёвий хусусиятларини лаборатория шароитида аниқлаш тадқиқотлари;

бензин ёнилғиси ва ҳар хил метан таркибли биогазда ишлайдиган учкун билан ўт олдириладиган двигателли автомобилнинг полигон тадқиқотлари;

автомобил ёнилғиси сифатида фойдаланиш хусусиятларини аниқлаш учун биогазда ишлайдиган учкун билан ўт олдириладиган двигателли автомобилни эксплуатацион кўрсаткичларини ошириш тадқиқотлари.

Экспериментал тадқиқотларни босқичма-босқич амалга ошириш турли таркибли биогаздан ёнилғиси сифатида фойдаланиш хусусиятларини ҳар томонлама ўрганишга ва оптимал вариантни аниқлашга имкон беради.

Биогаз таркибидаги ҳар хил метан миқдори двигателнинг асосий созлаш маълумотларининг ўзгармаслиги асосида аниқланди ва иссиқлик ҳисоблаш натижалари асосида ўрнатилди.

Реакторнинг чиқишида биогаз таркибидаги метан миқдори 50-70% ни ташкил қилади. Бундай таркибдаги биогаз ички ёнув двигателларида ёнилғи сифатида фойдаланиш учун яроқли эмас. Тажриба-синов қурилмасида биогазни аралашмалардан тозалаш бўйича тажрибалар бир неча бор ўтказилди ва турли фоиз метан таркибли биогаз олинди. Биогазни кальций гидрокарбонат эритмаси

билан тўлдирилган қурилмадан ўтказиш орқали турли хил таркибдаги биогаз олинган (3-расм).



3-расм. Биореактор ва экспериментал қурилманинг фотосурати ва схемаси

Реактордан олинган биогаз таркиби 67% метанни ташкил қилади. Биогазни тозалаш ускунасидан ўтказилгандан сўнг 87 ва 92% фоизли метан таркибига эга газ олинди. Хар хил таркибли биогаз олиш газнинг қурилмадан ўтиш тезлигига боғлиқ.

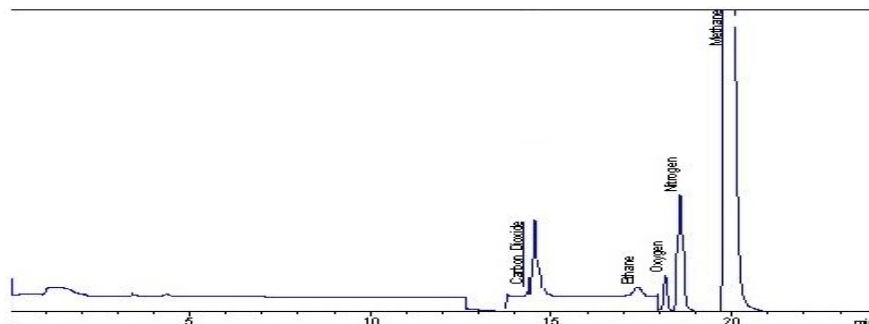
Транспорт воситаларида ишлатиладиган газ олиш учун биогаз таркибидаги аралашмаларни тозалашнинг кальций гидроксид эритмасидан (раствор) биогазни ўтказиш технологияси орқали кераксиз газлардан тозалаш қурилмасида амалга оширилди.

Биогаз таркиби «Ўзбекистон илмий-синов ва сифат назорати маркази» давлат муассасаси Жиззах филиали лабораториясининг Agilent 7890B «Газохроматограф» лаборатория ускунасида (4-расм) текширилди.



4- расм. Agilent 7890B газ хроматографи

Синов натижаларига кўра биогазни кальций гидрокарбонат эритмаси билан тўлдирилган қурилмадан ўтказиш орқали турли хил таркибдаги биогаз таркибидаги метан газининг миқдори аниқланди. Лаборатория таҳлилари натижаларига кўра таркибида метан миқдори 67%, 87 % ва 92% бўлган биогаз олинди, 5-расм.



ISO Calculation:		Metering temp 20°C	Combustion temp 20°C		101.325 kPa
Compound	RT	Area	Mole%	Hi kJ/mol	Hi kJ/mol
C6+	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00
Propane	4.417	885.8	0.53	11.69	10.76
I-Butane	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00
n-Butane	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00
I-Pentane	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00
n-Pentane	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00
Carbon Dioxide	14.471	1781.9	1.34	0.00	0.00
Ethane	17.465	4331.6	3.27	45.18	43.83
Oxygen	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00
Nitrogen	18.569	765.7	0.71	0.00	0.00
Methane	19.820	75906.0	92.64	702.70	742.88
Total				899.88	815.71

Real Gas Values	Dry	Saturated
Superior Heat Value (Mol)	900.88 kJ/mol	870.90 kJ/mol
Inferior Heat Value (Mol)	795.71 kJ/mol	634.09 kJ/mol
Mean Molecular Weight	16.91	16.95
Relative Density	0.5345	0.5300
Density	0.69 kg/m <sup>3</sup>	0.69 kg/m <sup>3</sup>
Wobbe Index (Superior)	47.69 MJ/m <sup>3</sup>	46.18 MJ/m <sup>3</sup>
Wobbe Index (Inferior)	43.94 MJ/m <sup>3</sup>	42.44 MJ/m <sup>3</sup>

**5-расм. Метан миқдори 92% бўлган биогаз таркиби**  
 («Газохроматограф» лаборатория қурилмаси таҳлили натижалари)

Кейинги тажрибалар ва синовлар Ўзбекистон Республикаси Миллий аккредитация тизимининг Давлат реестрида № UZ.AMT.07.MAI.198 рўйхатга олинган кенг қамровли ғилдиракли ва гусиницали техника ва ишлаб чиқариш маҳсулотларини синаш учун мўлжалланган “NIPO STANDART” синов марказида олиб борилган. Тадқиқотлар Пискент дала полигониди турли таркибдаги биогазлардан фойдаланган ҳолда Chevrolet Spark автомобилида ўтказилди (6-расм).

Экспериментал тадқиқотларда инжекторли таъминлаш тизимига эга бўлган автомобилда қуйидаги бензин ва биогаз ёнилғилар ишлатилган:

1. Асосий ёқилғи АИ-91 бензини;
2. Табиий газ;
3. Биогаз - таркибида метан 67 %;
4. Биогаз - таркибида метан 87 %;
5. Биогаз - таркибида метан 92 %.



А) 67% метан таркибли биогаз



Б) 87% метан таркибли биогаз





В) 92% метан таркибли биогаз



Г) «Corrsys Datron» синов мажмуаси

**6 - расм. Дала полигон синовлари.**

Автомобилнинг тортиш-тезлик хусусиятлари синовлари ГОСТ 22576-90 рақами билан рўйхатга олинган давлат стандартлари бўйича «NIPO STANDART» синов марказида ўтказилди.

2-жадвалда ўлчов воситалари ҳақида маълумотлар келтирилган ва улар ёрдамида тажриба-синов ишлари олиб борилган. Ушбу экспериментал тадқиқотлар услуби амалдаги норматив, техник ва йўриқнома ҳужжатларининг асосий қоидаларига асосланган.

2-жадвал

**Ўлчов воситалари ҳақида маълумотлар**

№ т/р	Номланиши
1	Ҳарорат ва намлик индикатори ИВТМ - 7
2	Микропроцессорли термометр ТТМ - 2
3	Анероидли барометр М-67
4	Газоанализатор ЭЛАН СО-50
5	Газоанализатор ЭЛАН NO/NO2
6	Босиб ўтилган масофа, тормозланиш масофаси, тезлик, вақт, иш ва секинланишни ўлчаш учун «Corrsys Datron» синов мажмуаси

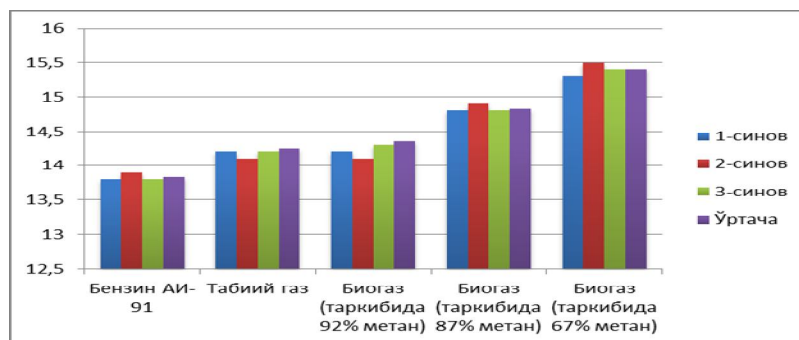
Ҳар хил турдаги ёнилғида ишлайдиган автомобилнинг максимал тезлиги ва тезланиш вақти унинг у ёки бу турдаги двигатель ёнилғисидagi солиштирма энергия кўрсаткичларини тавсифлайди. Полигон экспериментал синов жараёни пайтида турли таркибдаги биометан билан ишлаганда автомобилнинг 100 км/соат тезликка эришиш вақти аниқланди (3-жадвал).

3-жадвал

**Ҳар хил турдаги ёнилғида 100 км/соат тезликка эришиш вақти**

№ т/р	Ёнилғи тури	100 км/соат тезликка эришиш вақти			
		1-синов	2-синов	3-синов	ўртача
1	Бензин АИ-91	13,8	13,9	13,8	<b>13,8</b>
2	Табиий газ	14,2	14,1	14,2	<b>14,25</b>
3	Биогаз (метан 92 %)	14,2	14,1	14,3	<b>14,2</b>
4	Биогаз (метан 87 %)	14,8	14,9	14,8	<b>14,8</b>
5	Биогаз (метан 67 %)	16,3	16,5	16,4	<b>15,4</b>

Ҳар хил турдаги ёнилғида 100 км/соат тезликка эришиш вақтини ўтказилган учта синов натижаларини умумлаштириб диаграмма шаклида келтирамиз (7-расм).



7-расм. Ҳар хил ёнилғида 100 км/соат тезликка эришиш вақти

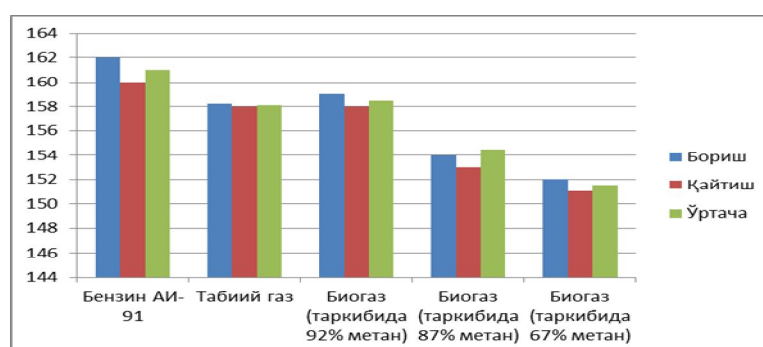
Турли таркибдаги биогазда автомобилнинг энг юқори ўртача тезлиги 4-жадвалда келтирилган. Сировлар автомобил эксплуатацион ва техник хусусиятлари, ёнилғи тежамкорлик ва тезлик режимлари ўрганиш учун ўтказилди. Олинган натижаларга кўра, назарий ҳисоб-китобларнинг тўғрилиги текширилди.

4-жадвал

#### Сиров автомобилнинг энг юқори ўртача тезлиги

№ т/р	Ёнилғи тури	Энг юқори ўртача тезлик, км/соат		
		Бориш	Келиш	Ўртача
1	Бензин АИ-91	162	160	<b>161</b>
2	Табий газ	158,2	158	<b>158,1</b>
3	Биогаз (метана 92 %)	159	158	<b>158,5</b>
4	Биогаз (метана 87 %)	154	153	<b>154,5</b>
5	Биогаз (метана 67 %)	135	136	<b>135,5</b>

Сиров автомобилнинг турли таркибдаги биогазда автомобилнинг энг юқори ўртача тезлиги бензин билан солиштирилганда диаграмма кўринишида келтирилган (8-расм).



