

щих веществ в установке очистки технологических газов А.В. Борисенко, предусмотренный в разделе ОВОС, принять к производству, как уникальный способ оздоровления экологической ситуации в г. Приозерске».

Настоящий сравнительный анализ существующих установок по очистке технологических газов и методов очистки газов показывает неоспоримое преимущество установки А. В. Борисенко. Также установлено, что технологии, положенные в её основу, могут эффективно использоваться не только для очистки промышленных дымовых газов, но и для получения новых материалов и возобновляемых топливно-

энергетических ресурсов.

Реализация государственного проекта «Внедрение газоочистных установок в Республике Казахстан» носит экономическую и социальную направленность.

Социально-экономический эффект состоит в возврате в энергетический цикл значительной части сожженного углерода в качестве высококалорийного и чистого топлива с соответствующим уменьшением потребности в топливе.

Экономический эффект заключается в резком снижении выбросов в атмосферу парниковых газов – диоксида и оксида углерода, а также пылевых (дымовых) загрязнений.

Таблица 3

Загрязняющее вещество	Модель 1 т/год	Модель 2 т/год	Модель 3 т/год	Эффективность очистки, % (модель 3)
Пыль SiO ₂ <20 %	2059,2	164,74	0,99	99,95
SO ₂	712,80	712,80	35,64	95,0
CO	620,58	620,58	18,62	97,0
NO _x	275,81	275,81	55,16	80,0
CO ₂	133952,9	133952,9	26790,6	80,0
N ₂ O	12,28	12,28	2,46	80,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никифоров А.Ю., Тростин А.Н. Стоимость подавления отходов. Иваново, 2007.
2. Проект ОВОС, к ТЭО «Строительство нового теплоисточника (Мини-ТЭЦ) г. Приозерск». Караганда: ТОО «ЭКОМ», 2008. 57 с.
3. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. М.: Стройиздат, 1990. 343 с.

ӘОЖ 621.01.531.3

Ж.Б. БӘКІРОВ,
А.Ә. ТӘҢІРБЕРГЕНОВА,
С.К. ЗЯЛАЕВ

Берілген сенімділіктегі конструкция элементтерін жобалау

Кездейсоқ әсер етудегі конструкция элементтерін тығыздыққа, қатандыққа және беріктікке есептеудің басты есебі болып олардың сенімділігін анықтау және нормативтімен салыстыру болып табылады. Егер конструкция сенімділігі нормативтіден үлкен немесе оған тең болса, онда есептеу тоқтатылады. Ал егер бұлай болмаса, онда оның өлшемдерін өзгерту керек және конструкция сенімділігі қажеттіге жақын болғанша есептейміз. Бұлардың орынына жобаланған конструкцияға алдын ала қажетті сенімділікті тағайындау сияқты есептеу әдісін дайындаған дұрыс. Ол үшін конструкцияның геометриялық өлшемдері берілген сенімділік H^* мәніне оның сенімділігін теңестіру шартынан анықталуы керек.

Қауіпті қималардағы есептік кернеулерді жалпы мына түрде көрсетуге болады

$$S = q/k,$$

мұнда q – жүктеме мағынасына ие, жалпы параметр;

k – конструкцияның геометриялық параметрлеріне тәуелді коэффициент.

Енді конструкцияға $P(q)$ белгілі таралу тығыздығымен кездейсоқ жүктеме әсер етсін. Онда есептік кернеулердің таралу заңын ықтималдық тығыздықты қайта түрлендіру өрнегімен анықтайды

$$f(s) = KP(s \cdot k). \quad (1)$$

Кернеудің таралу заңы жүктеменің таралу заңымен сәйкес келеді, ал оның параметрлері ықтималдық теорияның белгілі заңдарымен қайта есептеледі.

Конструкцияның сенімділігін оның істен шықпай жұмыс жасау ықтималдығы деп түсінеміз. Егер R шектік кернеуі детерминдік шама болса, онда сенімділік мына арақатынаспен анықталады

$$H = P = \int_{-\infty}^R f(s) ds = F(R), \quad (2)$$

мұнда $F(s)$ – есептік кернеудің таралу функциясы.

