

ОПТИМІЗАЦІЙНЕ КОМПОНУВАННЯ ФАЗНИХ РОЗДІЛЮВАЧІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ МОДУЛЬНИХ СЕПАРАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ

Ляпощенко О.О., д-р. техн. наук, гол. наук. співробітник, Іванов В.О., канд. техн. наук, ст. на-
ук. співробітник, Павленко І.В. канд. техн. наук, ст. наук. співробітник, Дем'яненко М.М., аспі-
рант, наук. співробітник, Старинський О.Є., мол. наук. співробітник, Ковтун В.В., магістрант
Сумський державний університет, м. Суми

***Анотація.** У даній статті розглядаються способи підвищення ефективності, оптимізації та інтенсифікації процесів сепарації та сепараційного обладнання установок стабілізації нафти/конденсату. Робота включає в себе теоретичне ознайомлення з процесом сепарації газорідних сумішей та труднощами, які пов'язані з ним. Проведено аналіз досліджуваного обладнання, а саме його конструктивних особливостей, принципу роботи, переваг та недоліків, визначена оптимальна компоновка апаратів. Запропоновано новий нестандартний підхід до вдосконалення існуючого сепараційного обладнання, а саме метод оптимізаційного компонування фазних розділювачів з застосуванням модульних сепараційних пристроїв. Було проведено комп'ютерне моделювання багатофазних течій у внутрішньому об'ємі вертикального фазного розділювача та одного з модульних сепараційних пристроїв, що реалізує спосіб динамічної сепарації. Достовірність комп'ютерного моделювання підтверджується верифікацією отриманих даних за результатом чисельного експерименту з режимними параметрами роботи сепаратора. Спосіб динамічної сепарації являється не традиційним методом розділення гетерогенних систем, його особливістю являється застосування автоматичного регулювання гідравлічного опору, де регулюючою дією є сили пружності. Для чисельного розрахунку гідродинаміки вертикального фазного розділювача використовувався програмний комплекс, що реалізує метод скінченних об'ємів, а саме FlowVision. Оскільки, при роботі модульного сепараційного пристрою мають місце аерогідропружні явища необхідно розглядати механіку руху газорідного потоку з одного боку та твердого деформованого тіла з іншого боку. Враховуючи це для його дослідження використовувався програмний комплекс ANSYS Workbench, а саме модулі, які засновані на методах скінченних об'ємів та елементів, відповідно Fluid Flow Fluent та Transient Structural, об'єднанні за допомогою System Coupling. Наведені конструкції нових модульних сепараційних елементів та рекомендації для оптимізації їх компоновки у фазних розділювачах, що дозволять значно збільшити ефективність та інтенсивність процесів розділення емульсій та газорідних сумішей і в цілому підвищать якість цільових компонентів.*

Ключові слова: нафта, сепараційний пристрій, моделювання, розділення, бензосепаратор, оптимізація, очистка, фазні розділювачі.

OPTIMIZING PHASE SEPARATION EQUIPMENT PACKAGING WITH USING OF MODULAR SEPARATION DEVICES

Liaposhchenko O.O., D.Sc., principal research assistant, Ivanov V.O., Ph.D., senior research assistant, Pavlenko I.V., Ph.D., senior research assistant, Demianenko M.M., research assistant, Starynskyi O.Ye., junior research assistant, Kovtun V.V., master's degree student
Sumy State University, Sumy

***Abstract.** This article discusses ways of the efficiency improvement, optimization and intensification of the separation processes, which takes place in stabilizer units for oil and condensate. The work includes the theoretical introduction to the separation of gas-liquid mixtures and difficulties associated with process. Investigated equipment, specifically their design features, operating principle, advantages and disadvantages was analyzed, in consequence of which the optimal equipment packaging was determined. The non-typical approach for improvement of most commonly used separation equipment is proposed, namely method of optimizing phase separation equipment packaging, which includes using of modular separation devices. For this purpose numerical simulations of multiphase flow in the vertical phase separator internal volume and one of the modular separation devices, which implement the dynamic separation method, were carried out. The reliability of computer simulation is confirmed by verification data, which obtained from the results of numerical experiment, with the*

