

3. За загальною токсико-мутагенною активністю об'єктів навколишнього середовища, оціненою за комплексом біотестів, виявлено на територіях міст Жовті Води і Вільногірськ “катастрофічну” екологічну ситуацію, у містах Нікополь і Павлоград – “незадовільну”. Інтегральна цитогенетична оцінка території курорту “Солоний лиман” виявила “еталонний” стан об'єктів навколишнього середовища з “сприятливим” станом біосистем. Токсико-мутагенна активність об'єктів навколишнього середовища на територіях промислових міст у 3.8-5.0 раз більша ніж на контрольній території, яка має мінімальний рівень техногенного навантаження.

Література

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. – М. : Мир, 1988. – 350 с.
2. Бурдин К. С. Основы биологического мониторинга / К.С. Бурдин. – М. : Из-во Моск. ун-та, 1985. – 158 с.
3. Головін В. В. Методологія побудови системи комплексного моніторингу навколишнього природного середовища на техногенно-навантажених територіях : дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” / В. В. Головін. – Х., 2005. – 182 с.
4. Гороя А.И. Методология эколого-социального мониторинга горнопромышленных регионов, как составляющая устойчивого развития Украины / А.И. Гороя, А.В. Павличенко // Гігієна населених місць : зб. наук. праць. – Київ, 2004. – Вип. 43. – С. 552–559.
5. Екологічний паспорт Дніпропетровської області. – Д., 2007. – 112 с.
6. Костишин С. С. Чотири важливі принципи ефективного біомоніторингу / С.С.Костишин, С.С.Руденко // Екологічний моніторинг. – 2008. – № 1 (49). – С. 5–7.
7. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов / А.И. Гороя, Л.Ф. Бобырь, Т.В. Скворцова и др. // Цитология и генетика. – 1996. – №6(30). – С.78–86.
8. МР 2.2.12–141–2007. Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів / [С. А. Риженко, А.І. Гороя, Т. В. Скворцова та ін.]. – К. : Головне базове видавництво МОЗ України ДП “Центр інформаційних технологій”, 2007. – 35 с.
9. Про Концепцію поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України // Постанова Кабінету Міністрів України від 31.08.99 р. № 1606. – Київ, 1999. – 23 с.
10. Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи) : дис. ... доктора техн. наук : 21.06.01 / Г. І. Рудько. – К., 2005. – 466 с.
11. Стратегія економічного і соціального розвитку України (2004-2015 роки) Шляхом Європейської інтеграції / під ред. А. С. Гальчинського. – К. : ІВЦ Держкомстату України, 2004. – 416 с.

ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ ТА АТМОСФЕРИ

УДК536.2

*Масікевич А. Ю., Масікевич Ю.Г.
Чернівецький факультет Національного
технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»*

ВИЛУЧЕННЯ ЛЕГКОЛЕТКИХ КОМПОНЕНТІВ ЗІ СТІЧНИХ ВОД ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ВАКУУМ-ІМПУЛЬСНОЇ ДЕСОРБЦІЇ

Досліджувалися стічні води, підігріті до температури 75-90°C. Десорбція здійснювалася при кипінні води за рахунок застосування вакуум-імпульсних режимів.

Ключові слова: гідродинаміка газорідних систем, масообмін, вакуум-імпульсний режим, пульсація, аміак.

Исследовались сточные воды, подогретые до температуры 75-90°C. Десорбция осуществлялась при кипении воды за счет применения вакуум-импульсных режимов.

Ключевые слова: гидродинамика газожидкостных систем, массообмен, вакуум-импульсный режим, пульсация, аммиак.

Sewage heated up to temperature 75-90°C was investigated. Desorption was carried out through application of vacuum-pulse modes.

Key words: Hydrodynamics of gas-liquid systems, mass transfer, a vacuum-pulse mode, pulsation, ammonia.

