

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

1 (427)

**ҚАҢТАР – АҚПАҢ 2018 ж.
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2018 г.
JANUARY – FEBRUARY 2018**

**1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947**

**ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR**

**АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK**

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

Б а с р е д а к т о р ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Ағабеков В.Е. проф., академик (Белорус)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Ресей)
Газалиев А.М. проф., академик (Қазақстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Қазақстан)
Жармағамбетова А.К. проф. (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Қырғыстан)
Итқулова Ш.С. проф. (Қазақстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Қазақстан)
Баешов А.Б. проф., академик (Қазақстан)
Бүркітбаев М.М. проф., академик (Қазақстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Молдахметов М.З. проф., академик (Қазақстан)
Мансуров З.А. проф. (Қазақстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Қазақстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. академик (Қазақстан)
Стрельцов Е. проф. (Белорус)
Тәшімов Л.Т. проф., академик (Қазақстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Тәжікстан)
Фарзалиев В. проф., академик (Әзірбайжан)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №1089-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / chemistry-technology.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2018

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Агабеков В.Е. проф., академик (Беларусь)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Россия)
Газалиев А.М. проф., академик (Казахстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Казахстан)
Жармагамбетова А.К. проф. (Казахстан), зам. гл. ред.
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Кыргызстан)
Иткулова Ш.С. проф. (Казахстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Казахстан)
Баешов А.Б. проф., академик (Казахстан)
Буркитбаев М.М. проф., академик (Казахстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Мулдахметов М.З. проф., академик (Казахстан)
Мансуров З.А. проф. (Казахстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Казахстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. академик (Казахстан)
Стрельцов Е. проф. (Беларусь)
Ташимов Л.Т. проф., академик (Казахстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Таджикистан)
Фарзалиев В. проф., академик (Азербайджан)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2018

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,
Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov**

E d i t o r i a l b o a r d :

Agabekov V.Ye. prof., academician (Belarus)
Volkov S.V. prof., academician (Ukraine)
Vorotyntsev M.A. prof., academician (Russia)
Gazaliyev A.M. prof., academician (Kazakhstan)
Yergozhin Ye.Ye. prof., academician (Kazakhstan)
Zharmagambetova A.K. prof. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Zhorobekova Sh.Zh. prof., academician (Kyrgyzstan)
Itkulova Sh.S. prof. (Kazakhstan)
Mantashyan A.A. prof., academician (Armenia)
Praliyev K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Bayeshov A.B. prof., academician (Kazakhstan)
Burkitbayev M.M. prof., academician (Kazakhstan)
Dzhusipbekov U.Zh. prof., corr. member (Kazakhstan)
Muldakhmetov M.Z. prof., academician (Kazakhstan)
Mansurov Z.A. prof. (Kazakhstan)
Nauryzbayev M.K. prof. (Kazakhstan)
Rudik V. prof., academician (Moldova)
Rakhimov K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Streltsov Ye. prof. (Belarus)
Tashimov L.T. prof., academician (Kazakhstan)
Toderash I. prof., academician (Moldova)
Khalikov D.Kh. prof., academician (Tadjikistan)
Farzaliyev V. prof., academician (Azerbaijan)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.
ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2018

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,
e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 1, Number 427 (2018), 87 – 92

УДК 66.02.071.7

А.А. Ешжанов¹, А.А. Волненко¹, А.Э. Левданский², Б.Н. Крганбаев¹¹ Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова, г.Шымкент, Казахстан;² Белорусский государственный технологический университет, г.Минск, Беларусь
e.mail: nii_mm@mail.ru**К РАСЧЕТУ ЭКВИВАЛЕНТНОГО ДИАМЕТРА
КОМБИНИРОВАННОЙ РЕГУЛЯРНО–ВЗЕШЕННОЙ НАСАДКИ**

Аннотация. Исходя из анализа работы существующих теплообменников аппаратов со стационарной насадкой, показаны преимущества аппарата с трубчатой насадкой регулярной структуры, заключающиеся в том, что в трубчатой насадке возможно регулирование процесса теплообмена непосредственно в зоне контакта при подаче теплоносителя в трубы. При этом контакт происходит через стенки труб и движение теплоносителя в трубах не влияет на структуру газожидкостного слоя в аппарате. Дополнительные преимущества дает введение в контактную зону дискретных контактных элементов (шары, кубики и т.д.), которые при рабочих условиях обеспечивают очистку поверхностей контактной зоны трубного пространства, сохраняют синфазный режим взаимодействия вихрей и увеличивают межфазную поверхность.