8-расм. Автомобилнинг энг юқори ўртача тезлиги

Турли хил ёнилғида ишлайдиган автомобилнинг экологик кўрсаткичларини аниқлаш учун полигон сировлари жараёнида чиқинди газлар ишлатилган ёнилғи турига қараб чиқинди газларни зарарсизлантирувчи катализатордан олдин газоанализатор ЭЛАН СО-50 ҳамда газоанализатор ЭЛАН NO/NO<sub>2</sub> лаборатория жиҳози ўрнатилди ва таҳлил қилиш учун натижалар олинди.

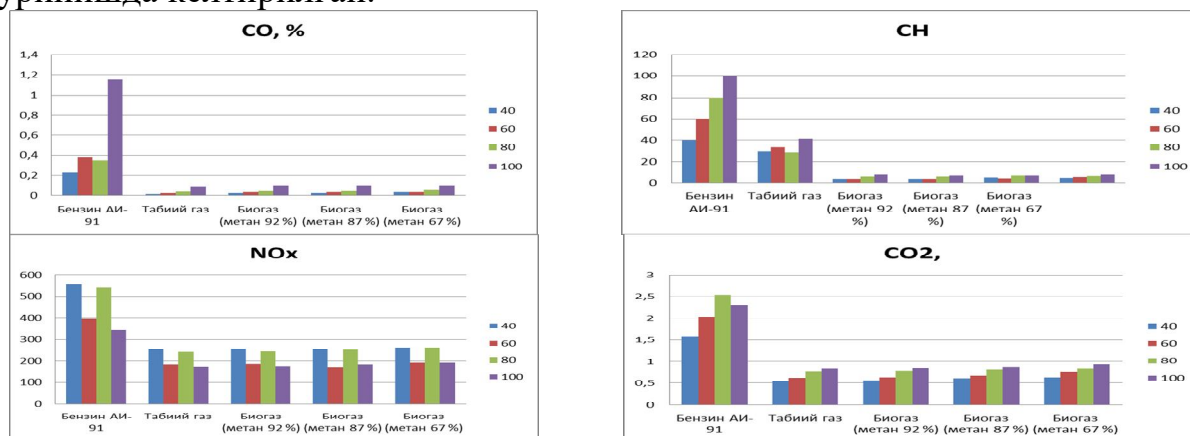
Олинган натижалар асосида белгиланган тезликларда турли таркибдаги биогазда ҳаракатланганда автомобилдан зарарли газларнинг таркиби ва миқдори 5-жадвалда келтирилган.



**Белгиланган тезликларда ҳар хил метан таркиблиги биогазда ҳаракатланганда автомобилдан зарарли газлар чиқиши**

Ёнилғи тури	CO, %				CH, чнм				NO <sub>x</sub> , чнм				O <sub>2</sub> , %				CO <sub>2</sub> , %			
	Автомобилнинг белгиланган тезликлари, км/соат																			
	40	60	80	100	40	60	80	100	40	60	80	100	40	60	80	100	40	60	80	100
Бензин АИ-91	0,23	0,38	0,35	1,15	29	33	28	41	555	397	541	343	5,48	5,45	6,01	5,83	1,58	2,04	2,54	2,30
Табийй газ	0,01	0,02	0,03	0,09	3,67	3,78	6,18	7,91	254	185	242	174	6,03	5,02	5,89	5,91	0,55	0,63	0,77	0,84
Биогаз (метан 92%)	0,02	0,03	0,04	0,1	3,7	3,8	6,2	7,1	256	187	243	176	6,04	6,03	5,90	5,10	0,56	0,64	0,78	0,85
Биогаз (метан 87%)	0,02	0,03	0,04	0,1	4,9	4,2	6,7	6,9	254	171	252	184	5,89	5,87	5,81	5,25	0,62	0,68	0,82	0,87
Биогаз (метан 67%)	0,03	0,03	0,05	0,1	4,4	5,7	6,3	7,7	263	192	263	192	5,49	5,45	5,40	5,28	0,64	0,76	0,84	0,93

Синов автомобилнинг белгиланган тезликларда ҳар хил метан таркибли биогазда ҳаракатланганда зарарли газларнинг таркиби ва миқдори график кўринишда келтирилган.



**9-расм. Зарарли газлар миқдори.**

Бундан ташқари ҳар хил метан таркибли биогазнинг ёнилғи сарфи бўйича ҳам тажрибалар ўтказилди. Ушбу тажриба «Sensus NM» ултратовушли газ ўлчагич ёрдамида амалга оширилди (7-расм).



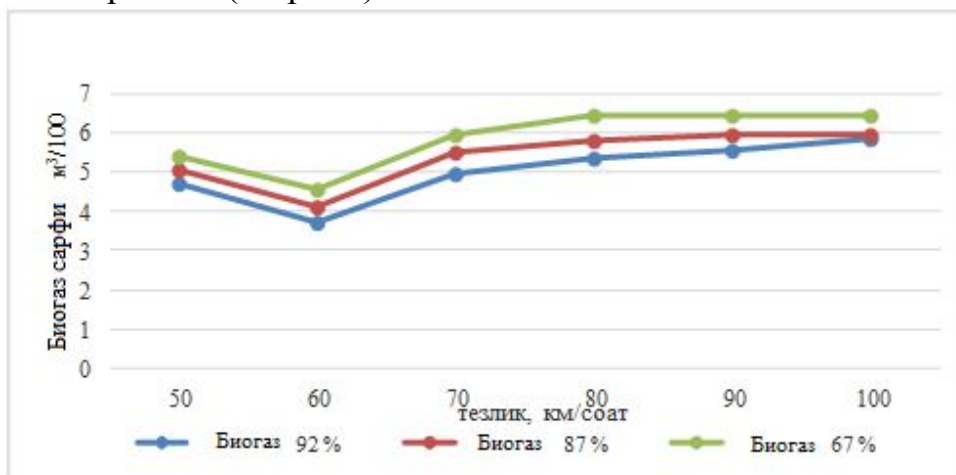
**10-расм. Ултратовушли газ ўлчагич «Sensus NM» синов воситаси**

Шунингдек, синов автомобилида турли тезликларда биогаз сарфини ҳисоблашга мўлжалланган ултратовушли «Sensus NM» синов воситасидан олинган натижалар қуйидаги жадвалда келтириб ўтилган (6-жадвал).

## Белгиланган тезликларда биогаз сарфини ҳисоблаш.

	Ўлчов бирлиги	50 км/соат	60 км/соат	70 км/соат	80 км/соат	90 км/соат	100 км/соат
Биогаз 92 %	м <sup>3</sup> /100км	4,70	3,73	4,97	5,32	5,52	5,86
Биогаз 87 %	м <sup>3</sup> /100км	5,05	4,10	5,48	5,78	5,96	5,92
Биогаз 67 %	м <sup>3</sup> /100км	5,40	4,56	5,95	6,42	6,42	6,43

Белгиланган тезликларда автомобилнинг биогаз сарфини график кўринишида келтирилган (11-расм).



11-расм. Ёнилғи сарфи графиги.

Диссертациянинг «Биогаз ёнилғисидан ишлайдиган автомобилнинг эксплуатацион хусусиятларини яхшилаш бўйича назарий ва экспериментал тадқиқотларни умумлаштириш» деб номланган тўртинчи бобида ёнилғи тежамкорлиги, автомобилнинг атроф-муҳитга зарарли таъсири кўрсаткичлари ва автомобил ички ёнув двигателларининг эксплуатацион кўрсаткичлари эксперимент ҳисоблари келтирилган.

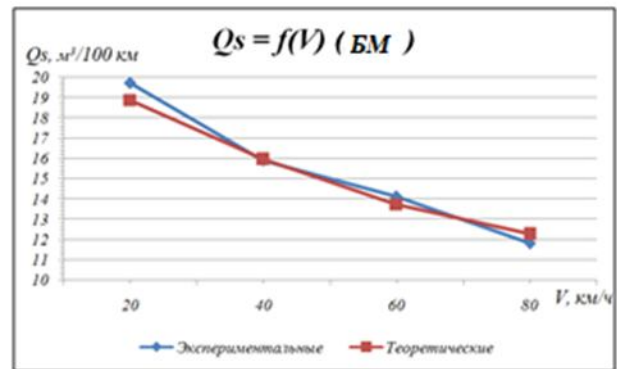
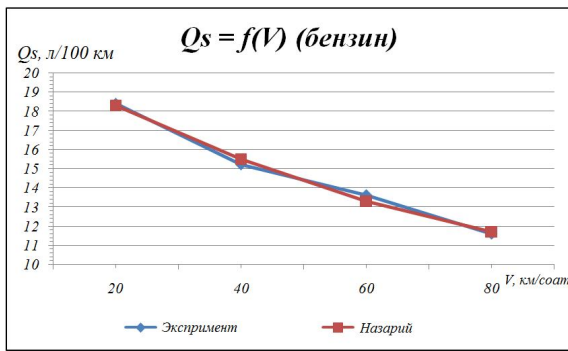
Автомобиль биогаз ёнилғисидан ҳаракатланганда  $Q_s$  ёнилғи тежамкорлигини ГОСТ 20306-90 «Транспорт воситаларининг ёнилғи тежамкорлиги» га мувофиқ экспериментал тадқиқотлар ўтказилди. Синовлар 50 дан 100 км/соат тезлик оралиғида, 10 км/соат фарқлар билан амалга оширилди. Тадқиқот натижалари қиёсий техник қонуниятлар билан солиштирилиб баҳоланган. Эксперимент натижалари тажриба-синов натижалари билан таққосланган.

Келтирилган математик қонуниятларга асосланган ҳолда энг кичик квадратлар усулидан фойдаланиб чизиқли тенгламалар тузилган бўлиб бунда 2-даражали кўпхадли тенглама асосида ёнилғи тежамкорлиги характеристикалари қийматининг  $Q_s$  барқарор ҳаракат тезлигининг  $V$  боғлиқлигини олиш имконини берди:

$$Q_s = 21.7 - 0.185 \cdot V + 0.00075 \cdot V^2 \cdot (\text{бензин}), \quad (6)$$

$$Q_s = 23.5 - 0.2 \cdot V + 0.0009 \cdot V^2 \cdot (\text{биогаз}) \quad (7)$$

Тажриба йўли билан олинган ва полиномлар (6 ва 7) орқали ҳисобланган боғлиқликларни солиштириш 12-расмда кўрсатилган.



**12-расм. Автомобилнинг барқарор ҳаракатида ёнилги тежамкорлигининг экспериментал ва ҳисобланган қийматлари**

Расмдан кўриниб турибдики,  $Q_s = f(V)$  нинг графиги эгри чизикли кўринишда ифодаланади.

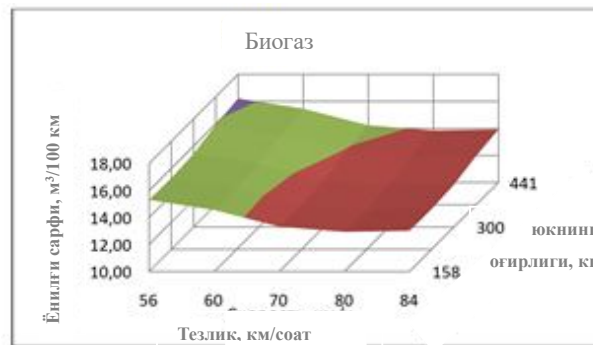
Графиклардан кўриниб турибдики, назарий ва экспериментал натижаларнинг сифат жиҳатидан яқинлашишига эришилди, яъни. экспериментал боғлиқликларнинг ўзгариши энг кичик квадратлар усули билан ишлов берилган. Оғиш қиймати  $\pm 2\%$  ни ташкил қилади.

Экспремент натижаларини қайта ишлагандан сўнг математик моделнинг тенгламаси куйидаги кўринишда ифодаланади:

$$Y_6 = 12,92 - 0,85x + 0,37x_2 + 0,49x_1^2 + 0,19x_2^2 \cdot (\text{бензин}); \quad (8)$$

$$Y_2 = 13,44 - 0,81x + 0,32x_2 + 0,42x_1^2 + 0,17x_2^2 \cdot (\text{биогаз}). \quad (9)$$

Олинган тенгламалар (8 ва 9) асосида ҳисобланган ёнилғи сарфининг автомобил тезлигига ва ташилган юк массасига боғлиқлиги 13-расмда кўрсатилган.



