

ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛИГА ВОДОРОДНИНГ ЭКОЛОГИК ВА ИҚТИСОДИЙ ХАРАКТЕРИСТКАЛАРИ ТАЪСИРИНИНГ ТАҲЛИЛИ

О. Г. Эргашев

Атроф-муҳит ва табиатни муҳофаза қилиш
технологиялари илмий-тадқиқот институти тадқиқодчиси

Аннотация:

Ички ёнув двигателларига водород ёнилғисини қисман қўшиш ишларини олиб борган дунё олимларнинг адабиётлари ўрганилган бўлиб, асосан дизель двигателларидаги кўрсаткичларнинг ўзгаришлари кузатилган.

Калит сўзлар: Углеводород, водород, икки хил компонент, ички ёнув двигателлари, босим, ҳарорат, ёнилғи, аралашма, дизель.

ДИЗЕЛЬ ДВИГАТЕЛЛАРИДА ВОДОРОДДАН ФОЙДАЛАНИШ САМАРАДОРЛИГИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Республиканинг энергетика хавфсизлигини мустаҳкамлаш учун қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш имкониятларини кенгайтириш ва водород энергетикасини барқарор ривожлантириш учун зарур шарт-шароитлар яратиш, шу жумладан ушбу соҳанинг илмий салоҳиятини кучайтириш талаб этилади.

2021 йил 9 апрелда Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПҚ-5063 – сонли «Ўзбекистон Республикасида қайта тикланувчи ва водород энергетикасини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори имзоланди [1].

Ҳозирги вақтда ёнилғи сифатида водородли ички ёнув двигателларини яратиш бўйича тадқиқот ишлари асосан икки йўналишда олиб борилмоқда:

Углеводород ёнилғисидан (бензин, метан, дизель ёнилғиси) ишлайдиган двигателларни уни қисман водород билан алмаштириш билан яратиш;

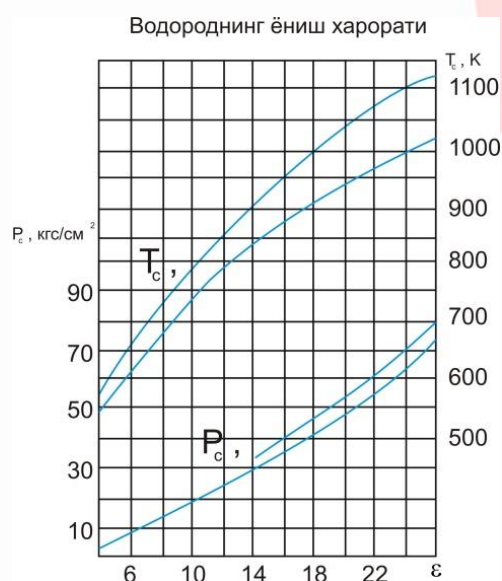
Соф водороддан ишлайдиган двигателларни яратиш.

Икки хил компонентли ёнилғида ишловчи двигателнинг камчиликлари бу тракторга янада мураккаб техник хизмат кўрсатиш ва ундан фойдаланиш. Афзалликлар қаторига дизель ёнилғисини водород билан қисман алмаштириш двигателнинг мавжуд моделларидан фойдаланиш ва тракторда водород запасларини камайтириш имкониятини яратиши киради. Шу билан бирга, водородни қўллаш двигателнинг салт юриши ва қисман юкларда иқтисодий кўрсаткичларини сезиларли даражада яхшилайдиган.