Егер шектік кернеу $f_R(R)$ таралу заңымен кездейсоқ шама болса, онда сенімділік [1] формулаларымен анықталады

$$H = P = \int_{-\infty}^R f(S) \left[\int_S^{\infty} f_R(R) dR \right] dS = \int_{-\infty}^{\infty} f_R(R) \left[\int_{-\infty}^R f_S(S) dS \right] dR. \quad (3)$$

Кейде сенімділікті анықтау үшін $\psi = R - S$ қирамау функциясын енгізген дұрыс. Онда сенімділік мына арақатынаспен анықталады

$$H = \int_0^{\infty} f(\psi) d\psi = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f_R(\psi + S) f_S(S) dS d\psi, \quad (4)$$

мұнда $f(\psi)$ – ψ кездейсоқ шамасының таралу функциясы.

Осы қатынастарды пайдалана отырып, K қимасының геометриялық сипаттамаларының сенімділікпен байланысқан теңдеуін аламыз

$$H = \varphi_n(a_1, a_2, \dots, a_n, K), \quad (5)$$

мұнда a_i – шектік кернеу мен жүктеменің таралу заңының алдын ала белгілі параметрлері.

Әрі қарай берілген мәнге сенімділікті теңестіре отырып, K параметрін анықтаймыз

$$K = \varphi_n(a_1, a_2, \dots, a_n, H_*). \quad (6)$$

Кейде (5) теңдеуін K -ға қатысты шешу мүмкін емес. Бұл жағдайда K шамасын анықтау үшін графикалық әдісті пайдаланған қолайлы. K_i мәндерін бере отырып (5) өрнегінен H_i сенімділігін анықтаймыз. Бұл берілгендер бойынша тәуелділік (5) кестесін құрамыз. Ол кестеден берілген сенімділікке сәйкес K мәнін анықтаймыз. K -нің белгілі мәндерінде деформациялардың кез келген түрлерінде көлденең қиманың өлшемдерін табу жеңіл.

Көрсетілген тәсілді қатандық бойынша берілген сенімділіктегі конструкцияны жобалауда қолдануға болады. Жалпы жағдайда орын ауыстыру былай анықталады

$$u = q / L,$$

мұнда L – конструкция қатандығы.

Сенімділік шамасы ең үлкен орын ауыстыру берілген U_* мәнінен аспау ықтималдығымен түсіндіріледі.

$$H = \int_{-\infty}^{U_*} L \cdot P(Lu) du = \varphi_H(a_1, a_2, \dots, u_*, L), \quad (7)$$

Бұдан қатандықты анықтау үшін $H = H_*$ теңесуін ескере отырып, мына өрнекті аламыз

$$L = \varphi_L(a_1, a_2, \dots, u_*, H_*). \quad (8)$$

L -ді біле отырып, көлденең қиманың өлшемдерін табу оңай.

Берілген сенімділіктегі конструкцияны жобалауды орнықтылыққа есептеу есептері ұқсас түрде шешіледі. Бұл жағдайда сенімділік өлшемдері деп әсер ететін жалпы жүктеме q кризистік $q_{кр}$ мәнінен аспау ықтималдығымен түсіндіріледі.

$$H = \int_{-\infty}^{q_{кр}} P(q) dq. \quad (9)$$

Бұл теңдеуді $H = H_*$ теңесуін ескере отырып, есептеп $q_{кр}$ – мәнін анықтаймыз. Сонымен $q_{кр}$ көлденең қима өлшемдері арқылы өрнектеледі, онда $q_{кр}$ мәні бойынша қиманың өлшемдерін табу оңай, олар берілген сенімділікті орнықтылық бойынша қамтамасыз етеді.

