



БАРБОТАЖЛИ АБСОРБЦИОН АППАРАТИНИНГ ГАЗ УЗАТУВЧИ ТЕШИКЛАРИ ГИДРОДИНАМИКАСИ

Каримов Икромали Тожиматович

Халилов Исмоилжон

Фарғона политехника институти

karimovikromali@mail.ru

Аннотация: Мақолада назарий тадқиқотлар натижасида аппаратнинг аралаштирувчи секцияларига тозаланадиган газни тенг тақсимланиши ва барқарор гидродинамик режимда ишлашини таъминловчи газ ёстиғи «h» баландлиги қийматини ҳисобловчи тенглама тавсия этилган ва тешикларнинг қаршилик коэффициенлари аниқланган

Таянч сўзлар: газ ёстиғи, қаршилик коэффициенти, суюқлик, барботаж, аралаштириш зонаси, газ миқдори, газ тезлиги, суюқлик тезлиги.

Аннотация: В статье в результате теоретических исследований предложено уравнение, рассчитывающее значение высоты газовой подушки «h», обеспечивающее равномерное распределение очищенного газа по секциям смешения аппарата и работу в стабильном гидродинамическом режиме и определено коэффициента сопротивления отверстий.

Ключевые слова: газовая подушка, коэффициент сопротивления, жидкость, пузырь, зона смешения, объем газа, скорость газа, скорость жидкости.

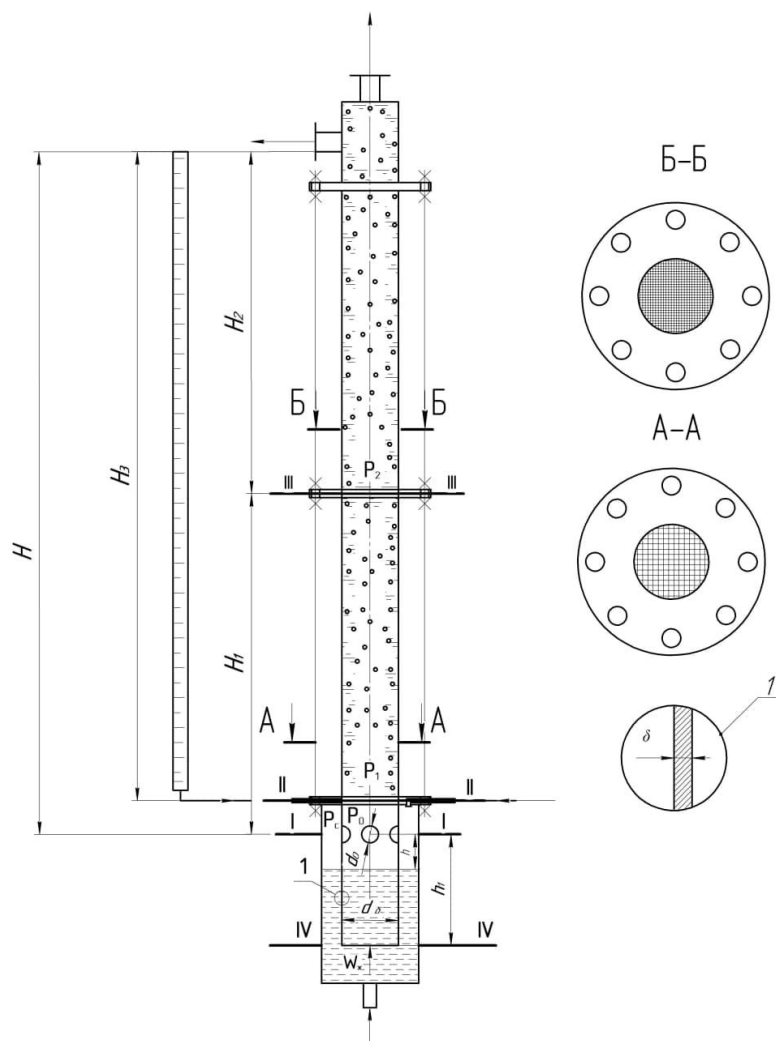


Abstract: In the article, as a result of theoretical studies, the equation for calculating the value of the height of the gas cushion "h" that ensures equal distribution of the purified gas to the mixing sections of the apparatus and operation in a stable hydrodynamic mode is recommended, and the resistance coefficients of the holes are determined.