**13-расм. Автомобил тезлигининг ёнилги тежамкорлигига боғлиқлиги.**

Чиқинди газлардаги углерод оксиди ва углеводородларнинг таркибини аниқлаш бўйича тадқиқотлар ГОСТ 52033-2003 «Бензин двигателли автомобиллар. Чиқинди газлар билан ифлослантирувчи моддалар» га мувофиқ амалга оширилди. Техник ҳолатни баҳолашда назорат қилиш нормалари ва усуллари эса ГОСТ 17.2.02.06-99 «Табиатни муҳофаза қилиш. Атмосфера» бўйича ўтказилди. Газ баллонли транспорт воситаларининг чиқинди газларидаги углерод оксиди ва углеводородлар миқдорини ўлчаш стандартлари ва усуллари двигатель салт ишлаётганда тирсакли валнинг кичик айланишлар частотасида двигатель тезлигини оширишгача бўлган диапазонда ўлчанган.

Биогаз ёнилғисида ишлаганда транспорт воситаларининг ички ёнув двигателларининг чиқинди газлари энг зарарли компонентлар (СО, СО<sub>2</sub>, СН ва NO<sub>x</sub>) бўйича нефтдан олинган суюқ двигатель ёнилғиларида ишлайдиган ички ёнув двигателларининг ишлашига қараганда 1,3 ... 8 баравар кам эканлиги экспериментал равишда аниқланган. Шу билан бирга, кўрғошин бирикмалари, олтингугурт оксиди ва қурум каби энг зарарли моддаларнинг эмиссияси бутунлай йўқолади.

### **Автомобилнинг ёнилғи тизимини модернизация қилиш учун умумий харажатларни ҳисоблаш.**

Ўтказилган тадқиқотлар асосида газ ёнилғига мослаштирилган автомобилни ёнилғи билан таъминлаш учун кальций гидрокарбонатли қурилмадан фойдаланишни тавсия этиш мумкинлиги аниқланди.

Ушбу қурилмадан фойдаланиш биогаз ёнилғиси таркибидаги метан миқдорини 80% ва ундан юқори бўлишини таъминлай олади.

Амалий чора-тадбирларни амалга оширишнинг иқтисодий самарадорлигини баҳолаш учун харажатларни камайтириш ҳисоби келтирилган.

Техник-иқтисодий кўрсаткичлар умумэътироф этилган методология бўйича ҳисоблаб чиқилган.

Автомобилни газ ёнилғисига ўтказиш учун 3-авлод ГБО ни ўрнатиш керак. Автомобилни газ-баллон ускунасига қайта жиҳозлаш нархи 6 000 000 сўм. ГБО-ни қайта жиҳозлашнинг қопланишини аниқлаш учун биз қуйидаги формуладан фойдаланамиз:

$$O_{ГБО} = \frac{100 \cdot (Z_{ГБО} + Z_{УСТ} + Z_{ТО} + Z_{\Phi})}{(Ц_1 - Ц_2) \cdot L_{СС} \cdot P}, \quad (10)$$

бу ерда  $Z_{ГБО}$  – автомобилга ўрнатилган газ ускунасининг нархи, сўм;  $Z_{УСТ}$  – газ ускунасини ўрнатиш нархи, сўм;  $Z_{ТО}$  – кафолатни сақлаш харажатлари, сўм;  $Z_{\Phi}$  – филтр ишлаб чиқариш харажатлари, сўм;  $Ц_1$  – 1 литр АІ-92 бензинининг нархи, сўм;  $Ц_2$  – 1 куб метр биогаз нархи, сўм;  $L_{СС}$  – автомобилнинг ўртача кунлик юрган масофаси, км/кун;  $P$  – автомобилнинг 100 км масофага бензин сарфи, л.

9-жадвалда автомобил газ баллон ускунасининг ўрнатиш учун кетган харажатлар ва унинг қопланишининг иқтисодий кўрсаткичлари келтирилган.

9-жадвал

### **Иқтисодий кўрсаткичлар**

<b>№</b>	<b>Номланиши</b>	<b>Белгиланиши</b>	<b>Қиймати</b>
1	автомобилга ўрнатилган газ ускунасининг нархи, сўм	$Z_{ГБО}$	5 000 000
2	газ ускунасини ўрнатиш нархи, сўм	$Z_{УСТ}$	1 000 000
3	кафолатни сақлаш харажатлари, сўм	$Z_{ТО}$	500 000
4	филтр ишлаб чиқариш харажатлари, сўм	$Z_{\Phi}$	2 350 000
5	1 литр АІ-92 бензинининг нархи, сўм	$Ц_1$	9 200
6	1 куб метр биогаз нархи, сўм	$Ц_2$	600
7	автомобилнинг 100 км масофага бензин сарфи, л.	$P$	10

8	автомобилнинг ўртача кунлик юрган масофаси, км/кун	$L_{cc}$	100
9	автомобил газ баллон ускунасининг қопланиш муддати		6 ой

\*  $1 \text{ м}^3$  биогаз нархи “Олтин осие Инвест” фермер хўжалигининг таннарх калькуляциясидан олинган.

Шундай қилиб, тўрт цилиндрли автомобилга ўрнатилган газ баллон ускунасининг қопланиш муддати 6 ой.

Ўтказилган тадқиқотлар доирасида автомобилларни биогаз ёнилғисига ўтказишнинг иқтисодий асосланишини ҳисоблаш амалга оширилди ва автомобилларни биогаз ёнилғисига ишлашга ўтказиш учун капитал қўйилмаларнинг олинган молиявий натижалари аниқ кўрсатилган. Ҳисоб-китоблардан кўриниб турибдики, инвестиция қилинган капитал қўйилмалар миқдори ёнилғи харажатларини тежаш туфайли қисқа вақт ичида тўлиқ қопланади ва енгил автомобиллар паркани сақлашнинг умумий нархини йилига 20 фоизга камайтиради.

## УМУМИЙ ХУЛОСАЛАР

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий даражасини олиш учун ёзилган «**Автомобилларнинг эксплуатацион кўрсаткичларини яхшилаш учун биогазлар таркибини танлаш ва самарадорлигини ошириш**» мавзусидаги диссертация иши бўйича олиб борилган изланишлар натижасида қуйидаги хулоса ва тавсиялар белгиланди:

1. Биогазни кераксиз газлардан тозалашнинг кальций гидрокарбонат эритмасидан (раствор) биогазни ўтказиш абсорбцияси технологияси орқали биогаз таркибидаги метан фоизини ошириш усули такомиллаштирилди. Бу билан биогазни темир кукуни ва сувли фильтрлардан ўтказиш технологияларидан афзаллиги аниқланди.

2. Метан миқдори 80% ва ундан юқори бўлгунча тозалаш қуйи ёниш иссиқлиги 32,26 МЖ/м<sup>3</sup> га ва биогаз аралашмасининг зичлиги 0,72 кг/м<sup>3</sup> га эришилган, бу билан табиий газ кўрсаткичларига қўйиладиган талабларга мос келиши ва уни транспорт воситалари ёнилғиси сифатида ишлатиш мумкинлиги асосланган.

3. Экспериментал тадқиқотларнинг лаборатория босқичида ҳар-хил метан таркибли (67%, 87% ва 92%) биогаз сифатининг асосий кўрсаткичлари ҳисобланди ва экспериментал тарзда аниқланди, полигон босқичида бензин ёнилғиси, табиий газ ва ҳар хил метан таркибли биогаз билан ишлайдиган Спарк автомобилининг тезлик, тезланиш ҳамда экологик кўрсаткичларини аниқланди, эксплуатацион босқичда реал шароитларда ҳар-хил метан таркибли биогаздан фойдаланиш хусусиятларини ўрганилди.

4. Биогазни двигатель ёнилғиси сифатида ишлатишда самарали қувват ( $N_e$ ), самарали айлантирувчи момент ( $M_e$ ) ва ёнилғининг солиштирма сарфи ( $g_e$ ) асосий кўрсаткичлар ҳисобланганлиги сабабли қувват ва айлантирувчи моментни сақлаб қолиш учун газ двигателининг иш жараёнини компьютер технологиялари воситасида автоматик ростлаш, натижаларга экспериментал ва математик-статистик усуллар билан ишлов бериш таҳлил қилинди ва двигателнинг ташқи тезлик характеристикаси ишлаб чиқилди.

Олиб борилган “Автомобилларнинг эксплуатацион кўрсаткичларини яхшилаш учун биогазлар таркибини танлаш ва самарадорлигини ошириш” мавзусидаги илмий тадқиқот иши бўйича **тавсия ва таклифлар**:

1. Республикамизнинг чекка ҳудудларида автотранспорт воситаларини ёнилғи билан таъминлаш мақсадида турли хил органик чиқиндилардан биогаз ажратиб олиш технологияларидан фойдаланишни кенг йўлга қўйиш мақсадга мувофиқ.

2. Биогаз ёнилғисидан нафақат автотранспорт воситаларида балки, қишлоқ хўжалиги машиналари ва мақсадларда ҳам фойдаланиш энергия ва экологик самарадорликни ҳамда харажатларни камайтиришга имкон беради.

3. Биогазнинг кераксиз газлардан тозалаш технологияларнинг янги инновацион усулларини ишлаб чиқиш мақсадга мувофиқдир.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/03.12.2019.Т.03.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ АНДИЖАНСКОМ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ДЖИЗАКСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**СУВАНКУЛОВ ШЕРАЛИ АБДУМАННАНОВИЧ**

**УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
АВТОМОБИЛЕЙ ПОДБОРОМ СОСТАВА И ПОВЫШЕНИЕМ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОГАЗА**

**05.08.06 – Колесные и гусеничные машины и их эксплуатация**

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

**Андижан-2022**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2020.2.PhD/Т1676.**

Диссертация выполнена в Джизакском политехническом институте.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) на веб-сайта научного совета ([www.andmuedu.uz](http://www.andmuedu.uz)) и в информационно-образовательном портале «Ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Базаров Бахтиёр Имамович**

доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Джумабаев Алижон Бакишевич**

доктор технических наук, профессор

**Мирзаев Баходир Нуриддинович**

кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация:

**Наманганский инженерно-строительный институт**

Защита диссертации состоится «30» ноября 2022 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета PhD.03/30.09.2020.Т.124.01 при Андижанский машиностроительный институте (Адрес: 170119, г. Андижан, улица Бабур Шах, 56. Тел./факс: (+99874) 223-43-67, e-mail: [info@andmiedu.uz](mailto:info@andmiedu.uz))

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Андижанский машиностроительный института (зарегистрирована № 7). (Адрес: 170119, г. Андижан, улица Бабур Шах, 56. Тел./факс: (+99874) 223-43-67, e-mail: [andmi-arm@umail.uz](mailto:andmi-arm@umail.uz))

Автореферат диссертации разослан «15» ноября 2022 года.  
(реестр Протокола рассылки № 7 от «15» ноября 2022 года).

**У.М. Турдалиев**

Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор.

**Х.У. Акбаров**

Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, кандидат технических наук, доцент.

**К. Қосимов**

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор.



## **ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора философии)**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В настоящее время в мире насчитывается около 3 млрд автомобилей, оснащенные двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Причем во всем мире ежегодно производится примерно 90 млн единиц автомобилей с ДВС. Увеличение количества автомобилей, оснащенных ДВС, из года в год привело к увеличению спроса на различные виды моторных топлив. В настоящее время объем разведанных запасов газа, составляет 179,4 трлн куб. м, а средние запасы газа оцениваются в 56 лет, объем запасов нефти составляет 240 млрд. т, а средние запасы, по прогнозам, хватят примерно на 52 года без изменения объема потребления в год. В сложившихся условиях-динамичный рост количества производимых и эксплуатируемых автомобилей с одной стороны, и ограниченный природный запас топливно-энергетических ресурсов с другой стороны, вопросы использования альтернативного экологически чистого моторного топлива, заменяющих нефтяных энергоисточников, без кардинального изменения технологии производства и эксплуатации автомобилей, приобретает все большую актуальность.

В мире широко проводятся исследования, направленные на поиск, испытания, внедрение и использование различных видов альтернативных видов моторных топлив не нефтяного происхождения. Мировой парк, использующий природный газ в качестве моторного топлива, ежегодно увеличивается на 25-30%, а в мире эксплуатируется более 24 млн автомобилей на этом виде топлива. В этом направлении особое внимание уделяется разработкам, направленным на получение альтернативных моторных топлив из возобновляемых ресурсов.

