

АНАЛІЗ ТИПІВ ПРОМИСЛОВИХ МАСООБМІННИХ НАСАДОК ТА ПОКАЗНИКІВ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

Концур І.Ф. к.т.н. доцент, Лях М.М. к.т.н. професор,
Михайлюк В.В. к.т.н. доцент, Дейнега Р.О. асистент, Лашко С.О. студент

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, Україна*

Abstract. Each underground gas storage facility (UGS) is equipped with gas dehumidification units that ensure reliable supply and quality of the exported gas. Gas drying at UGS is carried out by the method of absorption, the implementation of which is often used by the plate and nozzle columns. A critical analysis of existing types of plate and nozzle absorbers has been carried out. At UGS it is advisable to change the design of existing absorbers by dismantling outdated and worn cap plates and install supporting grilles with a mass transfer nozzle loaded into the embankment, which will allow to increase the efficiency of the absorber at wider limits of gas velocities at constant dimensions of the column, to reduce the design will not require additional staff.

Keywords: UNDERGROUND GAS STORAGE, GAS DRAINAGE, ABSORPTION, NOZZLES, GAS.

До насадок ставиться ряд вимог, а саме: висока ефективність, низька матеріаломісткість, корозійна стійкість, технологічність виготовлення, зручність завантаження і вивантаження, мала затримка рідини, протидія забрудненню продуктами великої молекулярної маси тощо [1, 2].

При виборі насадки необхідно враховувати наступні конструктивні та технологічні параметри: форму і розмір, вільний об'єм, поверхню одиниці об'єму, висоту еквівалентної теоретичної ступені контакту або висоту одиниці переносу, величину гідравлічного опору, утримуючу здатність за рідиною, здатність забезпечення рівномірного розподілу фаз за перерізом шару, змочуваність насадки. Хоча ефективність насадочного апарату залежить насамперед від конструкції насадки, важливе значення мають пристрої, що забезпечують рівномірний розподіл рідини і газу за перерізом апарату (розподільники, опорні ґрати).

Насадки можуть бути металеві, керамічні, пластмасові, скляні, склопластикові, а за способом виготовлення елементи насадки бувають

штамповані, литі, прокатані, отримані методом екструзії. Від матеріалу багато у чому залежить змочуваність насадки, її контактна поверхня, тобто створенням штучним шляхом шорсткості, виготовленням на поверхні прорізів, виступів тощо.

Промислове застосування циліндричних насадок почалося приблизно 70 років тому, коли Ф. Рашиг розробив насадку, що отримала назву «кільця Рашига». Вона виготовлялася з кераміки, порцеляни, металу, пластмаси. Металеві кільця являли собою відрізки труб, висота яких дорівнювала зовнішньому діаметру. Кільця Рашига встановлюють у колоні правильними рядами або внасіп. Низька вартість цього типу насадки, доступність матеріалу для виготовлення є показниками для того, що і в наш час кільця Рашига одна із найпоширеніших насадок.

Подальший розвиток циліндричних насадок ішов шляхом підвищення інтенсифікації процесу масообміну, зменшення гідравлічного опору, зниження енерговитрат на проведення виробничих процесів, тобто шляхом створення таких конструкцій насадок, у яких опір руху потоку газу був би значно нижчий, ніж у кільця Рашига. З'явилися насадки із ребристою зовнішньою, зовнішньою і внутрішньою поверхнями; насадки виготовлені із сітчастого матеріалу; насадки із перфорованою поверхнею (отвори круглі, овальні, багатогранні, фасонні). Для інтенсифікації процесу масообміну стали створювати конструкції циліндричних насадок з перегородками діаметрально розташованими, хрестоподібними тощо.

Насадки, виготовлені із металу, циліндричні стінки якої надрізані і козирки отворів відігнуті всередину (кільця Палля), одержали світове визнання. Кільця Палля при зіставленні із кільцями Рашига мають відповідно на 15-20% більш високу пропускну здатність, у 1,5-5 раз нижчий гідравлічний опір, забезпечують на 20-30% більш високу ефективність, сприяють турбулізації потоків та збільшення активної поверхні контакту фаз.