Ички ёнув двигателлари учун ушбу турдаги ёнилғидан фойдаланиш нуқтаи назаридан водороднинг физик-кимёвий характеристикаларини ўрганиш шуни кўрсатадики, водород ёнилғиси билан ишлайдиган двигателнинг чиқинди газлари анъанавий ИЁД

чиқинди газларига қараганда анча заҳарсиз ҳисобланади. Водород ёнилғисига С углерод атомлари мавжуд бўлмаганлиги сабабли, водород ёниш маҳсулотларида CH_x ёнмаган углеводородлари, С қурумлари мавжуд эмас ва улар углероднинг СО монооксиди ва СО диоксидининг камайтирилган таркиби билан ажралиб туради (водород оксидланиш маҳсулоти сув ҳисобланади). Бундай двигателнинг чиқинди газлари таркибида NO_x азот оксидлари мавжуд, аммо уларнинг таркиби бензинли двигателга қараганда 10÷15%, дизель двигателга қараганда 20÷25% кам. Шу билан бирга, ёнилғи-ҳаво аралашмаларининг таркиби бўйича ёниш доираси кенгаяди, бу эса дизелларининг ёнилғи самарадорлигини яхшилайти ва қисман юкларда азот оксиди чиқишини камайтиради. Дизель ёнилғисига эга ёнилғи композитсияси таркибида водороддан фойдаланиш ушбу ижобий фазилатларни ёнилғи заряди давомида маълум даражада “сингдириш” имконини беради. Дизель ёнилғиси ва водороднинг оптимал композицион нисбати танлови, водороднинг минимал сарфида, двигателнинг иқтисодий ва экологик характеристикаларини заҳарлилиги ва ёнилғи самарадорлиги нуқтаи назаридан энг қийин режимларда сезиларли даражада яхшилашга имкон беради. Шу билан бирга, дизель-водород-ҳаво аралашмаларининг юқори ёниш тезлиги туфайли циклнинг қаттиқлигининг ошиши ва двигателнинг цилиндр-поршень гуруҳи қисмларига юкларнинг мос равишда ошиши қайд этилади[2-4].

Дизель двигателида водороднинг ишончли равишда алангаланиши учун юқори сиқиш даражаларини яратиш керак (1-расм), чунки цилиндрда зарур бўлган ҳарорат водороднинг ўз ўзидан ёниш ҳароратидан 100-200 К га ошиши ва камида 1023 К бўлиши керак. Мавжуд дизель двигателларини водородда ишлашга мослаштириш учун алангалатишни ёки дизель ёнилғиси оқимидан (зоналашган сифатида) бошлаш ёки сиқиш охиридаги ҳароратни оширувчи босим ёрдамида ёки кириш жойидаги ҳаволи заряднинг иситилишини ташкиллаштириш керак [6].



1-расм. P_c босим ва T_c сиқиш охиридаги ҳароратнинг сиқиш политропининг ҳар хил кўрсаткичларида сиқиш даражаларига боғлиқлиги.

Бундан ташқари, водороднинг детонацион ёнишига йўл қўймаслик учун двигателнинг конструкциясини, биринчи навбатда, сиқиш даражасини ошириш, ёниш камераси шаклини танлаш, поршень тубининг оловли сирти материални ўзгартириш керак. Шунинг учун, дизель двигателларида водороддан фойдаланишнинг замонавий усуллари асослари, ёки мажбурий ёқиш билан водородда ишловчи ва сиқиш даражаси камайган ҳолда ишловчи ёки, фақат цилиндрга водород етказиб бериш усули билан бир-биридан фарқ қилувчи газ-суюқлик циклида ишловчи двигателда дизель конвертациясига олиб боради[9].

Маълумки, двигателнинг кучсиз ёнилғи-ҳаво аралашмасида ишлаши унинг иссиқлик ФИКини оширишга имкон беради. Двигателларнинг термодинамик цикллари назарий тадқиқ қилиш каби бир қатор ишларда тасвирланган. Хусусан, цикл давомида ишчи тана характеристикаларининг ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда иссиқлик ФИКини (η_t) таққослаш мақсадида олиб борилган ҳисоб-китоблар водород ва дизель учун η_t қиймати тахминан α қийматларининг кенг диапазонида бир хил эканлигини кўрсатди. Ушбу тадқиқотлар йўналишидаги ишларни давом эттириш бошқа моторли ёнилғилар учун ҳам ушбу ҳисоб-китобларни тасдиқлади.