В Республике Узбекистан также придается особое внимание задачам обеспечения выпускаемых и эксплуатируемых транспортных средств экологически чистыми альтернативными видами моторных топлив, особенно из возобновляемых ресурсов. В мерах по сокращению зависимости отраслей экономики от топливно-энергетической продукции особое внимание уделяется вопросам «...широкому внедрению энергосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии<sup>2</sup>...». При выполнении данных задач, в частности, при использовании на автомобилях энергоисточников из биологических ресурсов, важное значение приобретает повышение эксплуатационных показателей транспортных средств, работающих на данных видах топлив.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнения задач, определенных в Законах Республики Узбекистан «О рациональном использовании энергии» (1997), «Об использовании возобновляемых источников энергии» (2019), в Указе президента Республики Узбекистан 22 августа 2019 года № ПП-4422 «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии», в Постановление кабинета министров республики Узбекистан 20

---

<sup>2</sup> Постановление президента Республики Узбекистан от 10.07.2020 г. № пп-4779 «О дополнительных мерах по сокращению зависимости отраслей экономики от топливно-энергетической продукции путем повышения энергоэффективности экономики и задействования имеющихся ресурсов»

октября 2018 года № 841 «О мерах по реализации национальных целей и задач в области устойчивого развития на период до 2030 года», касательно использованию альтернативных энергоисточников для транспорта, а также других нормативно-правовых актов данной сферы, включающих в себя множество проблем, таких как повышение эксплуатационных показателей автомобилей использованием биогаза различного состава, является целью данных диссертационных исследований.

**Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II «Энергетика, энерго-и ресурсосбережение».

**Степень изученности проблемы.** Исследования в области применения биогаза в качестве моторного топлива проводились учеными нашей страны и зарубежных стран.

Зарубежные ученые К.Уокер, Б.Эдер, Д.Келесс, М.Ларсан, С.А.Салман, Э.Ризен, Э.Грегеби, А.Блимберг работали над проблемами получения биогаза, его очистки и использования в качестве энергетического источника.

В стран СНГ ученые В.И.Ерохов, Н.В.Петров, С.А.Фролов, А.С.Клементьев, И.И.Тимченко, Д.Рамадан проводили научные исследования в области применения биогаза в качестве топлива для энергетических установок а также топлива для двигателей внутреннего сгорания.

В нашей республике ряд ученых А.У. Салимов, Ш.Ж. Имомов, Б.И. Базаров, С.А. Калаулов, А.Х. Васидов и другие ученые вели исследовательскую работу по использованию различных газообразных топлив в качестве моторного топлива. Но в работах вышеуказанных ученых недостаточно освещены вопросы эффективной очистки биогаза, а также не освещены методы использования биогаза различного состава в качестве моторного топлива для автомобилей с двигателем внутреннего сгорания искрового зажигания.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательской работы высшего учебного заведения.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Джизакского политехнического института № 216/2018 «Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей подбором состава и повышением эффективности биогаза» (2018-2021).

**Цель исследования** состоит в подборе состава биогаза и повышении его эффективности с целью улучшения эксплуатационных характеристик автомобилей.

**Задачи исследования:**

ознакомиться с научной работой ученых, которые проводили исследования в этом направлении и усовершенствовали технологию очистки биогаза от ненужных газов с целью получения газа, который можно использовать в качестве топлива в транспортных средствах;

разработка метода выбора компонентного состава биогаза, учитывающий минимально допустимое значение его низшей теплотворной способности;

разработка метода расчета тяговых и топливно-скоростных показателей

автомобиля, работающего на биогазе компонентного состава с различным содержанием метана;

на основе экспериментальных и математических расчетов установить зависимость, характеризующая закономерности изменения значений скорости движения автомобиля на биогазе при базовых регулировочных параметрах системы управления.

**Объектом исследования** являлись автомобиль марки Chevrolet Spark оборудованный газбалон обогудованием ГБО.

**Предмет исследования** эксплуатационные показатели автомобиля, работающего на биогазе.

**Методы исследования.** В исследовании использовались статистические и математические законы, стендовые эксперименты, лабораторные, экспериментальные и теоретические и методы определения физико-химических, эксплуатационных свойств биогазового топлив.

Экспериментальные исследования выполнены на испытательном полигоне с использованием стандартных методик, с использованием контрольно-измерительной аппаратуры на основании нормативных документов по проведению исследований топливной экономичности, тягово-скоростных свойств и выброса токсичных веществ автомобилей. Итоговая обработка результатов экспериментальных исследований проводилась на специализированном компьютерном программном обеспечении с использованием методов математической статистики.

**Научная новизна** исследования заключается в следующем:

для использования биогаза в качестве моторного топлива разработана технология абсорбционной очистки из раствора бикарбоната кальция (раствор) и достигнуто увеличение процентного содержания метана в биогазе;

установлен компонентного состава биогаза, учитывающий минимально допустимое значение его низшей теплотворной способности;

установлена максимальная скорость и ускорение автомобиля, работающего на биогазе, топливная экономичность и экологические показатели двигателя, помощью тестовых комплексов "Corrsys Datron", "Sensus NM" и "Элан СО-50" в испытательном центре "NIPO standard".

определен оптимальный угол опережения зажигания, для уменьшения показателей вредного воздействия автомобиля на окружающую среду и улучшения эксплуатационных показателей автомобильных двигателей внутреннего сгорания

**Практические результаты исследования** заключается в следующем:

для получения биогаза требуемого состава разработано устройство для его очистки от углекислого газа;

были выявлены преимущества использования биогаза для двигателей внутреннего сгорания по сравнению с природным газом, а также нефтяным топливом.

обоснованны научно-технические принципы использования биогаза для снижения их токсичности, повышения экологической безопасности и экономии топлива.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследований подтверждается тем, что исследования проведены с использованием современных методов и средств измерения. Теоретические положения, которые разработаны с использованием основных положений теории подобия и математической теории планирования эксперимента подтверждены результатами экспериментальных исследований.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования**

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке усовершенствован метода расчета тяговых и топливно-скоростных показателей автомобиля, работающего на биогазе различного компонентного состава, разработке метода выбора компонентного состава биомената, учитывающий минимально допустимое значение его низшей теплотворной способности, определение зависимости, характеризующей закономерности изменения значений скорости движения автомобиля на биогазе при базовых регулировочных параметрах системы управления.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке и практической реализации конструкции установки по очистке биогаза от примесей до биогаза пригодного для использования в качестве моторного топлива для ДВС, определен оптимальный состав биогаза для использования в качестве моторного топлива. Все это привело к снижению себестоимости и повышению эксплуатационных показателей автомобиля

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных исследований по повышению показателей тягово-скоростной и топливной эффективности транспортных средств с использованием биогаза различного состава:

Биогаз полученный после очистки от примесей для получения биогаза, используемого в транспортных средствах, был исследован в лаборатории Джизакской отраслевой лаборатории государственного учреждения «Центр научных испытаний и контроля качества Узбекистана» на газохроматографе «Agilent 7890B» и использован в качестве моторного топлива на автотранспортной технике в Ховасском районе Сырдарьинской области ООО «Олтин Осиё инвест» и Форишском районе Джизакской области на базе фермерского хозяйства «Синдорбек» (Справка Министерства транспорта Республики Узбекистан от 15 февраля 2022 года № 2/796-842)).

**Апробация результатов исследования.** Основные положения диссертации докладывались и получили одобрение на 3-х международных и 4 республиканских конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 15 научных работ. В научных изданиях, рекомендованных высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан опубликовано 4 статей. Из них 2 в республиканских, 2 в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, выводов и заключения, списка использованной литературы, приложения. Объем диссертации составляет 116 страниц.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность исследования, сформулированы цели и задачи исследования, охарактеризованы объект и предмет исследования, показано соответствие темы диссертации приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, изложены научная новизна и основные результаты, раскрыты научное и практическое значения исследования, обоснована достоверность полученных результатов, даны сведения о внедрении результатов исследования в производство, публикациях и структуре диссертации.

В первой главе «Анализ использования биогаза(биогаза) в качестве моторного топлива» выполнен обзор и анализ технологий получения и использования биогаза в качестве моторного топлива. Описаны установки для получения биогаза. Приведено описание экспериментальной газовой установки для очистки и повышения процентного содержания метана в биогазе для использования его в качестве моторного топлива.

Согласно стратегии инновационного развития Республики Узбекистан, к 2025 году планируется увеличить производство электроэнергии более чем на 20% с использованием возобновляемых и альтернативных источников энергии. В долгосрочной перспективе, до 2030 года, была поставлена задача довести производство электроэнергии до 120 млрд кВт/ч, и одним из основных направлений реализации этой задачи является развитие альтернативной энергетики и возобновляемых ресурсов.

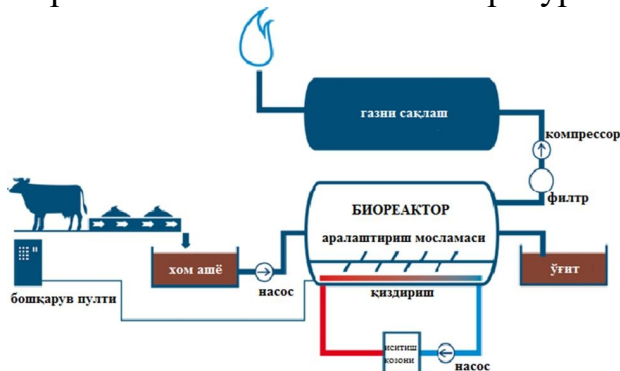


Рис. 1. Установка по получению биогаза

Технология переработки органических отходов позволяет не только решить проблему их переработки, но и получить экологически чистое топливо, отличное от бензина или дизельного топлива, которое является дополнительным источником энергии для сельскохозяйственных двигателей. При этом одним из основных продуктов технологии извлечения биогаза является высококачественное органическое удобрение.

Анализ мирового опыта использования биогаза в качестве моторного топлива показывает, что это топливо является одним из наиболее перспективных заменителей добываемых углеводородных топлив.

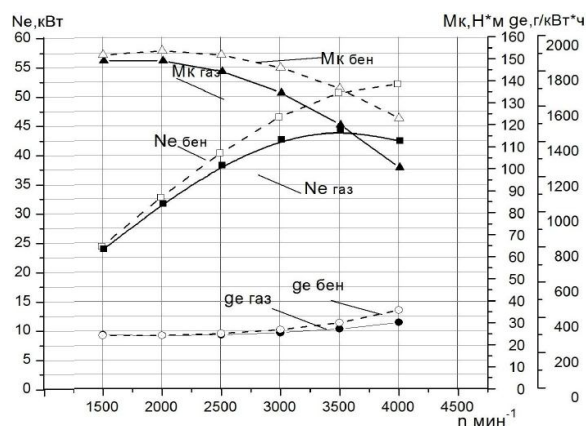
Актуальной проблемой обеспечения отдаленных регионов Республики дополнительными услугами является поиск дополнительных решений. В связи с

этим было показано, что производство биогаза из местных сырья является одной из наиболее эффективных альтернатив транспортировке углеводородного топлива в эти регионы.

Согласно информации из многочисленных научных источников, биогаз требует тщательной очистки перед его использованием в качестве топлива для ДВС. Анализ существующих методов показал, что для отдаленных районов республики Узбекистан наиболее дешевым и перспективным способом очистки и обогащения биогаза является применение установок с использованием гидрокарбоната кальция в качестве очистителя состава биогаза.

Во второй главе «Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей использованием биогазов различного состава» приведены теоретические основы улучшения эксплуатационных показателей автомобилей использованием биогаза различного состава.

Для преодоления нагрузок автомобили должны развивать оптимальный крутящий момент и эффективную мощность, так как на режимы работы максимальной нагрузки и крутящего момента приходится до 30%. В ходе проведения исследований были выполнены теоретические исследования для определения технико-экономических показателей автомобилей, работающих на бензине и газе, была построена внешняя скоростная характеристика двигателя автомобиля в диапазоне скоростного режима от максимального крутящего момента до максимальной мощности (рисунок 1).