Основним недоліком циліндричних насадок (рис. 1,а) є нерівномірний розподіл потоку рідини за поперечним перерізом шару, у результаті чого частина рідини, розтікаючись по стінках колони, залишає апарат, ефективно не взаємодіючи із газом.

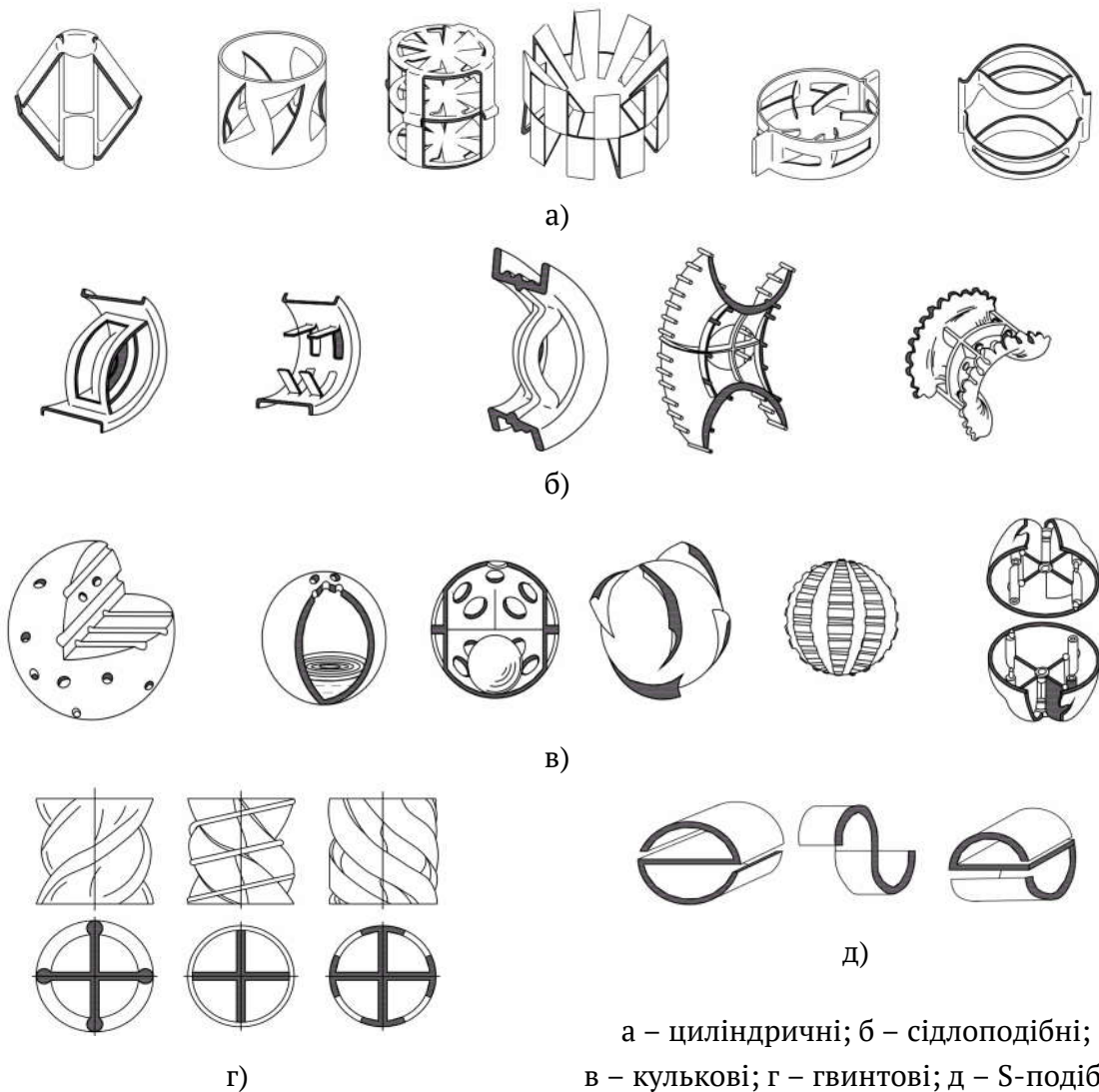


Рисунок 1 – Типи виконання масообмінних насадок

У кілець Рашига внутрішня поверхня менш доступна для газів, що перебувають у контакті з рідиною, ніж зовнішня поверхня. Це й спонукало Е. Берля розробити більш ефективну насадку, так звані сідла Берля (їх поверхня є гіперболічний параболоїд). При однакових розмірах насадочних тіл мають у порівнянні із кільцями Рашига приблизно на 25% більшу питому поверхню і трохи більший вільний об'єм, а також менший гідравлічний опір. Ефективність їх вища за рахунок кращої змочуваності сідел рідиною.

Пізніше М. Лева розробив сідлоподібну насадку, яка виключала недоліки сідел Берля (утворення гнізд, у яких елементи насадки нагромаджуються один на одного). Насадка Лева, поверхня якої є частиною тора, найпоширеніша сьогодні керамічна насадка. Також розроблений ряд нових конструкцій сідлоподібних насадок (рис. 1, б). Для збільшення ефективності масообміну поряд з гарним розподілом потоку рідини необхідна також турбулізація

(завихрення) газового потоку, а також усунення екранування насадочними елементами одне одного, що неможна досягти наявністю на бічній поверхні сидельної або тороїдальної насадки звичайних виступів.