Key words: gas cushion, drag coefficient, liquid, bubble, mixing zone, gas volume, gas velocity, liquid velocity.

Кириш. Газларни тозалаш жараёнларини амалга ошириш учун турли конструкциядаги аппаратлар қўлланилади. Уларнинг ҳар бири, маълум бир ифлосланган газни тозалаш учун ишлатилади. Ҳозирги кунда долзарб вазифаларидан бири саноат қархоналаридан чиқаётган газлар таркибидаги кўп фазали кўп компонентли ифлослантирувчи моддаларни самарали тозалайдиган аппаратларни яратиш ва ишлаб чиқишга жорий этишдир. Бундан келиб чиқиб, тадқиқотчилар олдида қуйидаги асосий вазифалар қўйилган[1;76-92-б,2;104-126-б,3;132-146-б,9; 74-94-б]. Газларни заррачалар ва газ аралашмаларидан комплекс тозалайдиган, шунингдек уларни ишлаб чиқаришга жорий этиш муаммосини ҳал қиладиган аппаратларни истиқболли, такомиллашган конструкциясини яратиш ва ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқишдир.

Тадқиқот объекти. Бу талаблардан келиб чиқиб, Биз томонимиздан жадал режимда ишловчи, массаалмашинув жараёни самарадорлиги юқори бўлган барботажли абсорбцион аппаратни янги тузилмаси ишлаб чиқилди. Аппаратни ҳисоблаш схемаси қуйида келтирилган (1-расм).



1-Расм. Газ ёстиғини ҳисоблаш схемаси.

Абсорбцион аппаратнинг контакт зоналарига тозаланадиган газни тенг тақсимланишида газ ёстиғи “ h ” нинг баландлигини аниқлаш муҳим муҳим аҳамиятга эга. Шу мақсадда газ ёстиғи баландлиги қийматини назарий тадқиқотлар асосида таҳлил қиламиз. Газ ёстиғи баландлиги қиймати аппаратнинг контакт зоналарига газ узатувчи тешик 2а лардан чиқаётган газ тезликларига боғлиқ бўлиб, тешик диаметрлари асосий рол ўйнайди ва барқарор газ ёстиғини ҳосил қилишда муҳим аҳамиятга эга. Газ ёстиғи баландлиги қийматини ҳисоблаш тенгламаси В.Н.Соколов ва Ю.К. Геллислар томонидан газ суюқлик реакторлари учун таклиф қилинган. Лекин биз томонимиздан таклиф этилаётган абсорбцион аппаратда остки ва устки



аралаштириш секциялари мавжуд ва ҳар бир секцияга газ пуфакларини майдалаш учун йирик ва майда ўлчамли сеткалар ўрнатилган. 1-расмда газ ёстиғини ҳисоблаш схемаси келтирилган. Газ ёстиғи «h» нинг баландлиги тешик 2a нинг марказий ўқидан суюқлик эгаллаган сатҳгача бўлган масофадир. Аппаратни лойихалашда тешиклар диаметри шундай танланиши керакки, газ ёстиғидан аппарат поғоналарида жойлашган бир неча барботаж секцияларида тенг жадалликдаги гидродинамик жараён учун шароит яратсин [5,6,8; 99-105-б].

Олинган натижалар. Газ ёстиғи «h» ни баландлигини топиш мақсадида, Бернулли тенгламасини I-I, II-II, III-III ва IV-IV кесимларга тадбиқ этилса, газ ёстиғидаги босим P_c ва барботаж патрубкаи ичидаги босим P_o га боғлиқ ҳолда кесимлардаги умумий босимларни кўриб чиқамиз (1-расм).

I-I (тешик марказидаги) ва II-II (суюқликни барботаж қувурига киришидаги) кесимлардаги босимларни қуйидагича ёзамиз.

$$P_c + h\rho_c g + (h_1 - h)\rho_c g = P_o + h_1\rho_c g + \frac{\rho_c \bar{w}_c^2}{2} + \Delta P_n \quad (1)$$

бу ерда $\bar{w}_c = w_c(1 - \varphi)$ - I-I кесимдаги суюқликнинг нисбий тезлиги м/сек;

φ - кесимдаги суюқлик таркибидаги газ миқдори.

