

С. Ф. Құрымбаев, Қ. Б. Шәктаев, Е.М. Бошайбеков  
*Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды қаласы,  
Қазақстан, sakura3874@mail.ru, shaktaev69@mail.ru, boshaybekov@mail.ru*

### **Іштей жану қозғалтқыштарындағы (іжк) тұтанудың физикалық- химиялық жаратылысы**

ДЖҚ отын тұтануының жаратылысы мен механизмі - күрделі және толығымен әлі зерттелмеген мәселе. Алайда жиналған эксперименталдық және теориялық материал қозғалтқыштарда жалынның пайда болу физикалық-химиялық механизмі туралы түсінік беруге мүмкіндік тудырады. ДЖҚ отынның тұтану процесінің ең ықтимал сұлбасы академик Н. И. Семенов және оның мектебінің еңбектерінде өңделген [1].

Профессор А. С. Соколик бойынша, газдық қоспаларының тұтануы тұтанудың екі түріне сәйкес жүзеге асады: жоғары температуралы бір сатылы немесе төмен температуралы көп сатылы тұтану. Тұтану сұлбасының бірінші түрі мәжбүрлі тұтанатын қозғалтқыштардағы процестерді, ал екінші түрі сығылудан тұтанатын қозғалтқыштардағы процестерді түсінуге мүмкіндік береді [2]. Газдық қоспаның жоғары температуралы тұтануы - экзотермиялық реакцияның екпінді өзіндігінен үдеуімен жүретін жалынның пайда болу тәсілі. Бұл жағдайда тұтандыру шырағының элетродтары арасында жоғары температуралы ( $\approx 10000\text{K}$ ) ток өткізетін құбыр пайда болады; бұл көмірсутекті молекуласының молекула аралық байланысын үзіп, бастапқы жалын ошағы қызметін атқаратын белсенді молекулаларының (еркін радикалдардың) пайда болуын қамтамасыз етеді.

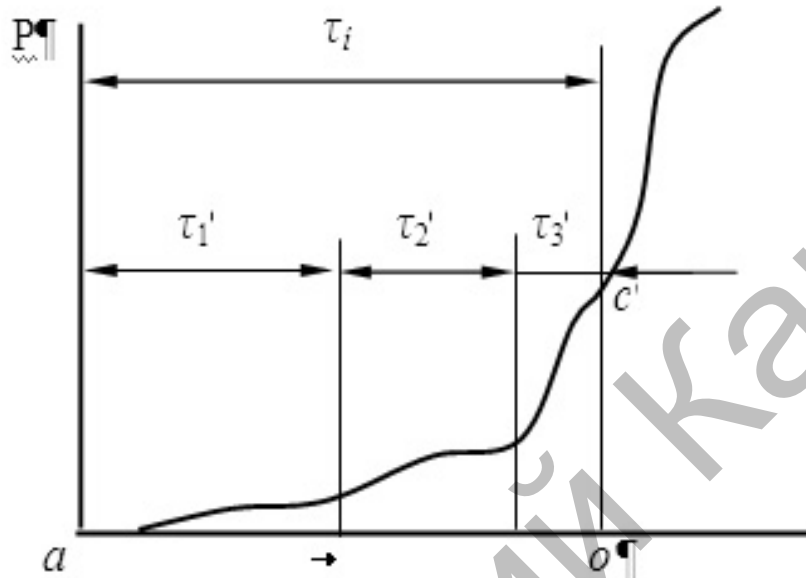
Әрекеттесетін қоспаның бастапқы температурасы ұлғайуымен белсенді ошақ көздерінің саны өседі, бұл реакцияның бастапқы жылдамдығы  $w_0$  артуын анықтайды.

Тізбекті реакцияның екпінді өздігінен үдеуімен қатар жылу бөлінуінің жылдамдығы да артады. Жылу бөлінуінің жылдамдығы қабырғаға берілетін жылудың жылдамдығынан асқаннан соң қоспаның температурасы артады, бұл реакцияның өздігінен екпінделуі және қоспаның тұтануына әкеледі. Осылайша, жоғары температуралы тұтану тізбекті реакциядан қоспаның екпінді қызуынан туатын реакцияның өздігінен үдеуіне өтуінің үздіксіз процесі.

Бір күйден екінші күйге өту шекарасы болмағандықтан жоғары температуралы тұтану процесі бір сатылы болып қарастырылады да, өзінің тегі бойынша тұтанудың тізбекті-жылулық түріне жатады.