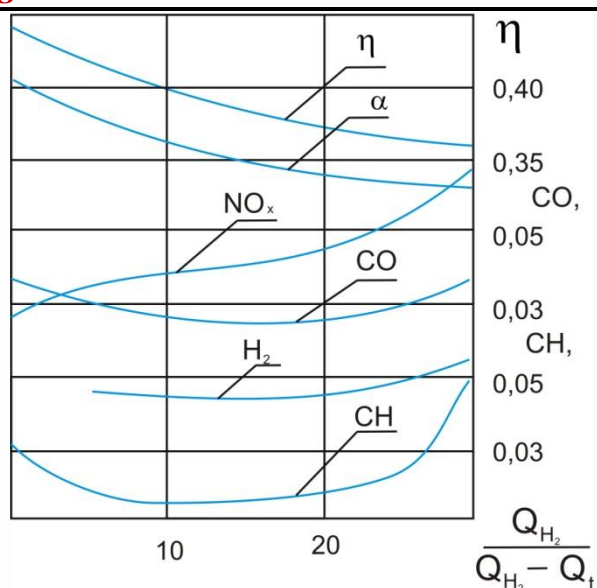
ФИКи амалда ёнилғи турига, шунингдек унга киритилган иссиқлик миқдорига боғлиқ эмас”. Ушбу баёнотдан хулоса қилишимиз мумкинки, η_t қиймати икки омилга боғлиқ – сиқиш даражаси ва ортиқча ҳаво коэффиценти.

Сиқиш даражасининг бир хил қийматларида ($\epsilon = 8$) да олинган α га боғлиқ ҳолда двигателнинг ҳисоб-китоб натижалари η_t шуни кўрсатадики, бутун α диапазонидаги водород учун η_t барча турдаги ёнилғилар η_t сидан кўра 3-4% юқори.

Шундай қилиб, ўтказилган таҳлил шуни кўрсатдики, двигателнинг ишлаш самарадорлигини оширишни асосан катта α билан ишлаш ҳисобига олиш мумкин.

Водород-ёнилғи аралашмаларида ишлаш жараёнида двигатель η_t сининг кўпайиши ҳам индикаторли ФИКни яхшилади, аммо водород етказиб бериш усули билан аниқланган двигатель ишининг реал шароитида, охирида зикр қилинганнинг пасайишига олиб келиши мумкин [7].

Двигатель синовлари шуни кўрсатдики (2-расм) ташқи аралашма ҳосил бўлишида индикаторли ва самарали кўрсаткичлар ёмонлашади, водород қўшилиш фоизи қанча кўп бўлса, индикаторли ФИК шунчалик паст бўлади, чиқинди газларнинг ҳарорати шунча юқори бўлади. $\alpha = 1,35$ да етказиб бериладиган умумий иссиқликнинг 30,5% дан юқори бўлган водород қўшилиши детонациясимон ёнишлар пайдо бўлишига ва двигатель кучининг кескин пасайишига ва тақиллашлар пайдо бўлишига олиб келади. Бундан ташқари, чиқинди газлар таркибидаги водороднинг ҳажмли таркиби ошади, бу кўпинча иш жараёнининг ёмонлашишини кўрсатади [8].



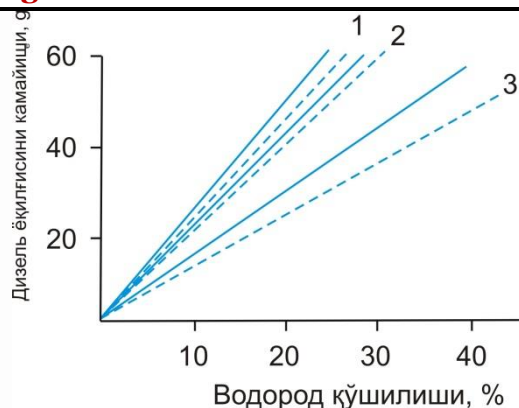
2-расм. Водород кўшилишининг индикаторли ФИКга ва дизель ЧГ захарлилигига таъсири.