Актуальність роботи. За умов нехтування вимог екологічної безпеки хімічні речовини можуть негативно впливати на стан довкілля. Особливу небезпеку при цьому складають відходи содового виробництва [3,4]. При виробництві соди в стічні води попадає значна частина аміаку, що може токсично впливати на довкілля. Аміак (NH_3) – безбарвний газ із різким запахом. При охолодженні до $-33,4$ °C аміак під звичайним тиском перетворюється в прозору речовину. Гранично допустима концентрація в повітрі – $0,02$ мг/л. Дія аміаку на людей при високих концентраціях викликає судоми. Смерть настає через декілька годин або діб після отруєння від набряку легенів і гортані.

Окрім того втрати аміаку є економічно не вигідними для виробництва.

Саме тому пошук шляхів вилучення легколетких компонентів, включаючи аміак, є актуальним та необхідним.

Мета наших досліджень – вивчення швидкості процесу десорбції аміаку зі стічних вод содового виробництва в залежності від зміни показників тиску та температури.

Методи досліджень. Дослідження проводили на дослідній установці, технологічна схема якої представлена на рис.1. Установка включала апарат миттєвого закипання (АМВ) (поз. 1), холодильник (поз. 2.), бак-мірник для флегми (поз. 4), заводський трубопровід скидання забрудненої стічної води (поз.5), заводський трубопровід свіжої технічної води (поз. 6). Функціонування установки здійснювалось наступним чином. З трубопроводу (5) забруднена стічна вода з температурою ($95-98$ °C) подавалась в кубову частину АМВ, де за рахунок розрідження, що створювалось, відбувалось миттєве закипання води.

Водяні пари та аміак спрямовуються в холодильник (2), де має місце конденсація компонентів. В якості хладагенту використовується свіжа технічна вода, забір якої здійснюється з трубопроводу (6). З холодильника технічна вода направляється до трубопроводу (6) [5, 6].

Флегма, що утворюється в холодильнику, направляється в бак-мірник, частково очищений конденсат – в ресивер. З останнього бака-мірника рідинні потоки повертаються в цикл основного виробництва. Неконденсована пароаміачна суміш і повітря відкачується вакуум-насосом. Дослідження на експериментальному обладнанні проводились в два етапи. На першому етапі досліджувався процес десорбції аміаку зі стічних вод при постійному розрідженні в стаціонарному режимі. На другому етапі реалізовувався імпульсно-вакуумний режим. Реалізація цього режиму забезпечувалась клапаном типу “ввімкнено-вимкнено”, встановленим на трубопроводі відводу пароаміачної суміші з АМВ в холодильник.

При відкритому клапані пароаміачна суміш поступала в холодильник, конденсувалась, за рахунок чого створювалось розрідження, рідка фаза в АМВ закипала. У положенні “вимкнено” клапан закривався, продовжувалось кипіння та, відповідно, виділення водяних парів та аміаку, в результаті тиск над дзеркалом випаровування зростає. Пароаміачна суміш, яка поступала в холодильник при відкритому клапані, конденсувалась, тиск в зоні конденсації парів знижувався.

При наступному відкритті клапана відбувався інтенсивний відбір пароаміачної суміші з парового простору АМВ в зоні конденсації холодильнику за рахунок перепаду тиску, що утворився. При проведенні досліджень, рівень “забрудненої” води в кубовій частині АМВ підтримувався постійним ($\sim 1,5$ м), витрата “забрудненої” води змінювалась в інтервалі від 2 до $4,5$ м³/год, витрата охолодженої води від 2 до 10 м³/год [5, 6].