**Рис. 1. Теоретическая внешняя скоростная характеристика двигателя:**  
*Ne бен, Ne газ – эффективная мощность двигателя при работе на бензине и газе, кВт; Mk бен, Mk газ – крутящий момент двигателя при работе на бензине и газе, Н\*м; ge бен, ge газ – эффективный удельный расход топлива при работе на бензине и газе, г/кВт\*ч*

Первоначально выполнены теоретические расчёты по определению технико-экономических показателей двигателя автомобилей, работающих на биогазе и на бензине.

Эффективная мощность двигателя в условиях скоростной характеристики описывается выражением:

$$N_{ex} = N_s \frac{n_x}{n_N} \left[ 1 + \frac{n_x}{n_N} - \left( \frac{n_x}{n_N} \right)^2 \right], \quad (1)$$

где  $N_{ex}$ -текущая средняя эффективная мощность, кВт;  $N_s$ -номинальная средняя мощность, кВт;  $n_x$ -текущая частота вращения коленчатого вала, мин<sup>-1</sup>;  $n_N$ -номинальная частота вращения коленчатого вала, мин<sup>-1</sup>.

Удельный расход топлива рассчитывается по формуле:

$$g_{ex} = g_{en} \left[ 1.2 - 1.2 \frac{n_H}{n_N} + \left( \frac{n_H}{n_N} \right)^2 \right], \quad (2)$$

где  $g_{ex}$  - удельный эффективный расход топлива, г/кВт ч.

При проведении расчета теплотворности биогаза, отсутствие химических связей между горючими компонентами в биогазовом топливе, дает возможность расчета количества теплоты сгорания биогазового топлива по принципу аддитивности. С помощью эмпирической формулы Д.И. Менделеева можно рассчитать низшую теплотворную способность при нормальных условиях (273.16 К и 101 кПа).

$$Q_H = \alpha C + \beta H + \gamma S - \delta O - \mu W \quad (3)$$

где  $C, H, S, W$  - процентное содержание в горючем веществе водорода, углерода, серы и влаги, %  $O$  - процентное содержание азота и кислорода в горючем веществе,  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \mu$  - эмпирические коэффициенты

Исходя из состава полученного биогаза по формуле определяем низшую теплоту сгорания:

$$Q_H^C = Q_{HCO_2}^C * \varphi_{CO_2} + Q_{HCN_4}^C * \varphi_{CN_4} + Q_{H_2}^C * \varphi_{H_2} + Q_{HC_2H_4}^C * \varphi_{C_2H_4} + \\ + Q_{HC_4H_{10}}^C * \varphi_{C_4H_{10}} + Q_{HC_6H_8}^C * \varphi_{C_6H_8} + Q_{HC_6H_{14}}^C * \varphi_{C_6H_{14}} + Q_{HC_2H_6}^C * \varphi_{C_2H_6} - \\ - Q_{HN_2S}^C * \varphi_{N_2S} \quad (4)$$

Низшую теплоту сгорания биогаза до очистки получаем, подставляя объемные доли компонентов биогаза:

$$Q_H^C = 21.18 \text{ МДж/м}^3$$

$Q_H^C$  - низшая теплота сгорания биогаза до очистки

Вычисляем по формуле относительную плотность биогазовой смеси:

$$\rho_{смеси} = \sum_{i=1}^n \rho_i * \varphi_i, \quad (5)$$

где  $\rho_{смеси}$  - плотность биогазовой смеси;  $\rho_i$  - плотность  $i$ -го компонента смеси;  $\varphi_i$  - доля  $i$ -го компонента смеси

Так как биогаз образуется из органических сырья, его химический состав может сильно отличается. При этом появилась необходимость сравнения теплотворности природного газа с различными видами газов введено Число Воббе (Wobbe index). Число Воббе, характеризует постоянство теплового потока, которое получается при сгорании биогаза с разным содержанием метана:

Таблица № 1.

**Расчетные характеристики биогаза после очистки.**

% Соотношение концентрации метана и примесей.	Низшая теплота сгорания, МДж/м <sup>3</sup>	Плотность биогазовой смеси, кг/м <sup>3</sup>	Число Воббе, МДж/м <sup>3</sup>
50:50	21.181	1.2372	21.06
60:40	21.562	0.9161	21.45
70:30	25.131	0.8553	26.73
80:20	28.693	0.794	32.60
90:10	32.261	0.722	39.83

По результатам расчета видно, что в результате очистки установкой до содержания метана в биогазе 80 и более % низшая теплота сгорания увеличилась на 11.078 МДж/м<sup>3</sup>.

Требования, предъявляемые к природному газу (ГОСТ 554287) устанавливают номинальное значение числа Воббе с максимальным отклонением от него не более  $\pm 5\%$ , необходимого для учета неоднородности и непостоянства состава природных газов 39400-52000 МДж/м<sup>3</sup>.

Эксплуатационные характеристики очищенного биогаза до содержания метана 80 % и более считаются соответствующими требованиям, которые предъявляются к природным газам. Что означает что после очистки биогаза в экспериментальной установке можно использовать его в качестве моторного топлива.

В третьей главе «Испытания автомобиля использованием биогазов различного состава» приведены экспериментальные исследования автомобиля с использованием биогаза.

Экспериментальные исследования проведены для подтверждения расчетных и теоретических исследований, направленные на повышение эксплуатационных показателей автомобиля с ДВС, работающем на биогазе различного состава.

Исходя из этого задачами проводимых экспериментальных исследований являлись:

- физико-химические лабораторные исследования свойств биогаза различного состава;

- полигонные исследования легкового автомобиля с двигателем искрового зажигания, работающего на базовом топливе и биогазе различного состава;

- эксплуатационные исследования легкового автомобиля с двигателем искрового зажигания, работающим на биогазе, для выявления особенностей их использования в качестве моторного топлива.

проведение вышеуказанных исследований дает возможность изучения особенностей использования биогаза различного состава в качестве моторного топлива и определить его оптимальный состав.

Расчетно-экспериментальное определение физико-химических свойств биогаза проводилось по основным показателям качества: октановое число, метановое число, стабильность и др.

В процессе полигонных исследований определения экологических показателей легкового автомобиля, работающего на различных топливах отбор выхлопных газов для анализа, производился до нейтрализатора-катализатора в целях оценки уровня его нагрузки в зависимости от вида используемого топлива.

Различное содержание метана в составе биогаза определялось исходя из неизменности базовых регулировочных данных двигателя и устанавливались по результатам теплового расчета.

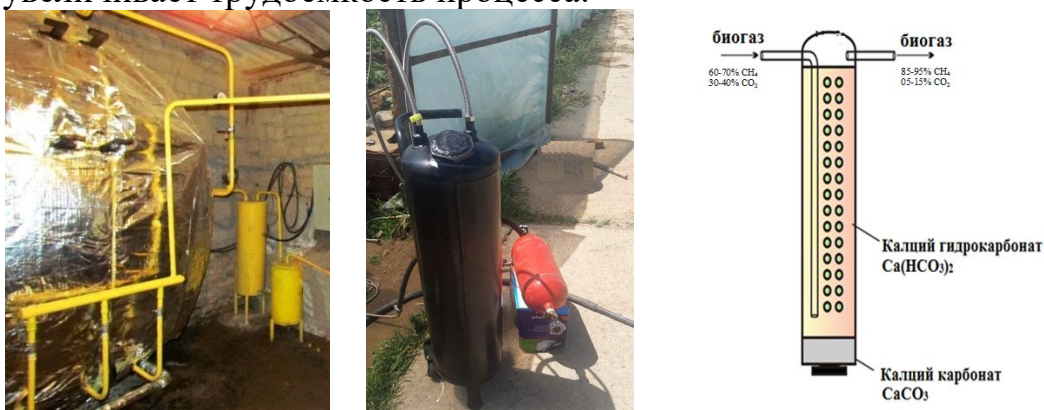
В экспериментальных исследованиях приняты следующие базовые и биогазовые моторные топлива с инжекторными системами питания:

1. Сравнимое базовое топливо - Бензин АИ-91;
2. Биогаз с содержанием метана 67%;
3. Биогаз с содержанием метана 87%;
4. Биогаз с содержанием метана 92%.



На базе фермерских хозяйства «Олтин Осиё инвест» в Хавастском районе Сырдарьинской области и базе фермерских хозяйства «Синдорбек» в Фаришском районе Джизакской области установлена установка по переработке навоза в биогаз (рис 2).

На выходе из реактора содержание метана составляет 55-60 %. Биогаз с таким содержанием метана не пригоден для применения в качестве моторного топлива в ДВС. Разработана установка по очистке биогаза (рис.3) На опытной установке по очистке биогаза от примесей были проведены эксперименты и получен биогаз с различным процентным содержанием метана. Биогаз с различным содержанием метана получен прогонкой биогаза через установку. Так испытательный образец установки по очистке биогаза имеет небольшие размеры появилась необходимость прогонки биогаза в несколько этапов, что в свою очередь увеличивает трудоемкость процесса.

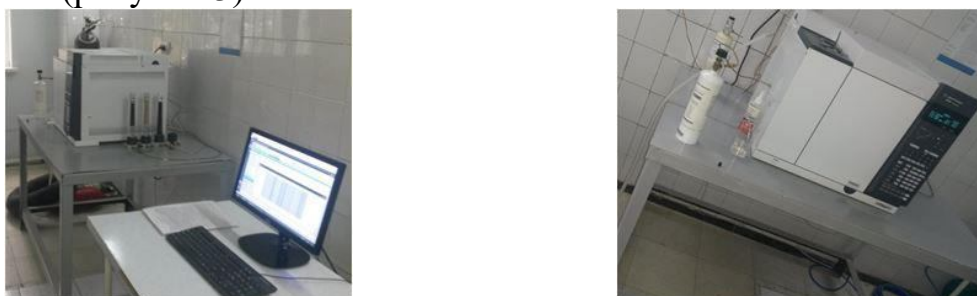


**Рис 2. Фото и схема экспериментальной установки**

Содержание биогаза после выхода из реактора составляет 67% метана. После прогонки через установку для очистки биогаза был получен биогаз с процентным содержанием метана 87 и 92%. Получение биогаза с различным содержанием зависит от скорости прохождения биогаза через устройство.

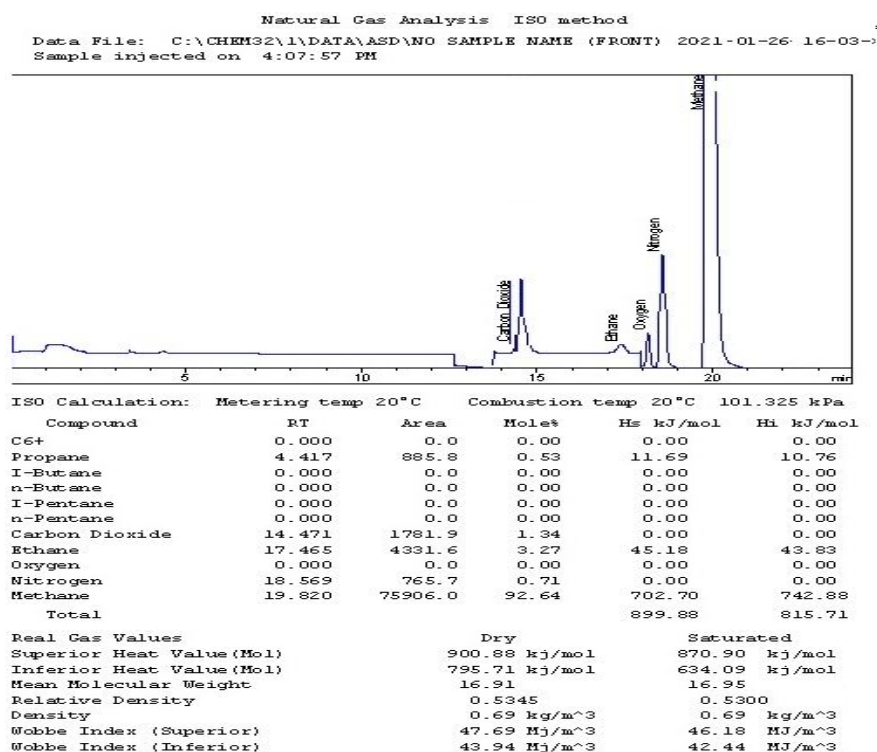
Устройство для очистки биогаза от ненужных газов посредством технологии абсорбции биогаза из раствора гидроксида кальция (раствор) для получения биогаза, используемого в транспортных средствах, было протестировано в лаборатории Agilent 7890В «Газохроматограф» Джизакского филиала государственного учреждения «Научно-испытательного и контрольного центра качества Узбекистана».