Рассмотрено движение газа через стационарную насадку по извилистым каналам, образованным насадочными телами. Применительно к теплообменнику аппарату с комбинированной регулярно – взешенной насадкой получены уравнения для определения удельной поверхности трубчато - шаровой насадки, их объемной порозности, а также уравнение для расчета ее эквивалентного диаметра.

Дан анализ влияния шагов расположения труб в вертикальном и радиальном направлениях, диаметров труб и шаровой насадки на величину эквивалентного диаметра.

Ключевые слова: регулярная насадка, вертикальный шаг, радиальный шаг, трубы, шары, трубчато-шаровая насадка, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр.

Введение. В настоящее время разработано большое количество теплообменников аппаратов, используемых для проведения процессов абсорбции, ректификации, экстракции, охлаждения газов и жидкостей [1-5].

В большинстве случаев, в силу своих конструктивных особенностей, разработанные аппараты могут быть использованы для проведения только одного технологического процесса [6-10] или сопутствующих процессов [11-15]. Например, абсорбция горячего газа, содержащего твердые частицы. Основным процессом является абсорбция, но параллельно ей осуществляется теплообмен и очистка от твердых частиц. При этом регулирование параллельно протекающих процессов практически невозможно.

Особенностью разработанной и исследованной конструкции аппарата с трубчатой насадкой регулярной структуры [16] является то, что в ней возможно регулирование процесса теплообмена непосредственно в зоне контакта при подаче теплоносителя в трубы. При этом контакт происходит через стенки труб и движение теплоносителя в трубах не влияет на структуру газожидкостного слоя в аппарате.

Недостатком известного аппарата является то, что при проведении некоторых массообменных процессов (например, в производстве кальцинированной соды аммиачным способом в процессах абсорбции аммиака и углекислого газа раствором хлорида натрия) происходит выпадение тонкодисперсных твердых частиц, отлагающихся на трубном пучке и стенках аппарата, в результате чего возможно зарастание межтрубного пространства, приводящего к нарушению

синфазного режима, а, следовательно, к значительному снижению эффективности проводимых процессов [17-19].

Для исключения этого предлагается ввести в контактную зону дискретные контактные элементы (шары, кубики и т.д.), которые при рабочих условиях обеспечивают очистку поверхностей контактной зоны трубного пространства, сохраняют синфазный режим взаимодействия вихрей и увеличивают межфазную поверхность [20].

Методы исследований. Для проведения исследований использованы численные методы с применением ЭВМ.

Результаты исследований. Газ движется через насадку по извилистым каналам, образованным насадочными телами. Сечение этих каналов не постоянно по высоте аппарата и, следовательно, скорость газа также является переменной величиной. При изучении насадочных абсорберов исходят из средней скорости газа, которую находят делением объемного расхода газа на среднее сечение каналов [2].

Для насадочных аппаратов со стационарной насадкой [2] площадь сечения колонны S (м^2), высота насадки H (м) и ее свободный объем ε . Тогда объем пустот в насадке, т.е. объем каналов, по которым движется газ, составляет $SH\varepsilon$ (м^3). Средняя длина каналов (длина пути газа) равна Hk (здесь k – коэффициент, учитывающий извилистость каналов). Среднее значение каналов составляет:

$$S_{\text{кан}} = \frac{S \cdot H \cdot \varepsilon}{H \cdot k} = \frac{S \cdot \varepsilon}{k} \quad (1)$$

Величину $\omega = S_{\text{кан}}/S = \varepsilon/k$, равную отношению среднего сечения каналов к сечению колонны, называют живым сечением насадки [2].

Средняя скорость газа:

$$w = \frac{V_z}{S_{\text{кан}}} = \frac{V_z}{S \cdot \omega} = \frac{w_0 \cdot k}{\varepsilon}, \quad (2)$$

где $w_0 = V_z/S$ - скорость газа, отнесенная ко всему сечению колонны.

Обычно принимают $k=1$, тогда $\omega = \varepsilon$ и уравнение (2) принимает вид:

$$w = \frac{w_0}{\varepsilon} \quad (3)$$

Эквивалентный диаметр насадки определим как эквивалентный диаметр каналов, по которым движется газ [2]:

$$d_{\text{экв}} = \frac{4\varepsilon}{a_n}, \quad (4)$$

где ε - объемная порозность насадки; a_n – удельная поверхность насадки в единице объема аппарата.

Для вывода уравнения эквивалентного диаметра насадки применительно к теплообменному аппарату с комбинированной регулярно – взвешенной насадкой [17] определим составляющие формулы (4).

Удельная поверхность трубчатой насадки рассчитывается по формуле:

$$a_{mp} = \frac{\pi d_{mp}}{2 \cdot t_p \cdot t_g}, \quad (5)$$

где t_p - величина шага между трубами в радиальном направлении; t_g - величина шага между трубами в вертикальном направлении.