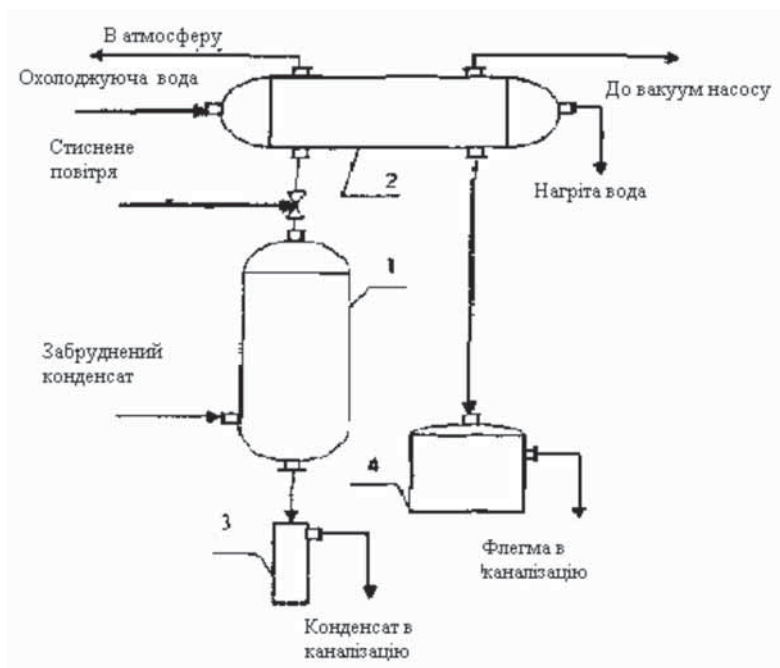


Рис. 1. Принципова технологічна схема дослідної установки

Відбір проб здійснювався в умовах, коли витрати стічної води, води, що охолоджує, їх температура, тиск та температура пароаміачної суміші не змінювались. При цьому, коли реалізовувався стаціонарний режим, відбір проб проводився через кожну годину після початку досліду. В умовах імпульсно-вакуумного режиму перша проба відбиралась після початку досліду через проміжок часу, який дорівнював періоду, під час якого здійснювалось три цикли. Друга та кожна парна проби відбирались через проміжок часу, який дорівнював трьом циклам і часу, коли клапан закритий. Третя та кожна не парна проба – через проміжок часу, який дорівнював сумі трьох циклів і часу, на протязі якого клапан відкритий. На кожному режимі проводилось 85 дослідів. Обробка експериментальних даних проводилась з метою визначення параметрів, що характеризували процес десорбції аміаку.

Результати досліджень та їх обговорення.

В таблиці 1 наведені основні результати дослідження процесу на експериментальній установці.

Результати досліджень опрацьовано статистично. У кожному рядку наведені середньоарифметичні значення (85 дослідів).

Як і слід було очікувати, при проведенні процесу десорбції NH_3 зі стічних вод в стаціонарному режимі, ступінь очищення стічних вод від аміаку залежить від величини розрідження в АМВ. Так, при витраті стічних вод $4 \text{ м}^3/\text{год}$ і розрідженні $4 \cdot 10^4 \text{ Па}$ (300 мм рт. ст.) ступінь відгонки складає 20% , а при розрідженні $6 \cdot 10^4 \text{ Па}$ (450 мм рт. ст.) – біля 60% , тобто практично досягає граничного значення для стаціонарних умов. Відповідно величині розрідження в АМВ змінюється і коефіцієнт масовіддачі, який при зростанні розрідження на $10\text{--}15 \%$ збільшується в $1,6\text{--}1,8$ рази, відповідно збільшується і коефіцієнт дифузії на $6\text{--}8\%$. Зменшення витрати стічних вод до $2 \text{ м}^3/\text{год}$ практично не чинить впливу на вищезазначені показники. Суттєвий вплив справляє масова концентрація аміаку в стічній воді, яка надходить на процес десорбції [2, 7].

Аналіз експериментальних даних показав, що при зниженні масової концентрації аміаку у вихідному розчині (при інших рівних умовах) швидкість процесу десорбції зменшується, про що свідчить значення коефіцієнту масовіддачі (K_L), який із зменшенням концентрації NH_3 в два рази зменшується в $2,5\text{--}3$ рази. Однак ступінь десорбції NH_3 практично не залежить від вихідної масової концентрації NH_3 . Так, при інших рівних умовах, при вихідній концентрації аміаку в стічних водах ($90\text{--}125 \text{ мг}/\text{дм}^3$) гранична ступінь відгонки складає 60% , а при збільшенні вихідної концентрації в 3 рази ($260\text{--}375 \text{ мг}/\text{дм}^3$) гранична ступінь відгонки не перевищує $62\text{--}65 \%$. Це, очевидно, пов'язано з особливостями процесу кипіння недогрітої рідини при впливі вакууму і, відповідно, структурою