Водород кўшилиши билан чиқинди газлар таркибидаги NOx миқдори ошади, CO ва CH миқдори камаяди, водород кўшилишининг умумий етказиб бериладиган иссиқликнинг 15% дан ортиғининг ошиши, CO ва CH концентрациянинг кўпайишига олиб келади.

Водород аралашмаси кўшилиши билан дизель двигателининг ишлаш жараёнининг яхшиланиши ҳам адабётларда қайд этилган. Ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатдики, Водород аралашмасининг оғирлиги бўйича 5% ли кўшилиши чиқинди газлар тутунини 30% га, азот оксидлари таркибини 2-4 баравар камайтириши мумкин. Водород аралашмаси кўшилишининг кейинги кўпайиши максимал цикл босимининг ошишига ва босим кўтарилиш тезлигининг ошишига олиб келади, яъни, дизель двигателнинг ишончлилиги ва чидамлилигига салбий таъсир қилади.

1.3-расмда дизель водород кўшилиши билан ишлаганда, у сиқиш тактида қуйиш билан таъминлангандаги тадқиқот натижалари кўрсатилган. Графиклардан кўриниб турибдики, дизель ёнилғисининг етказиб берилиши максимал даражада бўлганда ва унинг тўлиқ ёниши учун шароит энг қийин бўлганда водороднинг энг самарали кўшилиши тўлиқ юкланиш режимида бўлади. Водород кўшилиши, ёниш жараёнини фаоллаштиради [9].

Дизелни водородда цилиндрларга тўғридан-тўғри қуйиш орқали ишлашини ўрганиш натижаларини таҳлили ўтказилди. Радиал водород қуйишда термик ФИК паст бўлганлиги аниқланди. Водород йўналишини водород тангенциал оқадиган қилиб ўзгартиргандан сўнг.



1.3-расм. Водород қўшилиши билан дизель ёнилғиси сарфини камайтириш:

1 - тўлиқ юк; 2 - тўлиқ юкнинг $\frac{3}{4}$ қисми; 3 - тўлиқ юкнинг $\frac{1}{2}$ қисми;

- - - водород қўшилиши билан; – водород қўшилишисиз.

$\varepsilon = 15.4$, $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$ ва аралашмадаги 40% ли водород миқдорида яхшироқ индикаторли ва термик ФИКни ($\eta_i = 54\%$) олиш мумкин бўлди.

Водород ёки унинг таркибий қисми (дизель ёнилғиси билан биргаликда) таъсирининг ИЁД характеристикаларига эффектини ўрганиш бўйича хорижий муаллифларнинг ишлари таҳлили унинг ёнилғи аралашмасидаги паст концентрациясининг двигателнинг ишлаш жараёнининг характеристикаларига сезиларли таъсир кўрсатди.

Водород қўшимчаларининг дизель двигатели параметрларининг t циклик ўзгаришига таъсирини аниқлаш бўйича шунга ўхшаш ишлар (самарали юк, т.в. айланиш частотаси, айланиш вақти) Вонг ва Карим Г.А томонидан ўтказилган. Иш натижалари шунки кўрсатдики, водород қўшилиши иш режимлари диапазони кенгайиши билан двигатель параметрларининг циклик ўзгаришини камайтиришга имкон беради [9-10].