separator functioning parameters. The method of dynamic separation isn't traditional method for heterogeneous systems separation. The main feature of this method is using of hydraulic resistance automatic regulation, in this case regulating forces are the elastic forces. For numerical calculation of the vertical phase separator hydrodynamics was used software complex namely FlowVision, which implements the finite volume method. Since, in case of the modular separation devices functioning take place the aerohydroelasticity's phenomena's, it is necessary to be consider mechanics of the gas-liquid flow motion of the on one side and mechanics of the solid deformable body on the other hand. Taking into account the above for investigations of this modular separation device was used the ANSYS Workbench software complex, namely modules, which are based on the finite volume and finite element methods, respectively Fluid Flow Fluent and Transient Structural, which combined by System Coupling module. The presented designs of new modular separation elements and recommendations for their optimal disposition in phase separation equipment will significantly increase the efficiency and intensity of emulsions and gas-liquid mixtures separation processes, moreover it's all will improve the quality of the target components.

Key words: oil, separation device, simulation, separation, separator for petroleum production, optimization, cleaning, phase separation equipment.

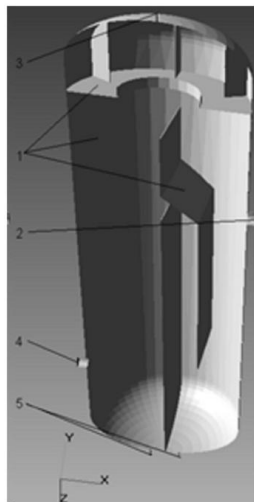
Вступ. Після видобутку сирої нафти зі свердловини, перед транспортуванням, зберіганням та переробкою на цільові продукти, здійснюється її первинна підготовка, під час якої відбувається дегазація, деемульсація, знесолення та очистка від механічних домішок. Для зниження металоємності та об'ємів обладнання, спрощення розробки та впровадження автоматизованих систем управління, дані технологічні операції одночасно протікають у фазних розділювачах (багатофазних сепараторах), що поєднують у своїй конструкції сепараційні пристрої засновані на різних способах очистки. Необхідно відмітити, що існуючі алгоритми розрахунку сучасних фазних розділювачів не дають повного уявлення про характер процесів, що в них протікають. Тому проєктовані апарати не завжди відповідають існуючим вимогам до якості розшарування водонафтових емульсій та очистки газових потоків, саме тому відбувається втрата значної кількості легких вуглеводнів C_1 - C_4 .

Аналіз проблематики та літературних джерел. На сьогоднішній день вирішити цю проблему можливо шляхом дослідження гідродинаміки існуючих конструкцій сепараційних пристроїв за допомогою сучасних програмних комплексів, що засновані на методі скінченних об'ємів. За допомогою даного підходу у роботі [1] детально розглядається поведінка потоків у внутрішньому об'ємі розділювачу з метою вдосконалення сепараційного обладнання, визначаються вплив розподілу розмірів часток дисперсної фази на продуктивність апарату та ефективність роботи окремих сепараційних пристроїв, а саме вхідного розподілювачу, відбійної перегородки, пакету пластинчастої насадки та вихідного тумановловлювача. Також у дослідницьких роботах звертається увага на вплив параметрів потоку - швидкість, гідравлічний опір, концентрація дисперсної фази та ін., на ефективність та інтенсивність процесу розділення з метою визначення оптимальних габаритних розмірів сепараторів [2]. Звичайно, що результати досліджень методами обчислювальної гідродинаміки (CFD-методи), потребують верифікації з результатами експериментів [1-3]. Отже, метою дослідження є підвищення ефективності, оптимізація та інтенсифікація процесу сепарації, визначення найбільш сприятливої компоновки та конструції модульних сепараційних елементів, комплексне вивчення гідродинаміки і структури газорідних потоків [4]. Задачі досліджень полягають у проведенні комп'ютерного моделювання процесів розділення у сепараційному обладнанні, визначення локальних гідродинамічних параметрів потоків, швидкостей та тиску, прогнозуванні ефективності розділення в окремих сепараційних поверхнях для задання граничних умов та розрахунок області геометрії зображені на рисунку 1. Наступним етапом дослідження є верифікація отриманих даних у результаті чисельного моделювання, яку можливо здійснити порівнявши параметри технологічного режиму роботи апарату та результати імітації гідродинаміки. Рівень розподілу фаз за регламентом УСН складає від 30% до 70% або від 2800 мм до 2950 мм за шкалою рівнеміра. Рівень розподілу фаз по результатам моделювання можливо визначити з ізоліній густини потоку у повздовжньому перетині, та як видно з рисунку 3 рівень розподілу фаз складає 45%, що відповідає вказаному у регламенті УСН. Отже, проведене моделювання можна вважати достовірним та спиратися на його результати у подальших дослідженнях