Состав биогаза был проверен на лабораторном оборудовании Agilent 7890В «Газохроматограф» лаборатории Джизакского филиала государственного учреждения «Научно-испытательный центр и центр контроля качества Узбекистана» (рисунок 3).



**Рси. 3. Лабораторный газохроматограф.**

Согласно результатам лабораторного анализа, содержание метана составило 67%, 87% и 92% соответственно. 4-рис



**Рис. 4. биогаз с содержанием метана 92 %**

В экспериментальных исследованиях в автомобиле с инжекторной системой подачи топлива использовались следующие виды топлива: бензин и биогаз:

1. Базовое топливо - бензин марки АИ-91;
2. Биогаз - с содержанием метана 67%;
3. Биогаз - с содержанием метана 87%;
4. Биогаз - с содержанием метана 92%.

Дальнейшие эксперименты и испытания проводились с регистрацией испытаний на оборудовании «Комплексный испытательный центра» «Колесная, гусеничная техника и производственное оборудование» при ООО «НИРО STANDART» Свидетельство об аккредитации на техническую компетентность и независимость зарегистрировано в Государственном Реестре Национальной Системы Аккредитации Республики Узбекистан № UZ.AMT.07.MAI.198. Исследование проводилось на автомобиле Chevrolet Spark с использованием биогаза различного состава



A)



B)



В)



Г)

**Рис. 5. Проведение полигонных испытаний**

Тягово-скоростные испытания автомобиля проведены на Пискентском автополигоне в соответствии с ГОСТ 22576-90 (рис 5).

Информация о средствах измерения приведена при помощи которых проведены полигонные испытания в таблице 2.

Таблица 2

**Информация об средствах измерения**

№ п/п	Наименование
1	Индикатор влажности и температуры ИВТМ – 7
2	Термоанемометр микропроцессорный ТТМ - 2
3	Барометр aneroid M-67
4	Газоанализатор ЭЛАН СО-50
5	Газоанализатор ЭЛАН NO/NO2
6	Испытательный комплекс «Corrsys Datron» для измерения пройденного и тормозного пути, скорости, времени, замедления и ускорения

Информация об оценке времени разгона до 100 км/ч на разных видах топлива приведены в таблице 3. время разгона и максимальная скорость автомобиля, с использованием различных видов топлива показывают его сравнительные энергетические показатели на исследуемых видах моторного топлива. В связи с этим при полигонных исследованиях автомобиля были получены следующие показатели.

Таблица 3

**Оценка времени разгона до 100 км/ч на разных видах топлива.**

№ п/п	Вид топлива	Время разгона до 100 km/h, s			
		1	2	3	Среднее
1	Бензин АИ-91	13,8	13,9	13,8	<b>13,83</b>
2	Биогаз (с содержанием метана 92 %)	14,2	14,1	14,3	<b>14,2</b>
3	Биогаз (с содержанием метана 87 %)	14,8	14,9	14,8	<b>14,83</b>
4	Биогаз (с содержанием метана 67 %)	16,3	16,5	16,4	<b>15,4</b>

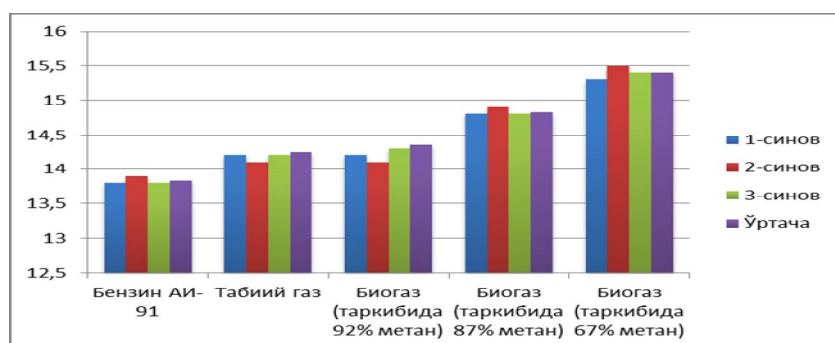


Рис-6. Диаграмма времени разгона до 100 км/ч на разных видах топлива

Оценка времени разгона до 100 км/ч на разных видах топлива приведены в таблице 4.

Таблица 4

#### Оценка максимальной скорости на разных видах топлива

№ п/п	Вид топлива	Максимальная скорость, км/ч		
		В прямом	В обратном	Среднее
1	Бензин АИ-91	162	160	161
3	Биогаз (с содержанием метана 92 %)	159	158	158,5
4	Биогаз (с содержанием метана 87 %)	154	153	154,5
5	Биогаз (с содержанием метана 67 %)	135	136	135,5

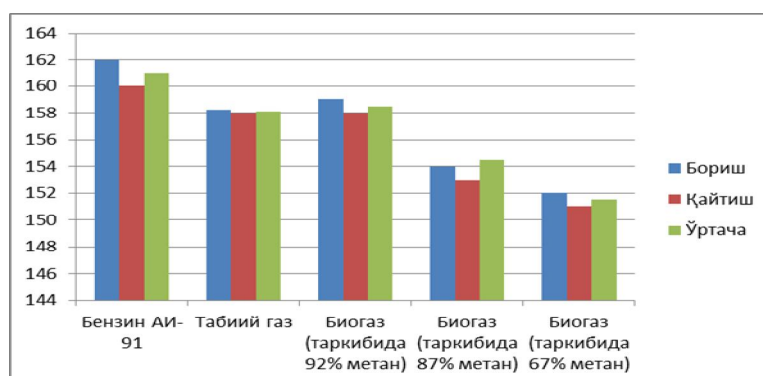


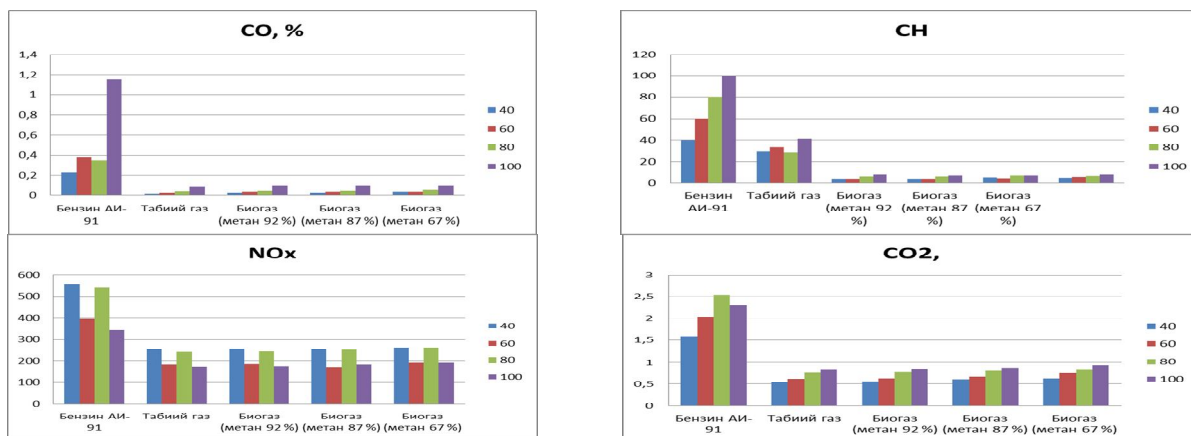
Рис 7 Диаграмма максимално скорости автомобиля на различных видах топлива

Оценка выбросов на постоянных скоростях при использовании разных видов топлива приведены в таблице 5.

Таблица 5

#### Оценка выбросов на постоянных скоростях при использовании разных видов топлива

Вид топлива	Скорость движения автомобиля, км/ч																			
	CO, %				CH, чм				NO <sub>x</sub> , чм				O <sub>2</sub> , %				CO <sub>2</sub> , %			
	40	60	80	100	40	60	80	100	40	60	80	100	40	60	80	100	40	60	80	100
Бензин АИ-91	0.23	0.38	0.35	1.15	29	33	28	41	555	397	541	343	5.48	5.45	6.01	5.83	1.58	2.04	2.54	2.30
Биогаз (с содержанием метана 92 %)	0,023	0,03	0,04	0.1	3.7	3.8	6.2	7.1	256	187	243	176	6.04	6.03	5.90	5.10	0.56	0,64	0,78	0,85
Биогаз (с содержанием метана 87 %)	0,021	0,03	0,04	0.1	4.9	4.2	6.7	6.9	254	171	252	184	5.89	5.87	5.81	5.25	0,62	0,68	0,82	0,87
Биогаз (с содержанием метана 67 %)	0,032	0,03	0,05	0,1	4.4	5.7	6.3	7.7	263	192	263	192	5.49	5.45	5.40	5.28	0,64	0,76	0,84	0,93



**Рис. 9 Выросы вредных веществ различными видами топлива**

Во время исследований, проведенных на полигоне, определение экологических показателей автомобиля, работающего на различных видах топлива, выхлопных газы для анализа отбирались до нейтрализатора катализатора для оценки уровня выбросов в зависимости используемого моторного топлива.

Кроме этого, были проведены эксперименты по натуральным замерам расхода биогаза различного состава. Замеры расхода газа проведены ультразвуковым счетчиком газа Sensus NM (рис 10). Результаты натуральных замеров приведены в таблице 7.



**Рис. 10. Ультразвуковой счетчик расхода газа Sensus NM**

Таблица 6

**Оценка расхода биогаза при различных скоростных режимах.**

	Ед. изм.	50 км/ч	60 км/ч	70 км/ч	80 км/ч	90 км/ч	100 км/ч
Биогаз 92 %)	м <sup>3</sup> /100км	4,70	3,73	4,97	5,32	5,52	5,86
Биогаз 87 %)	м <sup>3</sup> /100км	5,05	4,10	5,48	5,78	5,96	5,92
Биогаз 67 %)	м <sup>3</sup> /100км	5,40	4,56	5,95	6,42	6,42	6,43



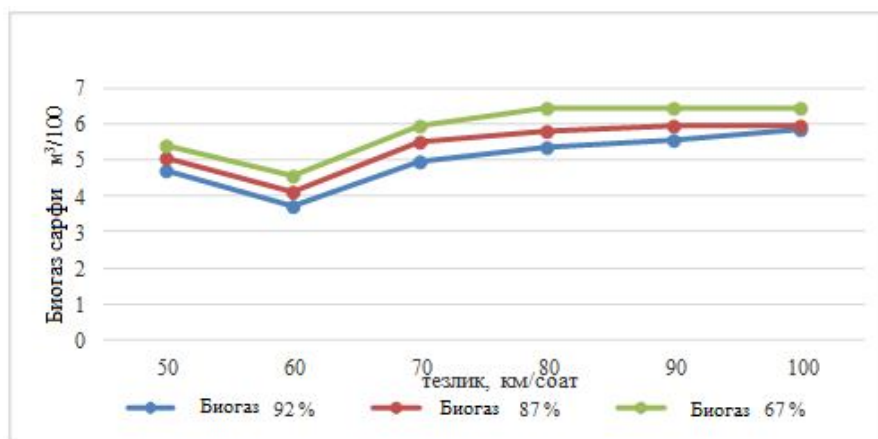


Рис.11. Расход биогаза на различных скоростных режимах

В четвертой главе «Обобщение теоретических и экспериментальных исследований автомобиля, работающего на биогазе различного состава» приведены экспериментальные и расчетные исследования эксплуатационных качеств, топливной экономичности и экологических показателей ДВС автомобиля.

Исследования для определения топливной экономичности движения  $R_S$  автомобиля, работающего на бензине и биогазе проводились с ГОСТ 20306-90 «Автотранспортные средства. Топливная экономичность». Экспериментальные заезды проводились согласно разработанной программе испытаний, в диапазоне скоростей от 20 до 100 км/ч, с шагом регистрации 20 км/ч. Полученные результаты измерений отображены в протоколе проведенных испытаний. Обработку и анализ результатов, а также оформление протокола выполнялось после завершения экспериментальных испытаний.