Удельная поверхность шаровой насадки определим по формуле:

$$a_{ш} = \frac{\pi d_{ш}^2}{2 \cdot t_p \cdot t_g \cdot l} \quad (6)$$

Здесь l – размер эквивалентный длине труб, м. Для шаровой насадки можно представить:

$$l = m \cdot d_{ш} \quad (7)$$

Тогда

$$a_{ш} = \frac{\pi d_{ш}}{2 \cdot m \cdot t_p \cdot t_g} \quad (8)$$

Удельная поверхность трубчато - шаровой насадки составит:

$$a_{общ} = a_{мп} + a_{ш} = \frac{\pi(m \cdot d_{мп} + d_{ш})}{2 \cdot m \cdot t_p \cdot t_g} \quad (9)$$

Объемную порозность трубчатой насадки определим по формуле:

$$\varepsilon_{мп} = 1 - \frac{\pi d_{мп}^2}{2 \cdot t_p \cdot t_g} \quad (10)$$

Для определения объемной порозности слоя шаровой насадки определим объем слоя:

$$V_{сл} = h \cdot \sigma \cdot l, \quad (11)$$

В этом уравнении:

относительная высота - $h = n_1 \cdot d_{ш}$. Количество шаров $h/d_{ш} = n_1$;

относительная ширина - $\sigma = (t_p + d_{мп}) = n_2 \cdot d_{ш}$. Количество шаров $(t_p + d_{мп})/d_{ш} = n_2$;

относительная длина слоя l .

Подставляя полученные значения в уравнение (11), получим:

$$V_{сл} = \frac{n_1 \cdot n_2 \cdot l \cdot \pi \cdot d_{ш}}{6} \quad (12)$$

Единица объема аппарата:

$$V_{ан} = 2 \cdot t_p \cdot t_g \cdot l \quad (13)$$

Тогда порозность шаровой насадки:

$$\varepsilon_{ш} = 1 - \frac{V_{сл}}{V_{ан}} = 1 - \frac{n_1 \cdot n_2 \cdot \pi \cdot d_{ш}}{12 \cdot t_p \cdot t_g} \quad (14)$$

Объемная порозность трубчато-шаровой насадки:

$$\varepsilon_{\text{общ}} = 1 - \left[\frac{\pi \cdot (6 \cdot d_{mp}^2 + n_1 \cdot n_2 \cdot \pi \cdot d_{ш}^2)}{12 \cdot t_p \cdot t_{\theta}} \right] \quad (15)$$

Эквивалентный диаметр трубчато-шаровой насадки:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot m \cdot [12 \cdot t_p \cdot t_{\theta} - \pi \cdot (6 \cdot d_{mp}^2 + n_1 \cdot n_2 \cdot d_{ш}^2)]}{3 \cdot \pi (m \cdot d_{mp} + d_{ш})} \quad (16)$$

На рисунках 1 и 2 приведены результаты расчета по полученным уравнениям.

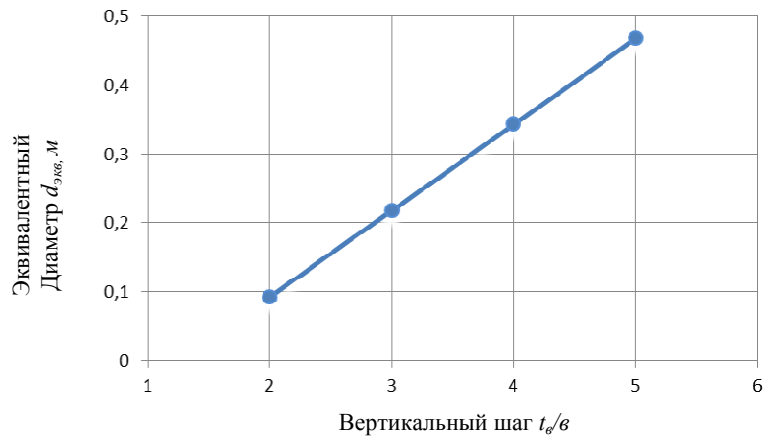


Рисунок 1 – Зависимость эквивалентного диаметра регулярно-взвешенной насадки $d_{\text{экв}}$ от шагов расположения труб в вертикальном направлении t_{θ} / ϕ