ΔP_n - h_1 - баландликдаги босимнинг йўқотилиши бўлиб, у қуйидаги тенглама ёрдамида топилади.

$$\Delta P_n = \left((\xi_1 + \xi_2 + \xi_{ex} + \lambda_B \frac{h_1}{d_B}) \frac{\rho_c w_c^2}{2} \right) \quad (2)$$

бу ерда ξ_1 - III-III кесимдаги суюқликни йирик сеткадан ўтишидаги гидравлик қаршилик коэффициенти;



ξ_2 -IV-IV кесимдаги суюқликни майда сеткадан ўтишидаги гидравлик қаршилик коэффициентлари;

$\xi_{вх}$ -суюқликни барботаж патрубкисига киришидаги қаршилик коэффициентлари.

Текширилаётган аппаратда ξ_1 ва ξ_2 қаршилик коэффициентлари қуйидагича аниқланади [6,7].

$$\xi_1 \xi_2 = \Pi \cdot \frac{d}{a} \cdot \sum S \quad (3)$$

бу ерда Π -тўғрилаш коэффициентлари бўлиб, тажрибалар орқали аниқланади; d - танланган сетка сими диаметри, м; δ -сетка квадрат тешик ўлчами, м; S -сетканинг умумий юзаси, м².

Газ ёстиғидаги босим P_c ни P_o билан ҳамда барботаж патрубкисига газ ўтказувчи тешикларнинг гидравлик қаршиликларини енгиш учун йўқотилган босим ΔP_r билан ифодаланса қуйидаги кўринишга келади.

$$P_c = P_o + \Delta P_r \quad (4)$$

Бу ерда ΔP_r газни ўтишида тешикларнинг гидравлик қаршиликларини енгиш учун йўқотилган босим бўлиб, қуйидагича аниқланади [5,8; 99-105-б].

$$\Delta P_r = \xi_0 \frac{\rho_z \cdot w_z^2}{2} + \frac{2\sigma}{R_o} + \Delta P_{ст} \quad (5)$$

Бу ерда ξ_0 тешикнинг қаршилик коэффициенти;

$\Delta P_{ст}$ - суюқлик қатламининг статик босими;

R_o - барботаж патрубкисига газ ўтказувчи тешик радиуси.



(5) - тенгламани (4) - тенгламага қўйиб, керакли математик амаллар бажарилса тенглама қўйидаги кўринишга келади.

$$P_0 = P_c - \xi_0 \frac{\rho_\Gamma \cdot w_\Gamma^2}{2} \quad (6)$$

Бу тенгламани (1) - тенгламага қўйиб, қўйидаги тенгламани ҳосил қилиш мумкин.

$$h\Delta\rho g = \xi_0 \frac{\rho_\varepsilon \cdot w_\varepsilon^2}{2} - \left(\xi_1 + \xi_2 + \xi_{\text{ex}} + \frac{1}{(1-\phi)^2} + \lambda_B \frac{h_1}{d_B} \right) \frac{\rho_c \cdot w_c^2}{2} \quad (7)$$

ω_Γ - тешикдан чиқаётган газнинг ҳақиқий тезлиги, м/с;

Тешикдан чиқаётган газнинг струяли режимида Лаплас қонуни (4) - тенгламадаги $\Delta P_{\text{ст}}$ ни ҳам ҳисобга олмасликни таъкидлайди. Кўп турбали реакторнинг моделида олиб борилган тадқиқотлардан шу нарса маълум бўладики барботаж турбалари сони ортиб бориши билан газ ёстиғи ҳам ўсиб боради. Буни шундай изохлаш мумкин. Турли труба тешикларида газнинг пульсацион ўтиши, аппаратдаги газ суюқлик аралашмасининг юқори сатхи тебранишларига боғлиқ равишда бўлади.

Кўп турбали барботаж аппаратларида, газ ёстиғини аниқловчи тешикдаги газнинг ўртача ҳақиқий тезлиги, газ сарфи бўйича ҳисобланган тезлигидан юқори. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, бундай тафовут барботаж турбалари сонининг аниқланишигача кузатилади. Аппаратдаги суюқликнинг юқори сатхи учун динамик тебранишларни ўртачалаштириш қонуни кучга киради (2- расм).