За останнє десятиліття було розроблено значну кількість конструкцій насадок, що успішно застосовуються у апаратах, які працюють у режимі псевдозрідження. Велика увага приділяється конструкціям кулькових насадок (рис. 1, в). основними факторами, що характеризують їхню ефективність, є маса і форма. Кулі переміщуються у газорідній зоні, перемішуючи потоки і збільшуючи цим поверхню контакту фаз. Була запропонована кульова насадка, що складається із двох півсфер, на поверхні яких рівномірно нанесена перфорація. Насадка порожня, півсфери жорстко з'єднані між собою. Ефективність конструкції зростає за рахунок збільшення питомої поверхні контакту фаз, а перфорація забезпечує видалення рідини, що потрапила всередину. Насадка використовуються у апаратах, що працюють під тиском.

Гвинтові насадки (рис. 1, г) забезпечують високу ефективність масопередачі за рахунок інтенсивної турбулізації взаємодіючих потоків.

S-подібні насадки (рис. 1, д) маючи досить просту конструкцію, також забезпечують високу ефективність поділу. Для збільшення поверхні контакту й покращення її змочуваності відношення радіуса кривизни S-подібного елемента до діаметра описуваного ним кола рівне 0,5. Насадки виготовляють із пластмаси, кераміки, металевої смуги, дротяної сітки (суцільної, гофрованої, перфорованої).

Застосування приведених типів насадок замість тарільчатих пристроїв виправдане у більшості випадків, включаючи потужні виробництва нафтопереробки, нафтохімії та газопереробки.

Література

1. Рамм В. М. Абсорбция газов. Изд. 2-е, переработ. и доп. – М., Химия, 1976.
2. Лівак І.Д., Концур І.Ф., Шостаківський І.І. Основи нафтогазової справи. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 432 с.

References

1. Ramm V. M. Absorbtsiya gazov. Izd. 2-e, pererabot. i dop. – M., Himiya, 1976.
2. Livak I.D., Kontsur I.F., Shostakivskiy I.I. Osnovy naftohazovoi spravy. – Ivano-Frankivsk: IFNTUNH, 2014. – 432 p.