Експериментальні дослідження. Обговорення результатів. Основним недоліком бензосепаратора є недостатня ступінь очистки газового потоку від дисперсної рідини, яка реалізується сітчастим тумановловлювачем. При відносно малій швидкості газового потоку краплини рідини проходять сітчасту набишку разом із газовим потоком, при збільшенні швидкості газу рідина накопичується у відбійнику і відбувається повторне унесення краплин, що значно знижує ефективність сепарації дисперсної рідини у обох випадках. Тому для запобігання даної проблеми було запропоновано встановити динамічний сепараційний елемент, який являється вихідним модульним сепараційним пристроєм та призначений для уловлен-

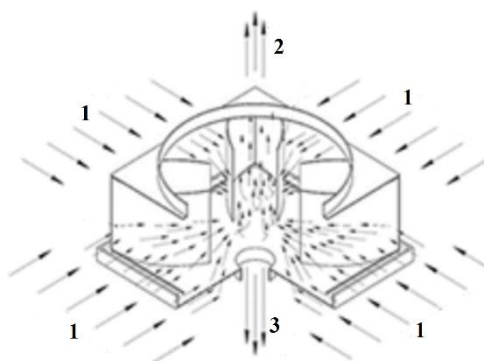
ня дрібнодисперсних часток при різких змінах гідродинамічних параметрів потоку. Принцип роботи та конструкція сепараційного елемента зображена на рисунку 2.

В подальшому планується провести перевірку можливості його застосування за допомогою комп'ютерного моделювання течії газорідної суміші крізь пристрій. Моделювання динамічного сепараційного елемента необхідно проводити у програмному комплексі ANSYS Workbench, а саме у модулях Fluent та Transient Structural об'єднаних за допомогою технології System Coupling. Це пов'язано з тим, що для дослідження процесу розділення необхідно вирішувати задачу гідроаеропружності.



1 - стінка з логарифмічним профілем швидкості в пристінковій зоні; 2 - вхід газорідної суміші; 3 - вихід газу; 4 - вихід бензину; 5 - вихід води

Рис. 1. Граничні умови.



1 – газорідний потік, 2- очищений газ, 3 – вловлена рідина

Рис. 2. Динамічний сепараційний елемент з чотирма входами.



Рис. 3. Заливки за густиною потоку у поперечному перетині бензосепаратора.

Перед початком моделювань пристрою окремо, необхідні дані щодо початкових та граничних умов, а саме розподілу швидкостей на вході до пристрою. Вказані дані визначаємо по результатам проведеного чисельного експерименту за заливкою по значенню швидкості у поперечному перетині до напрямку руху потоку, зображеному на рисунку 4.

Швидкість газорідного потоку у місцях розташування вхідної частини динамічного сепараційного елемента складає, як видно із заливки за швидкістю, 3-6 м/с. Підвищення ефективності роботи даного апарату, а саме інтенсивності дегазації рідини, можливе лише до певного значення, оскільки обмежується вільною площею поверхні розділення фаз. Вертикальний сепаратор має незначну площу вільної поверхні горизонтального перетину, тому для розділення газорідних сумішей зі значним газонасиченням рідини застосовуються горизонтальні фазні розділювачі [6].

Горизонтальний трифазний сепаратор, має вигляд циліндричної ємності, розділеної на вхідну сепараційну секцію, що призначена для початкового відділення газорідного потоку від рідини, секцію осадження, в якій відбувається процес розшарування вуглеводневої емульсії, та секції краплевловлення (рис. 5). Головним недоліком апаратів даного типу є порівняно незначна продуктивність, оскільки зазвичай процеси розділення в них протікають під дією сил гравітації, відповідно займають значні проміжки часу необхідні для вільного осадження та спливання дисперсних часток і переходу до суцільної фази.