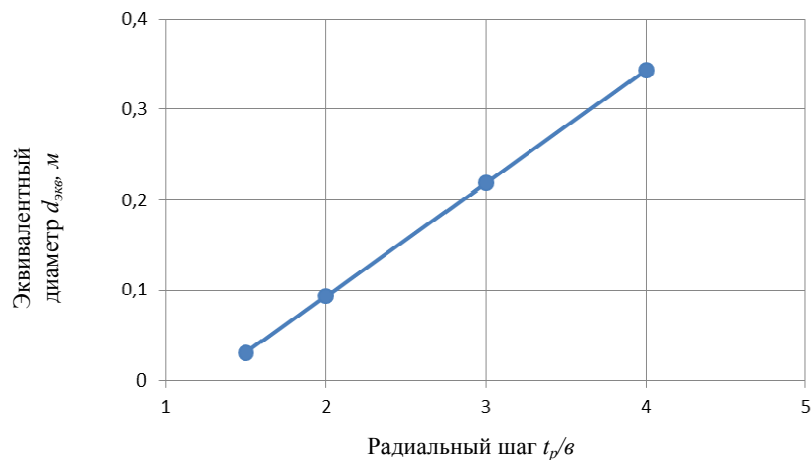


Рисунок 2 – Зависимость эквивалентного диаметра регулярно-взвешенной насадки $d_{\text{экв}}$ от шагов расположения труб в радиальном направлении t_p / ϕ

Как видно из рисунка 1 при изменении шагов расположения труб в вертикальном направлении t_b/d от 2 до 5, также как и при изменении шагов расположения труб в радиальном направлении t_r/d от 1,5 до 2 (рисунок 2) значение величин $d_{экв}$ растут. Это очевидно, так как зависимость эквивалентного диаметра от шагов расположения труб прямо пропорциональна.

Расчет по уравнению (16) показывает, что с увеличением диаметра труб значения величин эквивалентного диаметра увеличиваются, тогда как с увеличением диаметра шаров снижается.

Выводы. Рассмотрено движение газа через стационарную насадку по извилистым каналам, образованным насадочными телами. Применительно к теплообменному аппарату с комбинированной регулярно – взвешенной насадкой получены уравнения для определения удельной поверхности трубчато - шаровой насадки, их объемной порозности, а также уравнение для расчета ее эквивалентного диаметра.

Дан анализ влияния шагов расположения труб в вертикальном и радиальном направлениях, диаметров труб и шаровой насадки на величину эквивалентного диаметра.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1975. – 752с. ISBN: 5-98535-004-5
- [2] Рамм В.М. Абсорбция газов. – М.: Химия, 1976. – 656 с.
- [3] Кафаров В.В. Основы массопередачи. – М.: Высш. школа, 1979. – 439с.
- [4] Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1991. – 496с. ISBN: 5-7245-0133-3
- [5] Машины и аппараты химических производств /Под ред. И.И. Чернобыльского. - М.: Машиностроение, 1975. - 454с.
- [6] Рамм В.М. Абсорбция газов. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Химия, 1976. – 656с.
- [7] Справочник по пыли – и золоулавливаю / М.И.Биргер, А.Ю.Вальдберг, Б.И.Мягков и др. Под общ. ред. А.А.Русанова. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 312с.
- [8] Вальдберг А.Ю., Ковалевский Ю.В., Лебедюк Г.К. Мокрые пылеуловители ударно-инерционного, центробежного и форсуночного действия. – М.: ЦИНТИХимнефтемаш, 1981. – 38с.
- [9] Дергачев Н.Ф. Мокрые золоуловители системы ВТИ. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 96с.
- [10] Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: Справ. изд. /Алиев Г.М.-А. М.: Металлургия, 1986. – 544с. ISBN: 5-45825-201-2
- [11] Абсорбция и пылеулавливание в производстве минеральных удобрений /О.С.Ковалев, И.П.Мухленов, А.Ф.Туболкин, О.С.Балабеков и др.; под ред. И.П.Мухленова, О.С.Ковалева. – М.: Химия, 1987. – 208с.
- [12] Пленочная тепло- и массообменная аппаратура. (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии) / Под ред. В.М. Олевского. – М.: Химия, 1988. – 240с. ISBN: 5-7245-0080-9
- [13] Йордан В. Скруббер Вентури и дезинтегратор для охлаждения используемых и отходящих газов // Черные металлы. – 1966. - №7. – С.399 – 401.
- [14] Сажин Б.С., Тюрин М.П. Энергосберегающие процессы и аппараты текстильных и химических предприятий. – М.: МГТУ, 2001. – 239с. ISBN: 5-02-001540-7
- [15] Андреев Е.И. Расчет тепло - и массообмена в контактных аппаратах. Л.: Энергоатомиздат, 1985.-192с.
- [16] Инновационный патент №30217 Республика Казахстан. МПК В01D 53/20, В01D 47/14. Аппарат с насадкой для теплообмена и пылеулавливания / Волненко А.А., Балабеков О. С., Сарсенбекулы Д., Жумадуллаев Д.К., Корганбаев Б.Н.; заявитель и патентообладатель ЮКГУ им.М.Ауэзова. - № 2014/1176.1; заявл. 09.09.14; опубли. 17.08.15, Бюл. №8. – 4 с.
- [17] Зайцев И.Д., Ткач Г.А., Стоев Н.Д. Производство соды. – М.: Химия, 1986. – 312с.
- [18] Крашенинников С.А. Технология кальцинированной соды и очищенного бикарбоната натрия. – М.: Высш. школа, 1985. – 287с.
- [19] Крашенинников С.А., Греф Т.С. Технология кальцинированной соды, щелочей и глинозема. – М.: МХТИ им.Д.И.Менделеева, 1988. – 48с.
- [20] Патент на полезную модель №2092 МПК В01D 53/20, 47/14. Аппарат с насадкой для теплообмена и пылеулавливания / Бишимбаев В.К., Волненко А.А., Ескендеров М.З., Протопопов А.В., Жантасов К.Т., Анарбаев А.А. Опубли. 30.03.17, бюл. №6.