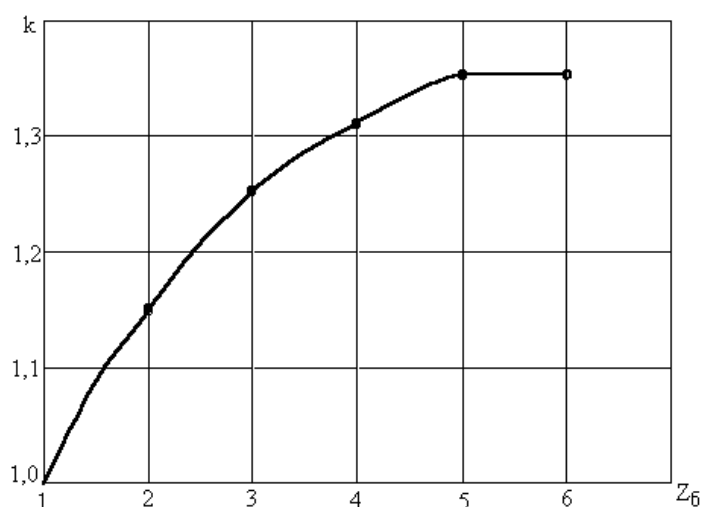
Бу графикдан пулсация коэффициенти $K = \frac{w_\varepsilon}{(w_\varepsilon)_\rho}$ билан, барботаж турбалари сони Z_6 орасидаги боғлиқликни кўриш мумкин [5,8; 99-105-б].



(7) - тенгламадан газ ёстиғи баландлиги «h» ни керакли математик амалларни бажариб топилса қўйидаги кўринишга келади.

$$h = \xi_o \frac{[Kw_o]^2 \rho_z}{2g\Delta\rho} - (\xi_1 + \xi_2 + \xi_{ex}) \frac{\rho_c \cdot w_c^2}{2g\Delta\rho} \quad (8)$$

Бу ерда ξ_o - барботаж трубасидаги тешикнинг қаршилик коэффиценти; w_o - газнинг тешикдан ўтишдаги сарфий тезлиги, м/сек; ρ_r - газнинг зичлиги кг/м^3 ; K - пулрсация коэффиценти, ρ_c - суюқликнинг зичлиги, кг/м^3 ; g - эркин тушиш тезланиш , ($9,8 \text{ м/сек}^2$); $\Delta\rho$ - аралашма зичлиги, кг/м^3 .



2- Расм. Пулрсация коэффицентининг ўзгариш графиги.

Келтириб чиқарилган (8) тенглама ёрдамида аппаратнинг аралаштирувчи секцияларига газ узатувчи тешикнинг қаршилик коэффиценти ξ_o ҳамда газ тезлиги w_o маълум бўлса газ ёстиғи баландлиги «h» ни топиш мумкин [5; 99-105-б].



Тешикларнинг қаршилик коэффициентини Ю.К.Геллис томонидан қуйидаги тенглама орқали ҳисоблаш тавсия этилган [5,8; 99-105-б].

$$\xi = 0,5 + \left(1 + 0,37 \frac{\sigma}{\sigma_{\text{суг}}}\right)^2 + \tau_0 \left(1 - \frac{\sigma}{\sigma_{\text{суг}}} \cdot 0,37\right) + \lambda_0 \frac{\delta}{d_0} \quad (9)$$

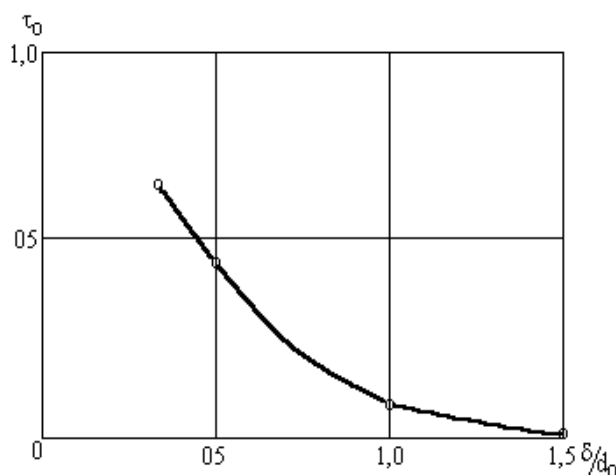
бунда $\tau_0 = f\left(\frac{\delta}{d_0}\right)$ - тешикнинг формасига боғлиқ бўлган коэффициент; λ_0 - ишқаланиш коэффициенти бўлиб, газ оқими ламинар режимда бўлса, қуйидаги тенглик орқали топилади [5,8; 99-105-б].