Для вдосконалення даного апарату пропонується застосувати модульний підхід, як і у випадку з бензосепаратором УСН Гнідинцівського ГПЗ. Так замість встановлених на вході до апарату зливних полиць, на яких відбувається виділення основної кількості газу із газорідної суміші, пропонується розмістити вертикальний шнековий елемент, який забезпечує вищу ефективність дегазації за рахунок додаткового застосування отдувочного газового потоку та значно більшої вільної поверхні розподілу фаз. Дослідження вертикального шнекового дефлектора було проведено в роботі [7]. Щоб підвищити ефективність

вловлювання рідини з нафтового газу, який вивільнився, пропонується встановити блок динамічних сепараційних елементів, що складається з пружних пластин, консольно закріплених під гострим кутом до напрямку потоку, у місці розташування секцій краплеловлення, яка виконується зазвичай у вигляді пакету гофрованих пластин. Для проведення дослідження роботи динамічних сепараційних пристроїв, як вказувалось вище, необхідно вирішити задачу гідроаеропружності.

В якості вихідних даних приймалися результати технологічного розрахунку апарату, а саме швидкість руху газорідного потоку вздовж апарату яка може змінюватись від 2 до 6 м/с. На даному етапі задавалось постійне значення об'ємної частки рідини 0,0002, діаметр краплин 1 мкм. Чисельне моделювання проводилось з використанням програмного комплексу ANSYS Workbench, а саме модулів Fluent та Transient Structural, що об'єднані за допомогою технології System Coupling [8]. Дана задача являється затратною для обчислення, тому щоб зменшити розрахункову сітку будемо вирішувати симетричну задачу. Але при побудові моделі необхідно враховувати, що два лопаткові елементи контактують, що являється неможливим при розрахунку потоку, для цього в модулі Transient Structural вводимо твердий елемент, який буде запобігати зімкненню пружних пластин. Між введеним твердим тілом та пружною пластиною задаємо тип контакту Frictionless, який являється контактом без тертя. Кромку пластини закріплюємо у всіх напрямках за допомогою Fixed Support. На рисунку 6 наведені граничні умови для розрахунку течії в каналі.

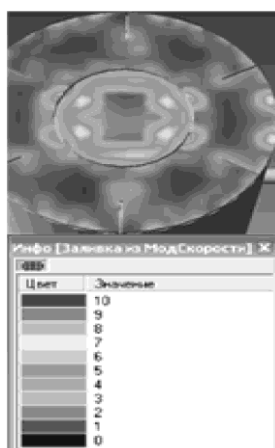
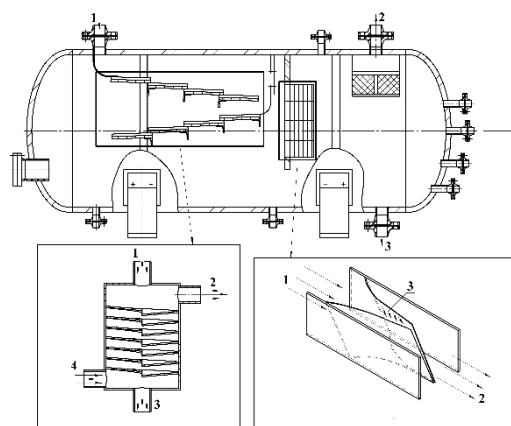
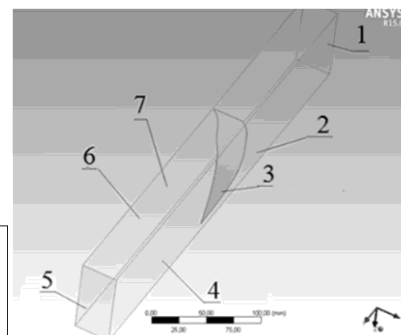


Рис. 4. Заливки за швидкістю потоку у поперечному перетині бензосепаратора.



1 – газорідний потік, 2 – очищений газ, 3 – відділена рідина, 4 – отдувочний газ

Рис. 5. Конструкція горизонтального трифазного розділювача та пропонувані модульні сепараційні елементи.



1 – inlet, 2 – symmetry, 3 – wall, deforming, 4 – wall, bottom, 5 – outlet, 6 – wall top, 7 – wall

Рис. 6. Граничні умови для розрахунку динамічного сепараційного елемента.

