ЖАНУ ЖЫЛУЫ ЖӘНЕ ПИРОҚҰРАМДАРДЫҢ ТЕМПЕРАТУРАСЫ

Термохимиялық негіздер, жылу балансы және температураны бағалау

Оқу презентациясы • 11 слайд

Негізгі ұғымдар

Жану жылуы

Реакция кезінде бөлінетін жылу мөлшері. Әдетте кДж/моль немесе кДж/кг өлшемімен беріледі.

Жану температурасы

Жылу өнімдерге берілгенде қалыптасатын температура. Ол тек энергияға емес, өнімдердің жылу сыйымдылығына да тәуелді.

Q ↑ және жылу шығыны ↓ болса, температура әдетте жоғарылайды.

Жану жылуының термохимиялық мағынасы

Гесс заңы

Реакцияның жылу эффектісі оның жүру жолына емес, бастапқы және соңғы күйіне тәуелді.

ΔH°реак = ΣνΔH°f(өнімдер) − ΣνΔH°f(реагенттер)

Экзотермиялық реакция үшін ΔH°реак < 0. Бөлінетін жылудың шамасы Q ≈ −ΔH°реак.

Есептеуде барлық заттардың агрегаттық күйі мен температуралық жағдайы бірдей стандартпен алынуы керек.

Пироқұрамдағы энергияның көзі

- Тотықтырғыш жанғыш компоненттің тотығуына қажетті оттекті немесе басқа тотықтырушы бөлшекті береді.
- Жанғыш компонент тотығып, тұрақты өнімдер түзгенде химиялық энергия жылуға айналады.
- Металдық жанғыштар жоғары температура бере алады, бірақ нақты нәтиже бөлшек өлшеміне және реакция толықтығына тәуелді.
- Байланыстырғыштар мен қоспалар жылу балансын, газ түзілуін және жану жылдамдығын өзгертеді.

Жылу балансы

Бөлінген жылу

Химиялық реакция энергиясы

=

Өнімдерді қыздыру

+ фазалық ауысулар
+ диссоциация
+ ортаға тараған жылу

+

Қалдық әсерлер

Толық жанбау және инертті қоспалар

Адиабаталық модельде ортаға кететін жылу нөлге тең деп алынады. Нақты жүйеде бұл шарт толық орындалмайды.

Адиабаталық жану температурасы

T_{ad}

Жүйе қоршаған ортамен жылу алмаспайды деген теориялық жағдайда алынатын ең жоғары температура.

$$\Sigma\, n_i \int_{T_0}^{T_{ad}} C_{p,i}(T)\,dT \;+\; \text{фазалық өзгеріс энергиясы} \;=\; Q_{реак}$$

Өнімдердің құрамы температураға тәуелді болғандықтан, есеп көбіне итерациялық жолмен шешіледі.

Температураға әсер ететін факторлар

Құрамның теңгерімі

Тотықтырғыш пен жанғыштың стехиометриялық сәйкестігі

Жылу сыйымдылығы

Өнімдер жылуды көбірек жұтса, температура төмендейді

Газ түзілуі

Газ көлемінің артуы энергияны үлкен массаға таратады

Фазалық ауысу

Балқу мен булану қосымша энергияны қажет етеді

Диссоциация

Жоғары температурада өнімдер ішінара ыдырайды

Жылу шығыны

Қабықшаға және қоршаған ортаға берілген жылу

Жану жылуы мен температураның айырмасы

Көрсеткіш	Жану жылуы Q	Жану температурасы T
Мағынасы	Бөлінетін энергия	Қызу деңгейі
Өлшемі	кДж/моль, кДж/кг	K немесе °C
Негізгі тәуелділік	Өнімдер мен реагенттердің энтальпиясы	Q, C_p, фаза, диссоциация, жылу шығыны
Практикалық мәні	Энергетикалық мүмкіндікті көрсетеді	Жарық, түс, материалға жылулық әсерді анықтайды

Температураны бағалау алгоритмі

1. Реакция теңдеуін және ықтимал өнімдерді анықтау
2. Стандартты түзілу энтальпиялары арқылы $\Delta H°_{реак}$ есептеу
3. Өнімдердің $C_p(T)$ мәндері мен фазалық өзгерістерін енгізу
4. Энергия балансынан T_ad мәнін итерациямен табу
5. Диссоциацияны және нақты жылу шығынын ескеріп түзету

Нәтиже модельдің жорамалдарына тәуелді. Теориялық температура тәжірибелік мәннен әдетте жоғары болады.

Өлшеу және модельдеу тәсілдері

Эксперимент

- Оптикалық пирометрия
- Спектрлік температураны бағалау
- Жылдам термопаралар

Есептік модель

- Термохимиялық деректер қоры
- Тепе-теңдік құрамын есептеу
- Жылу алмасуды сандық модельдеу

Сенімді бағалау үшін есептік нәтиже өлшеу деректерімен салыстырылады.

Қорытынды және қауіпсіздік

- Жану жылуы реакцияның энергетикалық қорын сипаттайды, ал температура осы энергияның өнімдерге қалай таралғанын көрсетеді.
- Адиабаталық температура теориялық жоғарғы шек болып саналады. Нақты мән жылу шығыны мен толық жанбауға байланысты төмендейді.
- Дәл есептеу үшін энтальпия, жылу сыйымдылығы, фазалық ауысу және диссоциация бірге қарастырылады.

Қауіпсіздік: пиротехникалық құрамдарды тәжірибеде дайындау немесе сынау тек арнайы жабдықталған зертханада, бекітілген регламент пен маман бақылауында жүргізіледі.