А.А. Ешжанов¹, А.А. Волненко¹, А.Э. Левданский², Б.Н. Крганбаев¹

¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан

²Белорусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск қ., Беларусь

ҚҰРАМАЛЫ ТҰРАҚТЫ - ҚАЛЫҚТАМАЛЫ САПТАМАНЫҢ ЭКВИВАЛЕНТТІ ДИАМЕТРІН ЕСЕПТЕУГЕ

Аннотация. Қолданыстағы стационарлық саптамаамалы жылуассалмасу құрылғылары жұмысын талдау негізінде тұрақты құрылымның құбырлы саптамасы бар құрылғының артықшылығы, ондағы құбырлы саптамада жылу алмасу процесін тікелей түйісу аумағында құбырларға жылуассалмасудағышты беру кезінде реттеуге болады. Бұл жағдайда әсерлесу құбырлардың қабырғалары арқылы өтеді және құбырдағы сұйықтықтың қозғалысы аппараттың газ-сұйық қабатының құрылымына әсер етпейді. Қосымша артықшылықтар түйісу аумағына дискретті түйіспелі элементтерді (шарлар, текшелер және т.б.) енгізуге мүмкіндік береді, олар жұмыс жағдайында құбырлы кеңістіктің түйісу аумағының беттерін тазалауды қамтамасыз етеді, құйындардың өзара әрекеттесуінің синфазалық режимін сақтайды және фазааралық бетті үлкейтеді.

Газдың саптамалы денелермен пайда болатын ирек каналдармен стационарлы саптама арқылы қозғалысы қарастырылды. Құрамалы тұрақты - қалықтаамалы саптамасы бар жылуассалмасу аппаратына қолданылатын құбырлы-шарлы саптаманың салыстырмалы бетін, олардың көлемдік кеуектілігін анықтауға арналған теңдеулер, сонымен қатар оның эквивалентті диаметрін есептеуге арналған теңдеулер алынды.

Құбырлардың тік және радиалды бағыттардағы орналасу қадамдарының, құбырлар және шарлы саптаманың диаметрлерінің эквивалентті диаметр шамасына әсері сарапталып берілді.

Түйін сөздер: қалыпты саптама, тік қадам, радиалды қадам, құбырлар, шарлар, түтікшелі-шарлы саптама, салыстырмалы бет, кеуектілік, эквивалентті диаметр.

UDC 66.02.071.7

А.А.Yeshzhanov¹, А.А. Volnenko¹, А.Е. Levanskiy², B.N. Korganbayev¹

¹M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan;

²Belorussian State Technological University, Minsk, Belarus

TO CALCULATING THE EQUIVALENT DIAMETER OF A COMBINED REGULAR-SUSPENDED PACKING

Abstract. Based on the analysis of operation of existing heat and mass transfer apparatus with a stationary packing, there are shown the advantages of apparatus with a tubular packing of regular structure, due to which it is possible to regulate the heat exchange process in the tubular packing directly in the contact zone when feeding the heat transfer fluid to the tubes. Here, the contact occurs through the tubes' walls, and the heat transfer fluid's movement in tubes does not affect the gas-liquid layer structure in the apparatus. Additional advantages are given by introduction into the contact zone of the discrete contact elements (balls, cubes, etc.), which under the operating conditions provide the cleaning of tube space contact zone surfaces, maintain the in-phase operation of vortex interaction and increase the interfacial area.