Оскільки канал по якому проходить потік має рухомі границі необхідно використовувати деформовану розрахункову сітку. В ANSYS Fluent доступна велика кількість методів її перебудови та деформації, які обираються в залежності від швидкості та значень переміщень. У даному випадку було обрано для кожної границі свої методи деформації сітки, а саме: вхід (inlet) та вихід (outlet) були нерухомими (Stationary), деформованими (Deforming) – верхня (wall_top) та нижня (wall_bottom) стінки каналу, оскільки їх частиною є кромки пружної пластини, поверхні пружної пластини для обміну даними з модулем Transient Structural – FSI. Для зменшення часу розрахунку до гранично можливих значень скошеності елементів (0.95) та якості ортогональності (0.01) число вузлів та зв'язки між ними не змінювались, а лише деформувались самі елементи, за допомогою методу згладжування (Diffusion Smoothing).

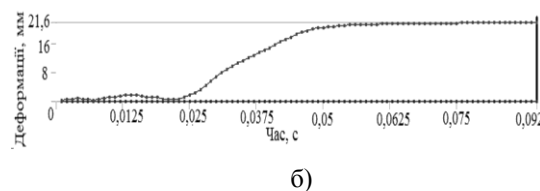
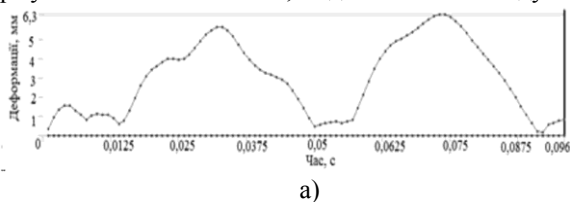


Рис. 7. Залежність переміщень пластини від часу отримані для швидкості входу 6 м/с та товщини пружної пластини 0,5 мм (а) та 1 мм (б).

Після виходу якості елементів за допустимі межі автоматично додавались або перебудовувались лише деякі елементи за допомогою Local cell Remeshing та при неспроможності підтримувати якість елементів при використанні попередніх двох функцій на необхідному рівні повністю перебудовувався весь внутрішній об'єм, використовуючи при цьому Zone Remeshing. Для моделювання руху газорідної суміші була обрана модель турбулентності k- ϵ та для врахування багатофазності потоку модель Eulirian. В результаті отриманих розрахунків було визначено, що починаючи зі швидкості входу газорідного потоку 3 м/с виникають коливання елементів з частотою 104 Гц та зростають до частоти в 153 Гц для швидкості входу 6 м/с. Траєкторія руху передньої кромки пружної пластини вказана на рисунку 7 а. Зрозуміло, що при коливанні пружних елементів відбувається розбризкування шару вловленої рідини з їх поверхні, тому для забігання розбризкування було вирішено збільшити товщину елементів до 1 мм, на рисунку 7 б вказана траєкторія руху кромки елемента для швидкості входу 6 м/с. Необхідно відмітити, що під час проведення досліджень виникла ідея не запобігати коливанню елементів, а використовувати їх для коливання потоку, що як відомо може підвищити ефективність розділення газу та рідини за рахунок коагуляції дисперсних краплин. Прототипом даного підходу до розділення є метод акустичної віброкоагуляції краплин. Саме на дослідження даних явищ і будуть направлені подальші дослідження.

Робота виконана за підтримки МОН України (ДР №0117U003931 «Розробка та впровадження енергоефективних модульних сепараційних пристроїв для нафтогазового та очисного обладнання») під керівництвом д.т.н., гол. наук. співробітника Ляпощенко О.О.

Висновки. Існуюче сепараційне обладнання, що застосовується на установках стабілізації нафти/конденсату, відрізняється застарілим конструктивним оформленням та низьким ступенем розділення багатофазних потоків. Принципово новим підходом до його вдосконалення є метод оптимізаційного компонування з застосуванням модульних сепараційних пристроїв. При перевірці запропонованих варіантів компонування проводилось чисельне моделювання гідродинаміки потоків у фазних розділювачах. У результаті чого було визначено гідродинамічні параметри потоку, а саме локальний розподіл швидкостей та густини, а також висота вільної поверхні розподілу фаз. Співставлення результатів моделювань з регламентом та режимними параметрами роботи УСН підтвердили достовірність числового експерименту. Також було проведено моделювання динамічного сепараційного пристрою, для застосування в горизонтальних фазних розділювачах. В результаті була виявлена оптимальна товщина пружних пластин динамічних сепараційних елементів при яких не відбувається їх коливання. Був запропонований спосіб віброкоагуляції при якому не буде необхідності запобігати коливанням пружних елементів, саме на вивчення даного способу і будуть направлені подальші дослідження.