Төменгі температуралы тұтану сығылудан тұтанатын қозғалтқыш-тарындағы жанғыш қоспаның химиялық реакцияларына тән процесс болып табылады. Басым бөлігі тізбекті реакциядан тұратын күрделі процесс сұлбалы түрде келесідей көрсетуге болады. Төмен температураларда көмірсутек молекуласының ыдырауы болмайды, сондықтан еркін радикалдардың (белсенді орталықтар) пайда болуы эндотермиялық ( $R - CH_2 - O - O - H$ ) асқын тотықты қосылыстардың пайда болуымен жүретін автототығу процесінде жүреді. Ұқсас асқын тотықтардың жинақталуы өспелі жылдамдықпен жүреді. Осының нәтижесінде ұқсас асқын тотықтар отын молекулаларының ыдыраумен суық жалын пайда болатын критикалық шоғырлануға жетеді. Көлем бойынша жаңа зарядқа суық жалын жылу берудің қатысынсыз белсенді бөлшектердің диффузиясымен таралады, өйткені бұл кезде қыздыру өте төмен. Бірінші кезеңде суық - жалынды саты газдар қысымы елеулі жоғарламайтын  $\tau_1$  бөгелуінен тұрады (1 - сурет). Бұл кезеңде пайда болған өнімдер - альдегидтер, СО және асқын тотықтардың ыдырауының өнімдері.  $\tau_1$  кезеңінің соңында осы температура үшін дәртсіз бастапқы өнімдер (көмірсутектер) белсенді молекулалармен ауысады да  $\tau_2$  кезеңінен соң асқын тотықтардың жинақталуы оларды қайта ыдырауы мен суық жалынның жаңа түрі пайда болуына (үлкенірек қарқынды) әкеледі. Осымен бірге температура мен қысым жоғарлайды.

$\tau_3$ - үшінші кезеңі ыстық жалынның пайда болу кезеңінен айырмашылығы бар, өйткені СО және белсенді өнімдер сияқты реакцияның аралық өнімдерінің пайда болуымен шала жүреді. Жалынның бұл түрін ( $\tau_3$ ) А. С. Соколик шартты түрде «екінші суық жалын» деп атады. «Екінші суық жалын» жылу бөлудің жоғары жылдамдығын ала жүретін жылулық жарылысқа өтеді[2].



Сурет 1. Дизельдерде тотығу реакциясының жалын алдындағы процестері

Бастапқы көмірсутектің осыған ұқсас бірізді химиялық айналулары қоспаның қызуына алып келеді, ал бастысы - қоспа температурасының бастапқы мәні төмен болуына қарамастан, белсенді жарылысқа әкелетін белсенді орталықтардың өте жоғары шоғырлануы пайда болады. Тізбекті-жылулық жарылыс жалпы негізі болып табылатын төментемпературалық тұтану мәні осыда.

Төментемпературалық тұтану процесі реакциялардың аралық өнімдерінің жинақталуын және салқын жалын пайда болып соңында жылулық жарылысқа ұшырауына әкеп соғатын олардың жарылысты ыдырауын қамтамасыз ететін бірқатар тізбекті сатылардан тұрады.

А. С. Соколик төмен температуралық тұтану барысында барлық үш бірізді кезеңдердің болуы міндетті емес дейді. Өйткені тұтанудың дамуын қысым мен суықжалынды процесс қарқындылығының өсу барысында ыстық жалынмен аяқталатын екі сатылық немесе үшсатылық процеске (1 - сурет) өтуі деп қарастыруға болады. Екі жағдайда да процесс ыстық жалынға өтуісіз  $\tau_1 + \tau_2$  қосындысымен шектелуі мүмкін. Бұл отынның берілуі, қоспаның тұтануға дайындау сапасы сияқты бірқатар факторларға тәуелді.

Сығымдалудан тұтанатын қозғалтқыштарда  $\tau_1 + \tau_2$  бірінші екі алдын ала жүретін кезеңдерсіз ыстық жалынға өту мүмкін емес.

Мәжбүрлі оталдыруы бар қозғалтқыштардағы жану процесі

Жану процесінің қалыпты жүруі және оның негізгі фазалары. Қоспаның жану уақытын ескерумен жылу бөліну процесі уақытылы дамуы үшін қозғалтқыштарда тұтану піспек жоғарғы межелі нүктеге (ЖМН) жетпей сығымдау процесінде жүзеге асады. Осыған сәйкес иінді біліктің ЖМН-ге қатысты жағдайы оталдыру бұрышының озуы деп атайды.