There has been studied the gas motion through the stationary packing along the winding ducts, formed by packing bodies. In respect to the heat and mass transfer apparatus with a combined regular-suspended packing, there have been derived the equations to determine the specific surface area of the tubular-ball packing, its volume porosity, and also the equation to calculate its equivalent diameter.

There has been done the analysis of the influence of the tubes arrangement pitches in the vertical and radial directions, of the tubes and ball packing diameters on the equivalent diameter value.

Keywords: regular packing, vertical pitch, radial pitch, tubes, balls, tubular-ball packing, specific surface area, porosity, equivalent diameter.

МАЗМҰНЫ

<i>Ерғожин Е.Е., Бектенов Н.Ә., СенГупта Арун К., Байдуллаева А.Қ., Садықов Қ.А., Әбдралиева Г.Е., Қалмуратова К.М., Рыспаева С.Б.</i> Эпоксикакрилат пен комплексондар негізіндегі жаңа комплекстүзгіш ион алмастырғыштар арқылы стронций иондарын сорбциялау (ағылшын тілінде).....	6
<i>Ауелханқызы М., Славинская Н.А., Шабанова Т.А., Мансуров З.А.</i> Алленнің тотығуын және пиролизін модельдік зерттеу (ағылшын тілінде).....	12
<i>Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э., Корганбаев Б.Н.</i> Құрамалы тұрақты - қалықтамалы саптаманың эквивалентті диаметрін есептеуге (ағылшын тілінде).....	20
<i>Жумадуллаев Д.К., Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э.</i> Беттік және араластырғыштық жылу алмастырғыштардың құбырлы шоғырындағы гидравликалық кедергіні есептеудің бірінғай тәсілдемесі (ағылшын тілінде)	25
<i>Савденбекова Б.Е., Оспанова А.К., Уваров Н.Ф.</i> Инженерлік технологияда белгілі бір мақсатты қасиетке ие перспективалық композитті материалдарды алу үшін мультижинақтау әдісін (LBL) қолдану (ағылшын тілінде).....	31
<i>Альчинбаева О., Сарбаева Қ.</i> Адам ағзасына химиялық ағартқыш заттарының әсері (ағылшын тілінде).....	38
<i>Үмбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Алматы өңіріндегі <i>Atraphaxis virgata</i> өсімдігінің химиялық құрамын зерттеу (ағылшын тілінде).....	42
<i>Баешов Ә.Б., Нұрділлаева Р.Н., Ташкенбаева Н.Ж., Өзлер М.Ә.</i> Айнымалы токпен поляризацияланған тот баспайтын болаттың еруі (ағылшын тілінде).....	46
<i>Көмекбай Ж.Н., Халменова З.Б., Үмбетова А.К., Бисенбай А.Ф.</i> <i>Melissa officinalis L</i> өсімдігі негізінде фитохимиялық анализ жасау және биологиялық белсенді кешен алу (ағылшын тілінде).....	53
<i>Мамырбекова А., Баешов А.Б., Касымова М.К., Мамырбекова А.</i> Микроорганизмдердің өсуіне газ тасымалдау қызметі бар перфтордекалиннің әсері (ағылшын тілінде).....	59
<i>Еспанова И.Д., Жусупова Л.А., Тапалова А.С., Аппазов Н.О.</i> Гексен-1 мен бутан қышқылының косылу реакциясын микротолқындық белсендіру (ағылшын тілінде).....	63
<i>Надиоров Н.К., Некрасов В.Г., Солодова Е.В., Срымов Т., Суханбердиева Д.Т., Құлторе М.А.</i> Жаңа буын жылыжайы (ағылшын тілінде).....	70

* * *

<i>Ерғожин Е.Е., Бектенов Н.Ә., СенГупта Арун К., Байдуллаева А.Қ., Садықов Қ.А., Әбдралиева Г.Е., Қалмуратова К.М., Рыспаева С.Б.</i> Эпоксикакрилат пен комплексондар негізіндегі жаңа комплекстүзгіш ион алмастырғыштар арқылы стронций иондарын сорбциялау (орыс тілінде).....	81
<i>Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э., Корганбаев Б.Н.</i> Құрамалы тұрақты - қалықтамалы саптаманың эквивалентті диаметрін есептеуге (орыс тілінде).....	87
<i>Жумадуллаев Д.К., Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э.</i> Беттік және араластырғыштық жылу алмастырғыштардың құбырлы шоғырындағы гидравликалық кедергіні есептеудің бірінғай тәсілдемесі (орыс тілінде).....	93
<i>Савденбекова Б.Е., Оспанова А.К., Уваров Н.Ф.</i> Инженерлік технологияда белгілі бір мақсатты қасиетке ие перспективалық композитті материалдарды алу үшін мультижинақтау әдісін (LBL) қолдану (орыс тілінде).....	100
<i>Үмбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Алматы өңіріндегі <i>Atraphaxis virgata</i> өсімдігінің химиялық құрамын зерттеу (қазақ тілінде).....	109
<i>Көмекбай Ж.Н., Халменова З.Б., Үмбетова А.К., Бисенбай А.Ф.</i> <i>Melissa officinalis L</i> өсімдігі негізінде фитохимиялық анализ жасау және биологиялық белсенді кешен алу (орыс тілінде).....	114
<i>Надиоров Н.К., Некрасов В.Г., Солодова Е.В., Срымов Т., Суханбердиева Д.Т., Құлторе М.А.</i> Жаңа буын жылыжайы (орыс тілінде).....	122