Застосування вищевказаних методів при проектуванні окремих сепараційних елементів та обладнання в цілому дозволяє одночасно вивести на новий рівень основні робочі параметри, ефективність та інтенсивність сепарації, продуктивність, зменшити матеріалоємність розділювачів та капітальні і експлуатаційні затрати при їх виробництві, а також енергетичні затрати на транспортування та переробку нафти.

Література

1. N. Kharoua, CFD Modelling of a Horizontal Three-Phase Separator: A Population Balance Approach / N. Kharoua, L. Khezzer, Petroleum Institute, Abu Dhabi, United Arab Emirates, H. Saadawi, Abu Dhabi Company for Onshore Oil Operation (ADCO), Abu Dhabi, United Arab Emirates // American Journal of Fluid Dynamics 2013, N. 3(4): P. 101-118.
2. Pourahmadi Laleh, Computational Fluid Dynamics-Based Study of an Oilfield Separator--Part II: An Optimum Design. / Pourahmadi Laleh, A., Svrcek, W. Y., & Monnery, W. // Oil and Gas Facilities, Society of Petroleum Engineers, Journal Paper 2013, February 1 P. 52 - 59
3. Pourahmadi Laleh, Computational Fluid Dynamics-Based Study of an Oilfield Separator--Part I: A Realistic Simulation. / Pourahmadi Laleh, A., Svrcek, W. Y., & Monnery, W. // Oil and Gas Facilities, Society of Petroleum Engineers, Journal Paper 2012, December 1 P. 57 - 68
4. O.O. Liaposhchenko Hydrodynamics simulation and forecasting the efficiency of separation equipment oil stabilization unit of Gnidyntsy gas processing plant / O.O. Liaposhchenko, I.V. Pavlenko, M.M. Demianenko, O.Ye. Starynskyi // II International Scientific and Technical Conference "Machines, Equipment and Materials for Oil and Gas Production Increase" PGE – 2018 24 – 27 April - Ivano Frankivsk 2018 – P. 340 – 342.
5. Пат. 111039 У Україна, МПК (2016.01) B01D 45/00. Спосіб вловлювання високодисперсної краплинної рідини з газорідного потоку / О.О. Ляпощенко, О.В. Настенко, І.В. Павленко, М.М. Дем'яненко, О.Є. Старинський (Україна); заявник та патентовласник Сумський держ. ун-т. - № u201605061; заявл. 06.05.2016; опубл. 25.10.2016, бюл. № 20
6. Павленко І. В. Оптимізаційне компонування трифазних сепараторів для установок стабілізації вуглеводневої сировини / Павленко І. В., Дем'яненко М.М., Старинський О. Є., Ковтун В. В., Борисова Н. В. // Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції (м. Суми, 17–20 квітня 2018 р.) / редкол.: О. Г. Гусак, І. В. Павленко – Суми : Сумський державний університет, 2018. – С. 232.
7. Ляпощенко, О.О. Моделювання процесів сепарації та розробка методики розрахунку трифазного сепаратора / О.О. Ляпощенко, І.В. Павленко, Р.Ю. Усик, М.М. Дем'яненко // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : науковий журнал. – Серія «Технічні науки». – 2015. – № 47. – Т. 1. – С. 62–66.
8. Sloboda, O., Numerical approach in aeroelasticity. / Sloboda, O., Korba, P., Hovanec, M., & Pila, J. // Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport, 2016, Vol. 93, P. 115–122.