Қиманың геометриялық өлшемдері сонымен бірге көбінесе қалыпты заңмен таратылған кездейсоқ шамалар болуы мүмкін. Сондықтан жоғарыда табылған қиманың d өлшемі номинальді $d_{ном}$ – нан дайындаудағы мүмкіндік өлшеміне Δ өзгеше, ол H_q есептеуінің сенімді ықтималдығына тәуелді болады.

$$d = d_{ном} - \Delta.$$

Шектің қалыпты заңмен таралу барысында номинальды өлшемін мына формула бойынша анықтауға болады

$$d_{ном} = d / (1 - \gamma k_d), \quad (10)$$

мұнда $\gamma - H_q$ ықтималдығы үшін гаусстік сенімділік деңгейі;

k_d – өлшемнің вариация коэффициенті.

Қиманың геометриялық өлшемдерінің кездейсоқ шашырауларын ескеру жағдайында кесу формаларында H_* -ның орнына H_*/H_q шамаларын қою керек.

Шектік жағдай бойынша конструкция элементтерін жобалау мысалдары келтірілген. Онда (2) арақатынасынан аламыз

$$H_* = \Phi[(R - m_s) / \sigma_s] = \Phi[(RK - m_q) / \sigma_q].$$

Бұдан шығатыны:

$$K = (m_q + \gamma_H \sigma_q) / R,$$

мұнда $\gamma_H - H_*$ ықтималдығына сәйкес келетін қалыпты таралудың квантили (сенімділіктің гаустік деңгейі).

Егер кернеу, сәйкесінше есептік кернеу логарифмді қалыпты заңмен таратылған, онда (2) арақатынасынан аламыз

$$H = \Phi\left[\frac{\ln R - m_{zs}}{\sigma_{zs}}\right] = \Phi\left[\frac{\ln R - m_{zq} + \ln K}{\sqrt{\ln(k_q^2 + 1)}}\right] = \Phi\left[\frac{\ln(\sqrt{1+k_q^2} \cdot RK / m_q)}{\sqrt{\ln(1+k_q^2)}}\right],$$

мұнда $m_{zs} \sigma_{zs} - z = \ln s$ шамасының математикалық үміті мен тұрақтысы;

$k_q = \sigma_q / m_q$ – жүктеменің вариация коэффициенті.

Мұнда ескерілді

$$\sigma_z^2 = \ln(k_q^2 + 1), \quad m_z = \ln m_q - \sigma_z^2 / 2. \quad (11)$$

Бұдан шығатыны

$$K = (m_q / R) \exp\left[\gamma_H \sqrt{\ln(1+k_q^2)}\right] / \sqrt{1+k_q^2}. \quad (12)$$

Енді жүктеме мен кернеу гамма – таралуға ие болсын. Онда (2) арақатынасынан аламыз

$$H_* = P(2R / b_q, 2a_s + 2) = P(2RK / b_q, 2a_q + 2).$$

Бұдан алатынымыз

$$K = \gamma_x b_q / 2R, \quad (13)$$

мұнда $\gamma_x - H_*$ берілген сенімділікке сәйкес келетін «хи-квадрат» таралуының квантили, бостандық дәрежесі $a = 2a_q + 2$.

Егер жүктеме Вейбулл заңына бағынса, онда

$$H_* = 1 - \exp\left[-(R - x_{0s})^b / a_s\right] = 1 - \exp\left[-(RK - x_{0q})^b / a_q\right].$$

Бұдан шығатыны

$$K = \{[-a_q \ln(1 - H_*)]^{1/b_q} + x_{0q}\} / R. \quad (14)$$

Енді шектік және әсер етуші кернеу қалыпты заңға бағынатын кездейсоқ шамалар. Онда ψ функциясы да қалыпты заңға бағынады, параметрлері $m_\psi = m_R - m_S, \sigma_\psi^2 = \sigma_R^2 + \sigma_S^2$.

$$H = \Phi(t_0) = \Phi\left[(m_R - m_S) / \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}\right],$$

$$\gamma_H = \frac{Km_R - m_q}{\sqrt{K^2 \sigma_R^2 + \sigma_q^2}}.$$

Бұл теңдеуді K -ға қатысты шеше отырып, мынаған ие боламыз

$$K = \frac{m_q}{m_R} \cdot \frac{1 + \gamma_H \sqrt{k_q^2 + k_R^2 - (\gamma_H \cdot k_R k_q)^2}}{1 - \gamma_H^2 k_R^2}, \quad (15)$$

мұнда k_q, k_R – жүктеме мен шектік кернеудің вариация коэффициенттері.