Бинг Лиу ва бошқалар экспериментал тадқиқотлар асосида маълум бир $\alpha = 0.9-1.6$ диапазонда СН эмиссиясининг концентрацияси аралашмадаги водород улушининг ошиши билан 6 бараваргача камайишини аниқлади. Дизелга водород қўшилиши аралашманинг кучсиз чегарасини $\alpha = 1.9$ қийматларига қадар сезиларли даражада кенгайтиришга имкон беради. NO_x чиқиндилари концентрациясининг максимал қийматлари $\alpha = 1.1$ қийматига мос келади. Двигателнинг ишлаш режимига қараб аралашманинг таркибидаги водород улушининг ошиши билан ушбу қийматнинг янада ошиши 400% га етиши мумкин. Чиқинди газлар учун ҳар қандай катализатордан фойдаланмасдан кучсиз ёнилғи аралашмаларини ёқиш орқали бундай юқори NO_x қийматларини камайитириш мумкин. Водород қўшилиши чиқинди газлардаги СО концентрациясига унчалик таъсир қилмайди. CO_2 концентрацияси аралашмадаги водород улушининг ошиши билан камаяди. Экспериментал иш шунки кўрсатдики, двигателда кучсиз ёнилғи-ҳаво аралашмасининг ёниш чегаралари дизелга водород қўшилиши ҳисобига кенгайди. Дизелдаги водород улуши 0 дан 20% гача кўпайиши билан маълум бир $\alpha = 0.9 \div 1.8$ оралиғида термик ФИК (6% гача) ва чиқиш қуввати

пасаяди. Дизелдаги водород улушининг 20% дан ошиши билан чиқадиган қувват ва термик ФИК шунга мос равишда ортади .

Хулоса:

Турли мотор ёнилғиларига қўшимча сифатида водород газини қўллаш, ишлаб чиқарилган трактор ёнилғиларининг ресурсларини кенгайтириш ва экологик самарадорлигини таъминлашнинг энг мақбул усули эканлиги аниқланди.

Ўзбекистонда «Водород энергетикасини ривожлантириш бўйича узоқ муддатли миллий стратегияни ишлаб чиқиш» вазифаси белгиланди.

Хитой, Япония, АҚШ, Россия каби қўплаб мамлакатларда водороддан дизель ёнилғисига қўшимча сифатида фойдаланиш бўйича меъёрий ҳужжатлар ишлаб чиқилган ва қабул қилинган.

Адабиётлар:

1. Мирзиёев Ш.М. «Ўзбекистон Республикасида қайта тикланувчи ва водород энергетикасини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида »ги Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПҚ-5063 – сонли қарори 09. 04. 2021 й.
2. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. – М.: МАДИ, 2000. – 311 с.
3. Кадыров С.М., Ш.Мухамеджанов. Будущее – за водородным топливом 2015. – 8 б.
4. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. – Ташкент: SHAMSASA, 2014. – 189 с.
5. Шадиметов Ю.Ш. Атмосфера ҳавосини химоя қилиш технологияси. Тошкент: “LESSON PRESS” MCHJ 2021. 126 б.
6. Baier, C. G., and Forest, T. W., "Effect of Hydrogen Addition on the Performance of Methane-Fueled Vehicles. Part I: Effect on S.I. Engine", Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 26, pp. 55-70(2001).
7. Tseng, C J., "Effects of Hydrogen Addition on Methane Combustion in a Porous Medium Burner", Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 27, pp. 699-707 (2002).
8. Jinhua Wang, Zuohua Huang Characteristics of direct injection combustion fuelled by natural gas-hydrogen mixtures using a constant volume vessel Int. J. Hydrogen Energy 33 (2008) 1947- 1956
9. Huang Z, Zhang Y, Zeng K, et al. Measurements of laminar burning velocities for natural gas-hydrogen-air mixtures. Combust Flame 2006; 146(1—2):302—11.
10. Ergashev, O.G., Kadirov, S.M., Aripjanov, M.M., Assessment of factors affecting the workflow of high-speed diesel engines. Journal of Critical Reviews, 2020, 7(14), стр. 283–288.

11. Wong, Y. K.; Karim, G. A. An analytical examination of the effects of hydrogen addition on cyclic variations in homogeneously charged Compression ignition engines. *Int. J. Hydrogen Energy* 2000, 25, 1217- 224.
12. Ismatov, J., Ergashev, O., Processes of mixture formation, ignition and combustion of a diesel engine. *E3S Web of Conferences*, 2021, 264, 04062.
13. Ergashev, O.G., Kadirov, S.M., Aripjanov, M.M., Assessment of factors affecting the workflow of high-speed diesel engines. *Journal of Critical Reviews*, 2020, 7(14), стр. 283–288