References

1. Kharoua, N., Khezzer, L., Saadawi, H. (2013) CFD Modelling of a Horizontal Three-Phase Separator: A Population Balance Approach. American Journal of Fluid Dynamics, 3(4), 101-118. doi: 10.5923/j.ajfd.20130304.03.
2. Pourahmadi Laleh, A., Svrcek, W. Y., & Monnery, W. (2013, February 1). Computational Fluid Dynamics-Based Study of an Oilfield Separator--Part II: An Optimum Design. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/161036-PA
3. Pourahmadi Laleh, A., Svrcek, W. Y., & Monnery, W. (2012, December 1). Computational Fluid Dynamics-Based Study of an Oilfield Separator--Part I: A Realistic Simulation. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/161212-PA
4. Liaposhchenko, O.O., Pavlenko, I.V., Demianenko, M.M., Starynskyi, O.Ye. (2018, April 24 - 27) Hydrodynamics simulation and forecasting the efficiency of separation equipment oil stabilization unit of Gnidyntsy gas processing plant / II International Scientific and Technical Conference "Machines, Equipment and Materials for Oil and Gas Production Increase" PGE, Ivano Frankivsk, P. 340 – 342.
5. Pat. 111039. Sposib vlovliuvannia vysokodyspersnoi kraplynnoi ridyny z hazoridynnoho potoku / Liaposhchenko, O.O., Nastenko, O.V., Pavlenko, I.V., Demianenko, M.M., Starynskyi, O.Ye. (Ukraina).
6. Pavlenko, I.V., Demianenko, M.M., Starynskyi, O.Ye., Kovtun, V.V., Borisova, N.V. (2018, April 17 - 20). Optyimizaciine komponuvannia tryfaznykh separatoriv dlia ustanovok stabilizacii vuhvodnevoi syrovyny.: vseukrainska mizhvuzivska naukovotekhnichna konferencija (m. Sumy, 17 – 20 kvitnia 2018 r.) (pp. 232). Sumskui derzhavnyi universytet.
7. Liaposhchenko, O.O., Pavlenko, I.V., Usyk, R.Yu., Demianenko, M.M. (2015). Modeliuvannia procesiv separacii ta rozrobka metodyky rozrakhunku trifaznogo separatora. Naukovi pratsi odeskoi natsionalnoi akademii Kharchovykh tekhnolohii : naukovyi zhurnal - seria tekhnichni nauky, No. 47, pp. 62-66.
8. Sloboda, O., Korba, P., Hovanec, M., Pila, J. Numerical approach in aeroelasticity. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2016, 93, 115-122. doi: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.93.12>

Отримано в редакцію 11.05.2018
Прийнято до друку 30.06.2018

Received 11.05.2018
Approved 30.06.2018

УДК 663.26

DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/swonaft.v82i1.1019>

АПАРАТИ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ПРОДУКТІВ ВІНОРОБСТВА

Ковалевський К.А., проф., к.т.н., Валько М.І., проф., д.т.н., Мамай О.І., доц., к.т.н., Кузьміна Т.О., проф., д.т.н., Яковенко Т.О., асистент.
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон

Анотація. В статті наводяться результати досліджень щодо застосування гідроциклонів для відокремлення твердих частинок з виноградного суслу, виноградного насіння з вичавок, а також для освітлення дифузійного соку після екстракції виноградних вичавок, стічних вод та інших забруднених рідин. В результаті проведених досліджень визначені оптимальні параметри гідроциклонів при відокремленні різних твердих частинок. Запропоновано режими роботи гідроциклонів, при яких досягаються максимальні ефекти розподілу. Для розподілу використовуються різні конструкції гідроциклонів, з регулюванням отвору виходу осадів з обертовим активатором, тощо.

Ключові слова: виноградне насіння, сусло, обертовий активатор, ефект розподілу.

THE DEVICES FOR SEPARATION OF WINE PRODUCTS

Kovalevskiy K.A., PhD in Tech.Sci., prof., Valko M.I., Dr. of Tech.Sci., prof., Mamay O.I., PhD in Tech.Sci., Associate prof., Kuzmina T.O., Dr. of Tech.Sci., prof., Yakovenko T.O., assistant
Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine

Abstract. The article presents the results of research on the use of hydrocyclones for the separation of solid grapevine particles, grape seeds from squashes, as well as for the diffusion juice illumination after the extraction of grape vinegar, sewage and other contaminated liquids. Studies were conducted on the separation of grape seeds mixed with yeast bard.

To achieve the desired effect of separation on the hydrocyclone it is necessary to thoroughly analytically ground and experimentally determine the necessary parameters of the size of its parts. One way to regulate the separation of solid particles from winemaking products is to change the size of the opening of the lower drain fitting or to change the design of the conical part.

The construction of a hydrocyclone with a controlled opening of sediments was found to be used to separate solids from grape and fruit berries (juice), separation of lime vine. In addition, with this design, it is possible to determine the structural dimensions of the hydrocyclones for other products, for example, to separate the grape seed from the flow of water with squeegees.

As a result of the researches, optimal parameters of the hydrocyclones were determined at separation of