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ергожин Е.Е., Бектенов Н.А., СенГупта Арун К., Байдуллаева А.К., Садыков К.А., Абдралиева Г.Е., Калмуратова К.М., Рыспаева С.Б.</i> Сорбция ионов стронция новыми комплексообразующими ионитами на основе эпоксиакрилатов и Комплексонов (на английском языке).....	6
<i>Ауелханкызы М., Славинская Н.А., Шабанова Т.А., Мансуров З.А.</i> Моделирование окисления и пиролиза аллена (на английском языке).....	12
<i>Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э., Корганбаев Б.Н.</i> К расчету эквивалентного диаметра комбинированной регулярно–взвешенной насадки (на английском языке).....	20
<i>Жумадуллаев Д.К., Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э.</i> Единый подход к расчету гидравлического сопротивления трубчатого пучка смесительного и поверхностного теплообменников (на английском языке)	25
<i>Савденбекова Б.Е., Оспанова А.К., Уваров Н.Ф.</i> Применение метода мультислойной сборки (LBL) в инженерных технологиях для получения перспективных композитных материалов с целенаправленными свойствами (на английском языке).....	31
<i>Альчинбаева О., Сарбаева К.</i> Негативное влияние химических отбеливателей на организм человека (на английском языке).....	38
<i>Умбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Исследование химического состава <i>Atraphaxis virgata</i> алматинского региона (на английском языке).....	42
<i>Башов А.Б., Нурдиллаева Р.Н., Ташкенбаева Н.Ж., Озлер М.А.</i> Растворение нержавеющей стали при поляризации переменным током (на английском языке).....	46
<i>Комекбай Ж.Н., Халменова З.Б., Умбетова А.К., Бисенбай А.Г.</i> Фитохимический анализ и разработка получения биологически активного комплекса на основе сырья <i>melissa officinalis L</i> (на английском языке).....	53
<i>Мамырбекова А., Башов А.Б., Касымова М.К., Мамырбекова А.</i> Влияние перфтордекалина с газотранспортной функцией на рост микроорганизмов (на английском языке).....	59
<i>Еспанова И.Д., Жусупова Л.А., Тапалова А.С., Аппазов Н.О.</i> Микроволновая активация реакции присоединения гексен-1 и бутановой кислоты (на английском языке).....	63
<i>Надиров Н.К., Некрасов В.Г., Солодова Е.В., Срымов Т., Суханбердиева Д.Т., Култоре М.А.</i> Теплицы нового поколения (на английском языке).....	70

* * *

<i>Ергожин Е.Е., Бектенов Н.А., СенГупта Арун К., Байдуллаева А.К., Садыков К.А., Абдралиева Г.Е., Калмуратова К.М., Рыспаева С.Б.</i> Сорбция ионов стронция новыми комплексообразующими ионитами на основе эпоксиакрилатов и комплексонов (на русском языке)	81
<i>Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э., Корганбаев Б.Н.</i> К расчету эквивалентного диаметра комбинированной регулярно–взвешенной насадки (на русском языке).....	87
<i>Жумадуллаев Д.К., Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э.</i> Единый подход к расчету гидравлического сопротивления трубчатого пучка смесительного и поверхностного теплообменников (на русском языке).....	93
<i>Савденбекова Б.Е., Оспанова А.К., Уваров Н.Ф.</i> Применение метода мультислойной сборки (LBL) в инженерных технологиях для получения перспективных композитных материалов с целенаправленными свойствами (на русском языке).....	100
<i>Умбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Исследование химического состава <i>Atraphaxis virgata</i> алматинского региона (на казахском языке).....	109
<i>Комекбай Ж.Н., Халменова З.Б., Умбетова А.К., Бисенбай А.Г.</i> Фитохимический анализ и разработка получения биологически активного комплекса на основе сырья <i>Melissa officinalis L</i> . (на русском языке).....	114
<i>Надиров Н.К., Некрасов В.Г., Солодова Е.В., Срымов Т., Суханбердиева Д.Т., Култоре М.А.</i> Теплицы нового поколения (на русском языке).....	122