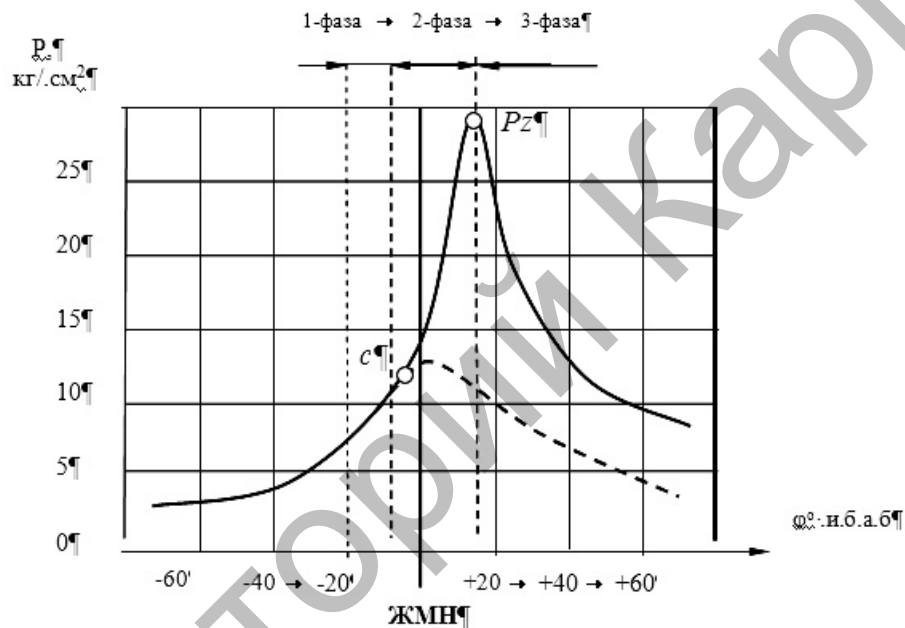
2 - суретінде иінді біліктің айналу бұрышы (и.б.а.б.) бойынша цилиндрдағы газдар қысымының өзгеру сипатын бақылау мүмкіндігін беретін  $P_\phi$  координатасындағы айқара ашылған индикаторлық диаграмма келтірілген.

Р қысым қисығының ұшқынның пайда болған сәтінен С нүктесіне дейін өзгеру сипатынан көрініп тұрғандай қысымның цилиндрде айтарлықтай өзгеруі байқалмайды, яғни қысым оталдырусыз сығымдаған жағдайдан айырмашылығы жоқ. С нүктесінен кейін қысым максимумға ( $P_z$ ) дейін жылдам өседі де, кеңею процесі барысында төмендейді.

Мәжбүрлі оталдыруы бар қозғалтқыштардағы жану процесінің барлық кезеңдерін үш фазаға бөліп қарастырған ыңғайлы:

- I - бастапқы жану ошағының пайда болу фазасы (реакция қамтыған көлем),
- II - жалынның өрістеу фазасы (жалын майданы);
- III - кеңею сызығында жанып біту фазасы.

II фазадағы жану (негізгі) сипаты байсалдылықты анықтайды, яғни иінді біліктің айналу бұрышының  $1^\circ$  тән қысымның өсімімен ( $P_c$ )



Сурет 2. Қалыпты жануда иінді біліктің айналу бұрышы (и.б.а.б.) бойынша цилиндрдегі қысымның өзгеру диаграммасы

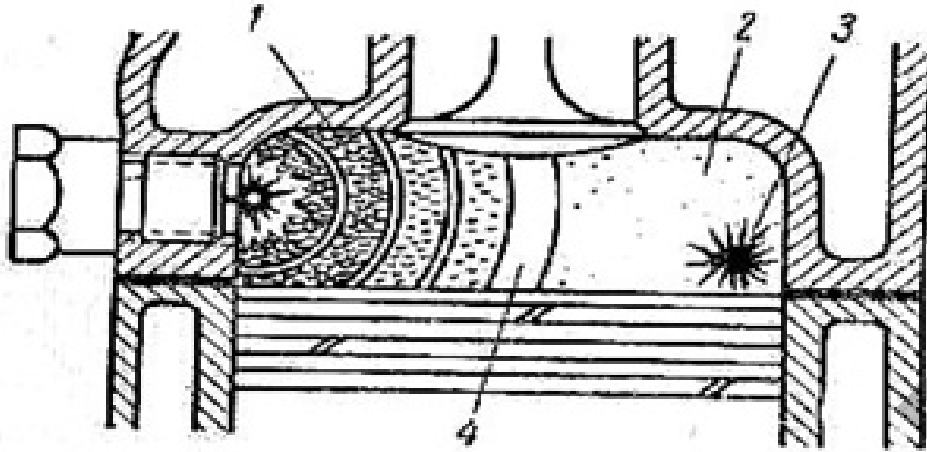
( $P_z$ ) бағаланатын қысымның өсу сипаты болып табылады. Бұл өте маңызды көрсеткіш, өйткені бөлшектердің тозуына, демек, жалпы қозғалтқыштың моторресурсіне ықпалын тигізеді. Жану процесін жалпы қарастырғанда жанудың алғашқы кезеңінде сығылу камерасында газ қоспасының екі көлемі бар деуге болады:

Біріншісі - тұтандырғыш шамы төңірегінде жанып біткен газ көлемі. Бұл көлемде тотығу реакциялары белгілі дәрежеде аяқталған және жалпы көлемнен 6- 8% құрайды;

Екіншісі - жалынмен әлі қамтымаған жаңа қоспа көлемі.

Бастапқы ошақтың дамуы кезінде бөлінген жылу (I фазада) және реакцияның белсенді өнімдері көршілес бөлшектерге беріледі. Олар өз кезегінде тұтанып жанады да қоспаның келесі бөлшектерінің тұтануына әкеледі (II фаза), яғни жалынның таралу процесі басталады[2].

Жанудың негізгі аймағы 3 - суретте көрсетілгендей міндетті түрде терендікпен сипатталады.



Сурет 3. Қозғалтқыштың жану камерасында жалынның таралу сұлбасы: 1 - жанып біткен қоспа; 2 - жанбаған қоспа; 3 - өздігінен тұтану ошағы; 4 -жалынның қозғалу майданы

Жоғарыда келтірілген сұлба бойынша ағатын жануды қалыпты (немесе детонациясыз) деп атайды. Мұндай жану кезінде жалынның таралу механизмі жылудың конвекциямен, ал белсенді бөлшектері молекулярлық диффузиямен, сонымен бірге процеске турбулентті әсер ету арқылы екі жолымен де байланысты[3].

Жану камерасы бойынша жалын барлық бағытта 20-30 м/сек және одан жоғары (40 м/с дейін) жылдамдықпен таралады.

Жалынның таралу жылдамдығы көп факторлардан тәуелді болады, бірақ солардың ішінде негізгі келесі: отын тотығуының химиялық процестер қарқыны, қозғалтқыш құрылымы (сығымдау дәрежесі, құйындатуды қамтамасыз ету, бөлшектердің температурасы), тұтату көзінің энергиясы, оталдырудың озу бұрышы, тұтандырғыш көзінің (шырақтар) саны және тағы басқалар.

*Әдебиеттер:*

1. Н. Н. Семёнов. Потенциалы ионизации и потенциалы свечения газов и паров. УФН.1923. В. 4. С. 449—478.
2. А.С.Соколик, В.П.Карпов. “О влиянии давления на скорость ламинарного и турбулентного горения”. Докл. АН СССР, 1960, С. 1341–1343
3. Мыздыбаев М.С., Мырзабекова Д.М. Автомобильдерге техникалық қызмет көрсету және жөндеу. 5В090100-Тасымалдауды, қозғалысты ұйымдастыру және көлікті пайдалану мамандығының студенттеріне зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулық. – Өскемен.: «ШҚПК Арго» ЖШС, 2014. – 52 б.

<sup>2</sup>Н.К.Танашева, <sup>3</sup>Л.Л. Миньков, <sup>1</sup>А.Ж. Тлеубергенова, <sup>1</sup>К.К. Саденова, <sup>1</sup>А.Н. Дюсембаева  
<sup>1</sup> Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан, E-mail: [shymkent.a7@mail.ru](mailto:shymkent.a7@mail.ru), <sup>2</sup> "Институт прикладной математики" комитета науки РК, Караганда, Казахстан, E-mail: [Nazgulya\\_tans@mail.ru](mailto:Nazgulya_tans@mail.ru), <sup>3</sup> Томский государственный университет, Томск, Россия.

### Конструкция горелочного устройства для сжигания водоугольного топлива

На сегодняшний день апробировано более десяти типов паровых и водогрейных котлов, на которых произведено сжигание ВУТ (ДКВР, ДЕ, КЕ, БКЗ и другие). В большинстве случаев используется факельное или вихревое сжигание.