По результатам были выведены системы линейных уравнений, в результате решения которых получены многочлены 2-ой степени, указывающие зависимость значения топливных характеристик движения автомобиля  $R_S$  автомобиля от скорости  $V$ :

$$Q_S = 21,721 - 0,1852 \cdot V + 0,000753 \cdot V^2 \text{ (бензин)}, \quad (6)$$

$$Q_S = 23,511 - 0,21 \cdot V + 0,00091 \cdot V^2 \text{ (биогаз)}. \quad (7)$$

сравнение полученных, экспериментально и рассчитанных зависимостей по полиномам (6 и 7), представлено на рис. 10.

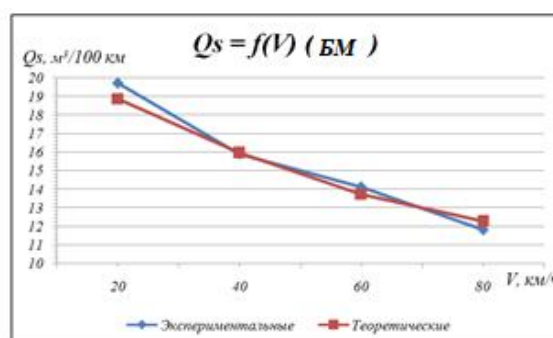
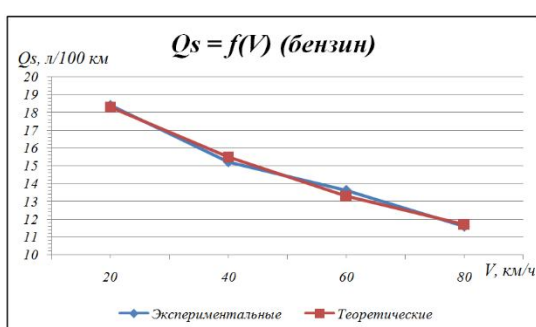


Рис. 12 - Экспериментальные и расчетные значения топливной экономичности движения автомобиля.

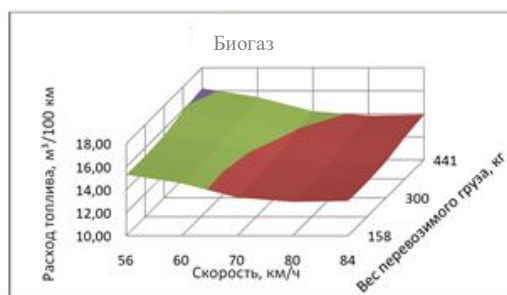
Из графиков (рис. 12) видна результативная сходимость экспериментальных и теоретических результатов. Отклонение составляет  $\pm 2\%$ .

Обработки экспериментальных данных уравнения математической модели получена в следующем виде:

$$\hat{Y}_6 = 12,92 - 0,85x + 0,37x_2 + 0,49x_1^2 + 0,19x_2^2 \quad (\text{бензин}); \quad (8)$$

$$\hat{Y}_2 = 13,44 - 0,81x + 0,32x_2 + 0,42x_1^2 + 0,17x_2^2 \quad (\text{биогаз}). \quad (9)$$

Зависимости расхода топлива от массы груза и скорости автомобиля, полученные в результате решения уравнений (8 и 9), отображены на рис. 13.



*Рис. 13 - Расхода топлива в зависимости от скорости автомобиля.*

Эксперименты связанные с определением содержания углеводородов и оксида углерода в выхлопных газах производились в соответствии с ГОСТ 52033-2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ в отработанных газах». Нормы и методы контроля при оценке технического состояния» и ГОСТ 17.2.02.06-99 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения содержания оксида углерода и углеводородов в отработавших газах газобаллонных автомобилей» и измерялись во время работы ДВС в различных диапазонах.

В ходе эксперимента установлено, что отработавшие газы ДВС автомобилей использующих биогаз, по вредным компонентам ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}$  и  $\text{NO}_x$ ) в 1,3...8 раз меньше, чем при работе ДВС, работающих на жидких нефтяных моторных. Кроме этого, отсутствует выброс наиболее токсичных веществ-соединения свинца, сажи окислов серы.

#### **Капитальные затраты на переоборудование топливной системы автомобиля.**

Проведенные исследования показывают необходимость использования использования установки с гидрокарбонатом кальция для очистки биогаз от примесей.

Применение данной установки, обеспечит повышение содержания метана от 80% в биогазовом топливе.

Экономическая эффективность от внедрения практических мероприятий приведены и расчеты показали снижение затрат.

Вычисление технико-экономических показателей производилась по общепринятой методике

Для переоборудования автомобиля на биогазовое топливо, необходимо установить ГБО 3 поколения. Капитальные затраты на переоборудование на

газобаллонное оборудование легкового автомобиля составляет 6000000 сум. Окупаемость затрат на переоборудование автомобиля рассчитана с использованием следующей формулы:

$$O_{\text{ГБО}} = \frac{100 \cdot (Z_{\text{ГБО}} + Z_{\text{уст}} + Z_{\text{ТО}} + Z_{\text{ф}})}{(\text{Ц}_1 - \text{Ц}_2) \cdot L_{\text{ср}} \cdot P}, \quad (10)$$

где  $Z_{\text{ГБО}}$  - затраты на оборудование ГБО, сум.;  $Z_{\text{уст}}$  - затраты на установку ГБО, сум.;  $Z_{\text{ТО}}$  - затраты на гарантийное ТО, сум.;  $Z_{\text{ф}}$  - затраты на изготовление очистной установки, сум.;  $\text{Ц}_1$  - стоимость 1 л бензина АИ-92, сум;  $\text{Ц}_2$  - стоимость 1 куб биогаза, сум;  $L_{\text{ср}}$  - среднесуточный пробег автомобиля, км/день;  $P$  - расход бензина на 100 км пробега автомобиля, л.

В таблице 9 приведены экономические показатели, которые используются при расчетах окупаемости установки ГБО.

Таблица 9

#### Экономические показатели

№	Наименование	Обозначения	Значение
1	Затраты на оборудование ГБО, сум	$Z_{\text{ГБО}}$	5 000 000
2	Затраты на установку ГБО, сум	$Z_{\text{уст}}$	1 000 000
3	Затраты на гарантийное ТО, сум	$Z_{\text{ТО}}$	500 000
4	Затраты на изготовление фильтрующей установки, сум	$Z_{\text{ф}}$	2 350 000
5	Стоимость 1 литра бензина АИ-92, сум	$\text{Ц}_1$	9 200
6	Стоимость 1 м <sup>3</sup> биогаза*, сум	$\text{Ц}_2$	600
7	Расход бензина на 100 км, л	$P$	10
8	Среднесуточный пробег автомобиля, км/день	$L_{\text{ср}}$	100
9	Срок окупаемости ГБО на биогазе		6 мес

\* Стоимость 1 м<sup>3</sup> биогаза взята из калькуляции себестоимости ф/х «Олтин Осие Инвест»

По результатам расчетов можно сделать вывод, что установка ГБО на автомобиль с ДВС имеет окупаемость в течении 0,6 года.

В рамках проведенных исследований, выполнено экономическое обоснование перевода автомобилей на биогазовое топливо и рассчитана рентабельность капитальных вложений перевода автомобиля на биогазовое топливо. Из расчетов видно, что капитальные вложения полностью окупаются за короткий срок вследствие экономии на цене топлива и дают возможность уменьшить затраты на содержание автомобилей на 20% в год.



## **Выводы и заключение**

На основе проведенных исследований на тему «Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей подбором состава и повышением эффективности биогаза» сформулированы следующие заключение:

1. Усовершенствован способ очистки биогаза от ненужных газов путем увеличения процентного содержания метана в биогазе за счет технологии абсорбции биогаза через раствор гидрокарбоната кальция. Установлено, что разработанный метод очистки биогаза эффективнее существующих технологий пропускания биогаза через железного порошок и водный фильтр.

2. Увеличение состава метана в биогазе при очистке до содержания 80 % и выше с нижней теплотой сгорания до 32,26 МДж/м<sup>3</sup> и плотность биогазовой смеси до 0,72 кг/м<sup>3</sup> и соответствует требованиям к показателям природного газа и может быть использовано в качестве топлива для автотранспортных средств.

3. Разработан метод расчета показателей тягово-скоростной и топливно-экономичной эффективности автомобиля, работающего на биогазе с процентным содержанием метана 67%, 87%, 92%.;

4. Установлена зависимость, характеризующая закономерности изменения значений скорости движения автомобиля на биогазе при базовых регулировочных параметрах системы управления.

Рекомендации и предложения по научно-исследовательской работе на тему «Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей подбором состава и повышением эффективности биогаза»:

1. Целесообразно широко наладить использование технологий извлечения биогаза из различных органических отходов для заправки транспортных средств в отдаленных районах нашей республики.

2. Использование биогазового топлива не только в автомобилях, но и в сельскохозяйственной технике и других целях позволяет повысить энергетическую и экологическую эффективность, а также снизить затраты.

3. Целесообразна разработка новых методик и инноваций в технологии очистки биогаза от ненужных газов.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREE  
PhD. 03/30.09.2020.T.124.01 AT INSTITUTE OF ANDIJAN  
MACHINEBUILDING INSTITUTE**

---

**JIZZAKH POLYTECHNIC INSTITUTE**

**SUVANKULOV SHERALI ABDUMANNANOVICH**

**IMPROVING THE OPERATION AND PERFORMANCE OF CARS BY  
SELECTING THE COMPOSITION AND INCREASING THE EFFICIENCY OF  
BIOGAS**

**05.08.06 - Wheeled and tracked vehicles and their operation**

**ABSTRACT OF DISSERTATION  
For the doctor of philosophy (Phd) of technical sciences**

**Andijon - 2022**

**The dissertation subject of Doctor of Philosophy (PhD) is registered at Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2022.1.PhD/T1215**

Dissertation was carried out at the Jizzakh polytechnic institute.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific website ([www.andmiedu.uz](http://www.andmiedu.uz)) and on the website of «Ziyonet» information and educational portal ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Research supervisors:**

**Bazarov Bakhtiyor Imamovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Official opponents:**

**Djumabaev Alijon Bakishevich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Mirzaev Bakhodir Nuriddinovich**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**Leading organization:**

**Namangan Institute of Engineering and Construction**

Defence will take place on November 30, 2022 at 2:00 pm o'clock at the meeting of scientific council PhD. 03/30.09.2020.T.124.01 under Andijan machinebuilding institute. Address: 170119, Andijan, Boburshax street, 56. tel: (+99874) 223-47-18; факс: (+99874) 223-43-67, e-mail: [infi@andmiedu.uz](mailto:infi@andmiedu.uz)

Dissertation can be reviewed at the Information-resource Centre at the Andijan machinebuilding institute (registration number 7) (170119, Andijan, Boburshax street, 56. tel: (+99874) 223-47-18; факс: (+99874) 223-43-67, e-mail: [andmi-arm@umail.uz](mailto:andmi-arm@umail.uz))

Abstract of dissertation sent out on 15 of november 2022 y.  
(mailing report № 7 on 15 of november 2022 y.).

**U.M. Turdialiev**  
Chairman of scientific council on awarding of scientific degree, Doctor of technical sciences.

**X.U. Akbarov**  
Scientific secretary of scientific council on award scientific degree, Doctor of philosophy of technical sciences.

**K.Z. Qosimov**  
Chairman of scientific council seminar at the Scientific council for the awarding academic degrees, Doctor of technical sciences.

## **INTRODUCTION (Abstract of the dissertation of the Doctor of Philosophy)**

**Relevance and relevance of the topic of the dissertation.** Currently, there are about 3 billion cars in the world equipped with an internal combustion engine (ICE). Moreover, approximately 90 million units of cars with internal combustion engines are produced annually worldwide. The increase in the number of cars equipped with internal combustion engines from year to year has led to an increase in demand for various types of motor fuels. Currently, the volume of proven gas reserves is 179.4 trillion cubic meters, and the average gas reserves are estimated at 56 years, the volume of oil reserves is 240 billion cubic meters, and the average reserves, according to forecasts, will last for about 52 years without changing the volume of consumption per year. Under the current conditions - a dynamic increase in the number of cars produced and operated on the one hand, and a limited natural supply of fuel and energy resources on the other hand, the issues of using alternative environmentally friendly motor fuel, replacing oil energy sources, without radically changing the technology of production and operation of cars, are becoming increasingly relevant.