Егер шектік және әсер етуші кернеу логарифмді қалыпты заңмен таратылған болса, онда (4) өрнегінен

$$H_* = \Phi \left[(m_{\ln R} - m_{\ln S}) / \sqrt{\sigma_{\ln R}^2 + \sigma_{\ln S}^2} \right] = \Phi(\gamma).$$

Бұдан (11) ескерумен, аламыз

$$\gamma_H = \frac{\ln \frac{m_R}{m_S} - \ln \left(\frac{1 + k_R^2}{1 + k_S^2} \right)^{\frac{1}{2}}}{\left\{ \ln [1 + k_R^2] (1 + k_S^2) \right\}^{\frac{1}{2}}}. \quad (16)$$

$m_S = m_d/k, k_S = k_q$ екенін ескеріп, аламыз

$$K = \frac{m_q}{m_R} \cdot \frac{\sqrt{1 + k_R^2} \exp \left\{ \gamma_H \sqrt{\ln [1 + k_R^2] (1 + k_q^2)} \right\}}{\sqrt{1 + k_q^2}}. \quad (17)$$

Жүктеме мен шектік кернеу Вейбулл заңымен таратылсын. Онда конструкция сенімділігі [2] өрнегімен анықталады

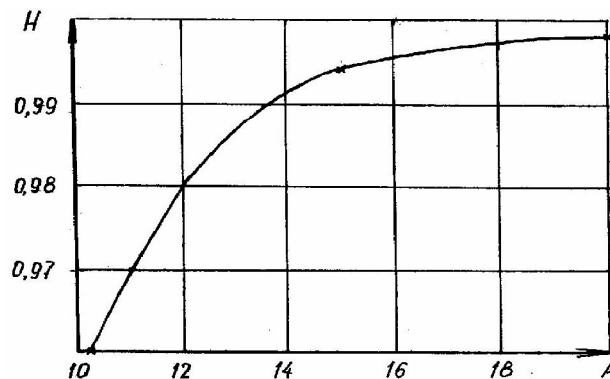
$$H = 1 - \int_0^{\infty} \exp \left\{ - \left[(Ay^{1/\beta_R} + C)^{\beta_q} + y \right] \right\} dy,$$

мұнда $A = K \alpha_R^{1/\beta_R} / \alpha_q^{1/\beta_q}, C = (KR_0 - q_0) / \alpha_q^{1/\beta_q}$.

Бұнда α_R, β_R, R_0 және α_q, β_q, q_0 – жүктеме мен шектік кернеудің Вейбулл заңы бойынша таралу заңдары.

K -ны анықтау үшін белгілі таралу өлшемдерінің жүктеме және беріктікті есептеу әдісімен интеграл мәні анықталады және K параметрі бойынша сенімділік тәуелділік графигі құрылады. Бұл графиктен берілген сенімділік бойынша геометриялық сипаттардың мәндерін анықтаймыз, олар конструкцияның берілген сенімділігін қамтамасыз етеді.

Суретте $C = 0$ үшін және әр түрлі $\lambda = \beta_q / \beta_R$ мәндерінде $H = f(A)$ тәуелділік кестесі келтірілген.



1. – $\lambda = 0,25$; 2. – $\lambda = 0,5$; 3. – $\lambda = 1,0$.

Беріктік пен кернеудің Вейбулл заңы бойынша таралу сенімділігінің өзгеру графигі

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. М.: Мир, 1980. 604 с.
2. Бакиров Ж.Б., Танирбергенова А.А. Кездейсоқ кернеулердегі құрылыс сенімділігін анықтау // Тр. междунар. науч. конф. «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан 2030». Караганда, 2009. С. 173-175.