Результати експериментальних досліджень відгонки NH₃ на експериментальному обладнанні

| Тиск в АМВ, мм рт. ст. /Мпа | Температура Θ , °C | Витрата G _{NH₃} , кг/год | Коефіцієнт масовіддачі K _L , м/год | Коефіцієнт дифузії D, м ² / год |
|--------------------------------|------------------------------|---|---|--|
| | $x_1 \cdot 10^1$ | $x_2 \cdot 10^1$ | $x_3 \cdot 10^3$ | $x_4 \cdot 10^3$ |
| * 570/0,076 | 950 | 0600 | 0670 | 150 |
| **570/0,076 | 950 | 0600 | 0900 | 170 |
| *499/0,0653 | 880 | 0585 | 0572 | 148 |
| **490/0,0653 | 870 | 0600 | 0732 | 160 |
| *468/0,0624 | 865 | 0528 | 0684 | 157 |
| **440/0,0586 | 855 | 0477 | 0836 | 165 |
| *440/0,0586 | 850 | 0832 | 1534 | 162 |
| *420/0,056 | 843 | 0740 | 1934 | 174 |
| *360/0,048 | 805 | 0840 | 1420 | 188 |
| **360/0,048 | 805 | 0800 | 2540 | 200 |
| *220/0,0293 | 730 | 1375 | 4628 | 280 |
| **220/0,0293 | 700 | 1986 | 8165 | 350 |

*- режим стаціонарний; **- режим імпульсно-вакуумний

газорідного шару. Певно, при досягненні ступеня відгонки 60-65%, розмір парових бульбашок не досягає своїх критичних значень і вони не спливають до поверхні шару рідини. Масообмін, хоча і проходить в момент зародження газових бульбашок, однак вони не досягнувши критичного розміру конденсуються. Підвищення температури на 7–10 градусів, навіть при більш меншому розрідженні (тиск в АМВ $1,6 \cdot 10^4$ Па) призводить до підвищення значення K_L в 1,17 рази і ступеню відгонки в 1,3 рази (до 39%) в порівнянні з даними при температурі 88 °C і тиску в АМВ – $6,53 \cdot 10^4$ Па [1, 2, 8].

Висновки. Таким чином показано, що запропонований підхід до інтенсифікації масообмінних процесів має перевагу відносно тих, що застосовуються в практиці виробництва. Доведено, що інтенсивність процесу десорбції, при застосуванні вакуум-імпульсних режимів, в 1,5-2 рази вищий в порівнянні зі стаціонарними вакуумними режимами.

Література

1. Данквертс П. В. Газо-жидкостные реакции / П. В. Данквертс. – М. : Химия, 1973. – 296 с.
2. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод / Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1971. – 376 с.
3. Масикевич А.Ю. О формировании барботажного слоя при кипении недогретой жидкости и динамика паровых пузырей / А.Ю. Масикевич, В.Ф. Райко, В.П. Шапорев, О. А. Лопухина // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2005. – №1. – С. 107 – 110.
4. Масикевич А.Ю. Исследование процесса десорбции аммиака из сточных вод в аппарате с вакуум-импульсным режимом / А.Ю. Масикевич, В.П. Шапорев, О.А. Лопухина // Интегрированные технологии и энергосбережение. – 2005. – №1. – С. 53-61.
5. Ткач Г.А. Моделирование десорбционных процессов содового производства / Г.А.Ткач, В.Д. Смоляк. – Л. : Химия, 1973. – 208 с.
6. Ткач Г.А. Производство соды по малоотходной технологии / Г.А. Ткач, В.П. Шапорев, В.М. Титов. – Харьков : ХГПУ, 1998. – 430 с.
7. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л. Л. Процессы и аппараты химической технологии / Л. Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, А. П. ГОТЛИНСКАЯ, В. А. ЛЕЩЕНКО [и др.] – Харьков : НТУ “ХПИ”, 2005. – Ч. 1. – 532 с.
8. Хамам И. Б. О константах, определяющих состоящие аммиака в водном растворе / И. Б. Хамам // Журн. общей химии. – 1970. – Т. 17. – № 7. – С. 1215-1221.