$$\lambda_0 = \frac{64}{\text{Re}} \quad (10)$$

бунда Re рейнольдс мезони; δ - тешик девори қалинлиги (м); d_0 - тешик диаметри, (м);

(9) тенгламани ишончли эканлигини бир неча тадқиқотчилар тешикнинг шаклига боғлиқ ҳолда аниқлашган ва қуруқ тешик учун $\xi=1,5 \div 2$ тажриба қийматларини қабул қилишган. Бу тўла қонуний бўлиб, қуруқ тешик учун $\frac{f_0}{f_{\text{Бх}}} \approx 0$ бўлса ва τ_0 нинг қиймати

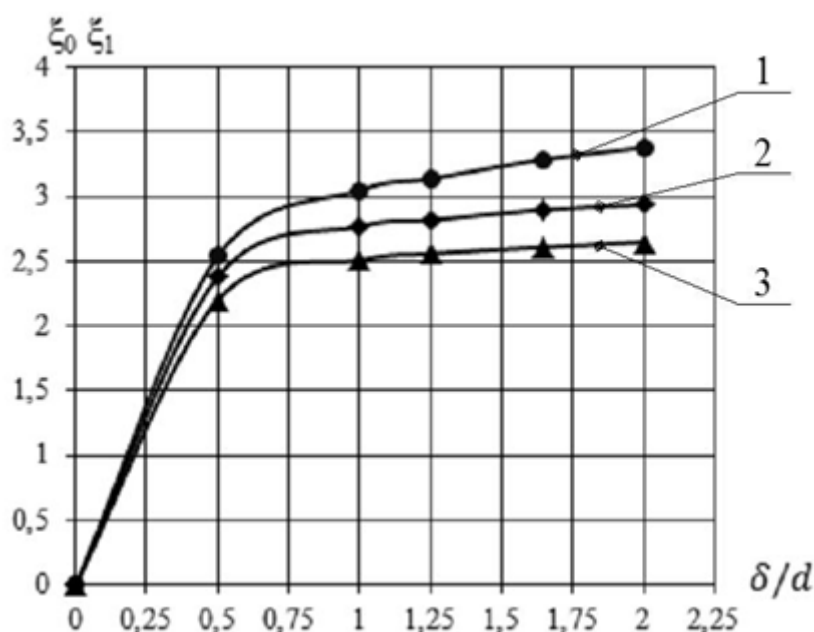
$\frac{\delta}{d_0}$ га нисбатан 0,7 дан 0 гача ўзгаради [5,8; 99-105-б]. (3-расм).





3-расм. τ_0 ва $\frac{\delta}{d_0}$ орасидаги боғлиқлик графиги

(9) тенгламадан фойдаланиб биз текшираётган аппаратнинг газ узатувчи тешикларининг тешикларининг қаршилик коэффицентлари аниқланди (4- расм).



1. $\sigma=0,073$ н/м, 2. $\sigma=0,038$ н/м, 3. $\sigma=0,0248$ н/м

4-расм. ξ_1 ξ_0 ва δ/d орасидаги боғлиқлик графиги

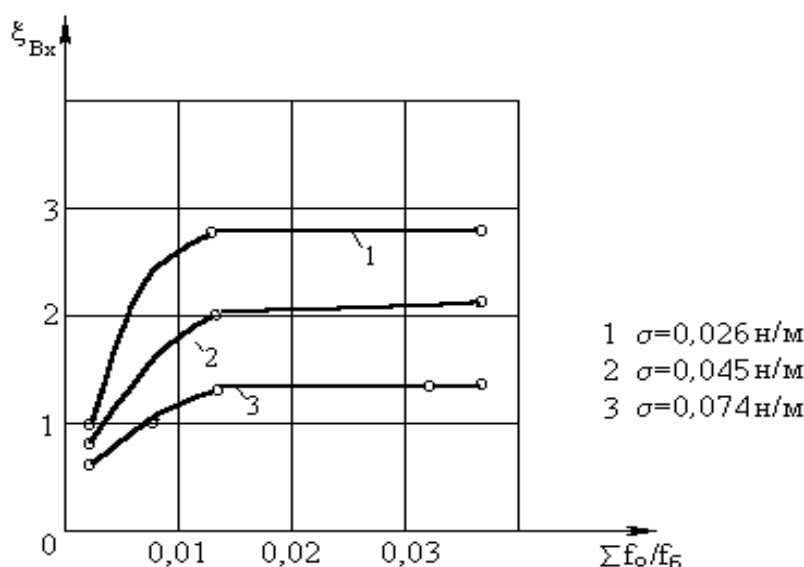
Барботаж патрубкасига кираётган суюқликнинг умумий қаршилик коэффиценти уч ифода йиғиндисидан ташкил топган:

$$\xi_{\text{Вх}} + \frac{1}{(1-\varphi)^2} + \lambda \frac{h_1}{d_6} \quad (2.16)$$

Геллис тажрибалар натижасида суюқликларнинг сирт таранглигига боғлиқ ҳолда, суюқликни барботаж патрубкасига киришдаги қаршилик коэффицентинини аниқлаган [8; 99-105-б]. (5- расм).



Газ тақсимловчи қурилмани лойиҳалаётганда Идельчик тавсиясидан ҳам фойдаланиш мумкин [8; 99-105-б]. Агар $\frac{\delta}{d_0} > 0,05$ бўлса $h_2 > d_6$ ва $h_1 = 4d$ унда $\xi_{\text{вх}} = 0,5$ деб қабул қилиб, $\frac{\lambda_0 h_1}{d_6}$ ни ҳисобга олмаслик ҳам мумкин (1-расм).



5-расм. $\xi_{\text{вх}}$ ва $\Sigma f_0/f_6$ орасидаги боғлиқлик графиги

Хулоса

Илмий тадқиқот ишида саноат корхоналаридан чиқаётган газлар таркибидаги заррачалар ва газ аралашмаларини тозаловчи, абсорбциялаш самарадорлиги юқори бўлган, ихчам, тозалаш самарадорлиги юқори барботажли абсорбция аппаратини такомиллаштирилган конструкцияси таклиф этилди. Олиб борилган назарий тадқиқотлар натижасида аппаратнинг аралаштирувчи секцияларига тозаланадиган газни тенг тақсимланиши ва барқарор гидродинамик режимда ишлашини таъминловчи газ ёстиғи «h» баландлиги қийматини ҳисобловчи тенглама тавсия этилди ва тешикларнинг қаршилик коэффицентлари аниқланди.



Адабиётлар:

1. Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А. и др. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник в 2-х кн. М.: Логос; Высшая школа, 2003. Кн. 2. 872 с.
2. Аксельрод Ю.В. Газожидкостные хемосорбционные процессы. М.: Химия, 1989-240 с.
3. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. -Изд. 3-е. В 2-х кн.: Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. М.: Химия, 2002. 368 с
4. Каримов И.Т. Анализ результатов исследований по определению газовой подушки газораспределительного устройства барботажного экстрактора. Universum: технические науки: Научный журнал.- №10(67) Часть 1. Москва., Изд. "МЦНО", 2019. 47-53 с.
5. Каримов И.Т. Барботажли экстракторда суюклик фазаларини инерт газ билан аралаштиришда пуфакларнинг фазалараро алоқа юзалари ва ўлчамлари // ТКТИ. Кимё ва кимё технологияси илм-техн. Журн. Тошкент. 2019. №4. 34-39 бетлар.
6. Karimov I., Alimatov B. Hydrodynamics of non-sinking disperse phase holding filter in bubbling extractor // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2019. – №. 9-10.
7. Мадаминова Г.И., Тожиев Р.Ж., Каримов И.Т. Барабанное устройства для мокрой очистки запыленного газа и воздуха// Universum: технические науки.– №. 5 (86). Часть 4., М., Изд. "МЦНО", -2021. С.45-49.
8. Соколов В.Н., Доманский И.В. Газожидкостные реакторы. – Л.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
9. Сугак. Е.В. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинамическими режимами Е.В. Сугак., Н.А. Войнов, Н.А. Николаев – Казань: Риц и «Школа», 1999-224 с.