CONTENTS

<i>Ergozhin E.E., Bektenov N.A., SenGupta Arup K., Baidullaeva A.K., Sadykov K.A., Abdralieva G. E., Kalmuratova K.M., Ryspaeva S.B.</i> Sorption of ions strontium with new complex - forming ionites on the basis of epoxyacrylates and Complexones (in English).....	6
<i>Auyelkhankyzy M., Slavinskaya N., Shabanova T.A., Mansurov Z.</i> A modeling study of allene oxidation and pyrolysis (in English).....	12
<i>Yeshzhanov A.A., Volnenko A.A., Levdanskiy A.E., Korganbayev B.N.</i> To calculating the equivalent diameter of a combined regular-suspended packing (in English).....	20
<i>Zhumadullaev D.K., Yeshzhanov A.A., Volnenko A.A., Levdanskiy A.E.</i> Common approach to the calculation of hydraulic resistance of a tube bank of contact and surface heat exchangers (in English).....	25
<i>Savdenbekova B.E., Ospanova A.K., Uvarov N.F.</i> Application of the multilayer assembly (LBL) method in engineering technologies for obtaining perspective composite materials with purpose properties (in English).....	31
<i>Alchinbayeva O., Sarbayeva K.</i> Negative effect of chemical bleachers on the human organism (in English).....	38
<i>Umbetova A.K., Slan G.O., Omarova A.T., Burasheva G.Sh., Abidkulova K. T.</i> The study of chemical composition of <i>Atraphaxis virgata</i> from the almaty region (in English)	42
<i>Bayeshov A.B., Nurdillayeva R.N., Tashkenbayeva N.Zh., Ozler M.A.</i> Dissolution of stainless steel under alternating current polarization (in English)	46
<i>Komekbay Zh. N., Halmenova Z. B., Umbetova A. K., Bisenbay A.G.</i> Phytochemical analysis and development of production of biologically active complex on the basis of raw <i>Melissa officinalis</i> L (in English).....	53
<i>Mamyrbekova A., Bayeshov A.B., Kasymova M.K., Mamyrbekova A.</i> Influence of perfluorodecalin with gas transport function on growth of microorganisms (in English).....	59
<i>Yespanova I.D., Zhusupova L.A., Tapalova A.S., Appazov N.O.</i> Microwave activation of addition of 1-hexene and butanoic acid reaction (in English)	63
<i>Nadirov N.K., Nekrasov V.G., Solodova Y.V., Srymov T., Suhanberdieva D.T., Kultore M.A.</i> Hothouses of new generation (in English).....	70

* * *

<i>Ergozhin E.E., Bektenov N.A., SenGupta Arup K., Baidullaeva A.K., Sadykov K.A., Abdralieva G. E., Kalmuratova K.M., Ryspaeva S.B.</i> Sorption of ions strontium with new complex - forming ionites on the basis of epoxyacrylates and complexones (in Russian)	81
<i>Yeshzhanov A.A., Volnenko A.A., Levdanskiy A.E., Korganbayev B.N.</i> To calculating the equivalent diameter of a combined regular-suspended packing (in Russian).....	87
<i>Zhumadullaev D.K., Yeshzhanov A.A., Volnenko A.A., Levdanskiy A.E.</i> Common approach to the calculation of hydraulic resistance of a hollow beam of contact and surface heat exchangers (in Russian).....	93
<i>Savdenbekova B.E., Ospanova A.K., Uvarov N.F.</i> Application of the multilayer assembly (LBL) method in engineering technologies for obtaining perspective composite materials with purpose properties (in Russian).....	100
<i>Umbetova A.K., G.O. Slan, Omarova A.T., Burasheva G.Sh., Abidkulova K. T.</i> The study of chemical composition of <i>Atraphaxis virgata</i> from the almaty region (in Kazakh).....	109
<i>Komekbay Zh. N., Halmenova Z. B., Umbetova A. K., Bisenbay A.G.</i> Phytochemical analysis and development of production of biologically active complex on the basis of raw <i>Melissa officinalis</i> L. (in Russian).....	114
<i>Nadirov N.K., Nekrasov V.G., Solodova Y.V., Srymov T., Suhanberdieva D.T., Kultore M.A.</i> Hothouses of new generation (in Russian).....	122

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации
в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев, Аленов Д.С.*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 13.02.2018.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
7,8 п.л. Тираж 300. Заказ 1.