Research is widely carried out in the world aimed at finding, testing, introducing and using various types of alternative types of motor fuels of non-oil origin. The global fleet using natural gas as a motor fuel is increasing by 25-30% annually, and more than 24 million vehicles using this type of fuel are operated in the world. In this direction, special attention is paid to developments aimed at obtaining alternative motor fuels from renewable resources.

In the Republic of Uzbekistan, special attention is also paid to the tasks of providing manufactured and operated vehicles with environmentally friendly alternative types of motor fuels, especially from renewable resources. In measures to reduce the dependence of economic sectors on fuel and energy products, special attention is paid to the issues of "... the widespread introduction of energy-saving technologies and renewable energy sources ..". When performing these tasks, in particular, when using energy sources from biological resources on cars, it is important to increase the operational performance of vehicles running on these types of fuels.

This dissertation research to a certain extent serves to fulfill the tasks defined in the Laws of the Republic of Uzbekistan "On the rational Use of energy" (1997), "On the use of renewable energy sources" (2019), in the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PP-4422 of August 22, 2019 "On accelerated measures to improve the energy efficiency of economic and social sectors spheres, the introduction of energy-saving technologies and the development of renewable energy sources", in the Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan No. 841 of October 20, 2018 "On measures to implement national goals and objectives in the field of sustainable development for the period up to 2030", concerning the use of alternative energy sources for transport, as well as other regulatory legal acts in this area, which include many problems, such as improving operational performance with the use of biomethane of various compositions, is the purpose of these dissertation studies.

**Compliance of the research with the main priority directions of the development of science and technology of the republic.** This study was carried out in accordance with the priority direction of the development of science and technology of the Republic II "Energy, energy and resource conservation".

The degree of knowledge of the problem. Research in the field of the use of biogas as a motor fuel was carried out by scientists of our country and foreign countries.

Foreign scientists K.Walker, B.Eder, D.Keless, M.Larsan, S.A.Salman, E.Riesen, E.Gregeby, A.Blimberg worked on the problems of obtaining biogas, its purification and use as an energy source.

In the CIS countries, scientists V.I.Erokhov, N.V.Petrov, S.A.Frolov, A.S.Klementyev, I.I.Timchenko, D.Ramadan conducted scientific research in the field of using biogas as fuel for power plants and fuel for internal combustion engines.

In our republic, a number of scientists A.U. Salimov, Sh.Zh.Imomov, B.I.Bazarov, S.A.Kalaulov, A.H.Vasidov and other scientists conducted research on the use of various gaseous fuels as motor fuel. But the works of the above-mentioned scientists do not sufficiently cover the issues of effective biogas purification, and also do not cover the methods of using biogas of various compositions as motor fuel for cars with a spark ignition internal combustion engine.

**The connection of the dissertation research with the plans of the research work of the higher educational institution.** The dissertation research was carried out in accordance with the research plan of the Jizzakh Polytechnic Institute No. 216/2018 "Improving the performance of cars by selecting the composition and increasing the efficiency of biogas" (2018-2021).

**The purpose of the study** is to improve the performance of cars using biogas of various compositions

**Research objectives:**

- to get acquainted with the scientific work of scientists who conducted research in this direction and improved the technology of biogas purification from unnecessary gases in order to obtain gas that can be used as fuel in vehicles;

- development of a method for selecting the component composition of biogas, taking into account the minimum allowable value of its lowest calorific value;

- development of a method for calculating traction and fuel-speed indicators of a car running on biogas of component composition with different methane content;

- on the basis of experimental and mathematical calculations, to establish a dependence characterizing the patterns of changes in the values of the vehicle speed on biomethane with the basic adjustment parameters of the control system.

**The object of the study** was a Chevrolet Spark car equipped with a gas cylinder equipped with HBO.

**The subject of the study** is the performance indicators of cars when using biomethane of various compositions as motor fuel for internal combustion engines.

**Research methods.** The study used statistical and mathematical laws, bench experiments, laboratory, experimental and theoretical methods and methods for determining the physico-chemical, operational properties of biogas fuels.

Experimental studies were carried out at the test site using standard techniques, using control and measuring equipment on the basis of regulatory documents for conducting studies of fuel efficiency, traction and speed properties and the release of toxic substances of cars. The final processing of the experimental research results was carried out on specialized computer software using mathematical statistics methods.

**The scientific novelty of the study** is as follows:

- the method of purification of biogas to a concentration suitable for use as a motor fuel has been improved by passing the absorption of biogas through a solution of calcium bicarbonate to obtain biomethane of the desired composition;
- improved method for calculating traction and fuel-speed indicators of a car running on biomethane with different methane content;
- a method has been developed for selecting the component composition of biomethane, taking into account the minimum allowable value of its lowest calorific value;
- a dependence has been established that characterizes the patterns of changes in the values of the vehicle speed on biomethane with the basic adjustment parameters of the control system.

**The practical results of the study are as follows:**

- a plant for the purification of biogas purification from carbon dioxide has been developed in order to obtain biomethane of a given component composition.
- substantiation of the advantages of using biomethane for internal combustion engines, in comparison with natural gas, as well as with petroleum fuels.
- the scientific and technical principles of the use of biomethane in the internal combustion engine have been implemented in order to reduce the level of toxic emissions and increase fuel efficiency.

**Reliability of the results of the study.** The reliability of the research results is confirmed by the fact that the research was carried out using modern methods and measuring instruments. The theoretical propositions developed using the basic propositions of similarity theory and mathematical theory of experiment planning are confirmed by the results of experimental studies.

**Scientific and practical significance of the research results**

The scientific significance of the research results lies in the development of an improved method for calculating the traction and fuel-speed indicators of a car running on biomethane of various component compositions, the development of a method for selecting the component composition of a biomenate, taking into account the minimum permissible value of its lowest calorific value, the determination of the dependence characterizing the patterns of changes in the values of the speed of the car on biomethane with the basic adjustment parameters of the control system.

The practical significance of the research results lies in the development and practical implementation of the design of a biogas purification plant from impurities to biomethane suitable for use as motor fuel for internal combustion engines, the optimal composition of biomethane for use as motor fuel has been determined. All this has led to a reduction in cost and an increase in the performance of the car

**Implementation of the research results.** Based on the obtained studies on improving the traction-speed and fuel efficiency of vehicles using biomethane of various compositions:

Biogas obtained after purification from impurities to produce biomethane used in vehicles, it was studied in the laboratory of the Jizzakh branch Laboratory of the state institution "Center for Scientific Testing and Quality Control of Uzbekistan" on the Agilent 7890B gas chromatograph and used as motor fuel on motor vehicles in the

Khovass district of the Syrdarya region by Oltin Osiye Invest LLC and Forish district of the Jizzakh region on the basis of the Sindorbek farm (Reference of the Ministry of Transport Of the Republic of Uzbekistan dated February 15, 2022 No. 2/796-842)).

**Approbation of the results of the study.** The main provisions of the dissertation were reported and approved at 3 international and 4 republican conferences.

**Publication of the results of the study.** A total of 15 scientific papers have been published on the topic of the dissertation. 4 articles have been published in scientific publications recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan. Of these, 2 are in republican, 2 in foreign journals.

**The structure and scope of the dissertation.** The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions and conclusions, a list of references, and an appendix. The volume of the dissertation is 115 pages.

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

**I-бўлим (I-часть; I-part)**

1. Суванқулов Ш., А.Убайдуллаев., Ш.Камолов., Ш.Рузибоева., С.Зокиров. Автомобиллар учун экологик тоза ёнилғи олиш технологияси// Журнал: Меъморчилик ва қурилиш муаммолари (илмий техник журнал) 2016 й 2-сон (05.00.00. №14).

2. Адилов О.К., Суванқулов Ш., Худоёров Ш., Адилов Ж., Самиев Х. Загрязнение атмосферы автомобильным транспортом // Журнал: Меъморчилик ва қурилиш муаммолари (илмий техник журнал) 2016 й 3-сон (05.00.00. №14).

3. Суванқулов Ш., Б.Қурбонова. Транспорт воситалдрида биометандан фойдаланиш методлари// Журнал: Меъморчилик ва қурилиш муаммолари (илмий техник журнал) 2018 й 2-сон (05.00.00. №14).

4. Суванқулов Ш. Автомобилларга газ куйиш шаҳобчаларида техника хавфсизлиги ва портлашга хавfli зоналар чегарасини аниқлаш// Журнал: Меъморчилик ва қурилиш муаммолари (илмий техник журнал) 2019 й 4-сон (05.00.00. №14).

5. Базаров Б.И., Суванқулов Ш. Features of Operation of Internal Combustion Engines of Gas-Cylinder Cars on Biogas// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 5, May 2021 (05.00.00. №8).

6. Суванқулов Ш.А. Автомобилларда биогазнинг ҳар хил аралашмасини ёкилғи сифатида қўлланилишини автомобил тезлигига таъсирининг таҳлили// Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2022, Т.26, №2) 181-184 (05.00.00; №20).

7. Суванқулов Ш.А., Қурбонова Б.К. Использование биогаза различного состава в качестве моторного топлива. эксплуатационные экологические и экономические показатели биогаза // “Машинасозлик” илмий-техника журнали Андижон Махсус № 2 2022 й. 146-153 (05.00.00; ОАК Раёсатининг 2021-йил 30-декабрдаги 310/10-сон қарори)

**II-бўлим (II-часть; II-part)**

8. Базаров Б.И., Аскарлов И.Б., Суванқулов Ш.А. Биометан в качестве моторного топлива-важный фактор зеленой экономики // "Инженер: научное и периодическое издание Инженерной академии Кыргызской Республики". Секция: Коммуникации (транспортные системы и другие). - №23. - Бишкек, 16 ноября 2021. - С. 5-12.

9. Б.Бегматов., Суванқулов Ш., У.Нуруллаев. Двигатель деталлари кўрсаткичларининг эксплуатация шароитида ўзгаришини ҳисоблаш услублари// Журнал: Меъморчилик ва қурилиш муаммолари (илмий техник журнал) 2018 й 3-сон. (05.00.00. №14)

10. Адилов О.К., Суванқулов Ш., Умиров И. Причины изменения технического состояния автомобиля// Актуальные научные исследования в



современном мире Переяслав-Хмельницкий 2019.

11. Адилов О.К., Суванкулов Ш., Умиров И. Анализ расход топлива и обеспечения экологическая безопасность в автотранспортном комплексе// Наука и образования в современном мире Нурсултан 2019.02.17.

12. Адилов О.К., Суванкулов Ш., Умиров И. Анализ расход топлива и обеспечения экологическая безопасность в автотранспортном комплексе// “Илм-фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг инновацион ривожлантиришдаги замонавий муаммолари” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция. Андижон 2020 й 215-219 б.

13. Базаров Б., Аскарлов И., Суванкулов Ш., Эрназаров А. Биометан из биогаза в качестве моторного топлива// Международный научный электронный журнал «Транспорт шелкового пути», 2021, №3 DOI: 10.54197.

14. Суванкулов Ш.А. Очистка биогаза до состояния, позволяющего использование в качестве моторного топлива// «Российская наука в современном мире» XL Международная научно-практическая конференция 31 августа 2021 Научно-издательский центр «Актуальность.РФ».

15. Суванкулов Ш.А. Экологик хавфсизликни ошириш учун муқобил ёнилгилардан фойдаланиш хусусиятлари //Academic Research in Educational Sciences. fevral 2022 №3.

Автореферат «Машинасозлик» илмий-техника журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди (14.11.2022 й)

Босишга рухсат этилди 14.11.2022 й. Бичими 60×84<sup>1</sup>/16, «Time New Roman» гарнитура. Рақамли босма усулида босилди. Шартли босма табағи 2,75. Адади:70. Буюртма: №34 АндМИ нашриёти босмахонасида нашр этилди. Манзил: 170100, Андижон ш., Бобуршоҳ 56.